

LE VOL DU BIG HAUC

(Hybrid Aerospace Undersea Craft – Engin Hybride Aérospatial Sous-marin)

Dans le numéro 239 de Good Morning datant du mois de Mars 2022, j'avais expliqué la technologie de vol du HAUC, en l'occurrence un petit engin hybride aérospatial sous-marin ressemblant à un bonbon Tic-Tac qui narguait les pilotes de l'US NAVY au large des côtes de Los Angeles en 2004. Aujourd'hui je vais **tenter de vous expliquer scientifiquement comment marche un gros HAUC**.

Petit HAUC et gros HAUC n'ont pas les mêmes fonctionnalités : le petit HAUC est comparable à un avion sous-marin qui peut évoluer dans l'espace, le gros HAUC est comparable à un porte-avions sous-marin qui peut voler dans l'air et dans l'espace.

HAUC est l'acronyme utilisé par l'UAPTF (Unidentified Aerial Phenomena Task Force) pour désigner un objet par sa fonction, et non selon *notre ignorance*. Cet acronyme est dû à l'effort de l'Office of Naval Intelligence (Bureau du Renseignement Naval américain) pour standardiser la compilation et la restitution des observations de phénomènes aériens et sous-marins non identifiés, autrefois appelés « soucoupes volantes » par les journalistes.

En effet, en 1947 Kenneth Arnold, un pilote privé américain rapporte avoir vu 9 objets volants de forme inhabituelle se déplaçant près du Mont Rainier (Etat de Washington) à une vitesse stupéfiante estimée à 2 fois la vitesse du son. Il décrit leurs mouvements comme celui d'une soucoupe qui rebondirait sur l'eau. Les journaux reprennent sa description pour décrire des objets volants inconnus sous l'appellation « soucoupe volante ».

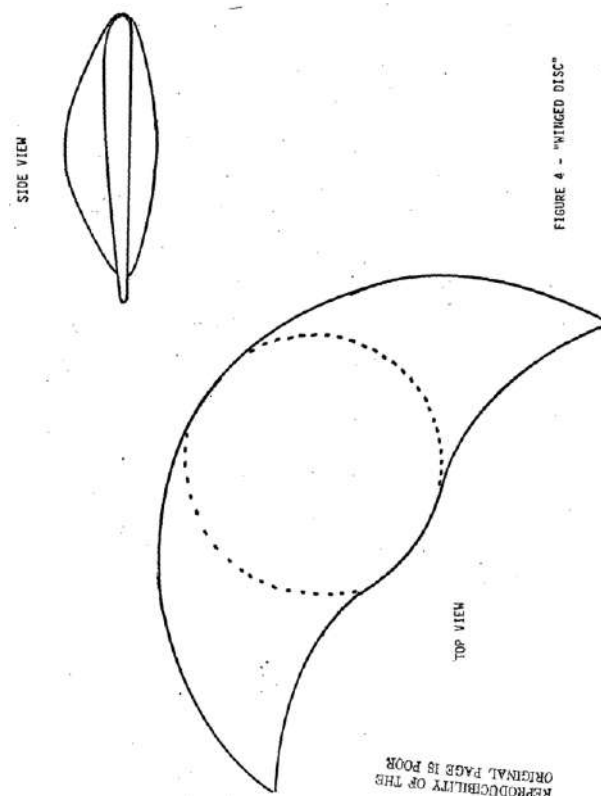


Fig.0 – Voici l'image exacte de la « soucoupe volante » vue par Kenneth Arnold en 1947.

Depuis 2021, grâce à une série d'auditions « sous serment » organisées par le Congrès Américain, des témoignages précis sur les soucoupes volantes ont été publiquement révélés et on sait avec certitude que ce sont des HAUC. Les informations qui ont servi pour écrire cet article viennent de publications officielles traçables. Ma démarche s'appuie sur 2 schémas :

- En Fig.1, une démarche de scientifique, qui exige de soumettre chaque fait et observation à l'analyse critique, en s'appuyant sur toutes les sciences connues représentées sur ce schéma, pour confirmer ou infirmer d'une possibilité théorique de réalisation, et dans quelles conditions.
- En Fig.2, une démarche d'ingénieur, qui permet à partir d'une possibilité théorique, de concevoir un modèle numérique de l'objet pour valider les concepts et simuler leur fonctionnement, avant de réaliser un appareil réel apportant la preuve que le concept en matériel et logiciel est pertinent et conforme aux attentes.

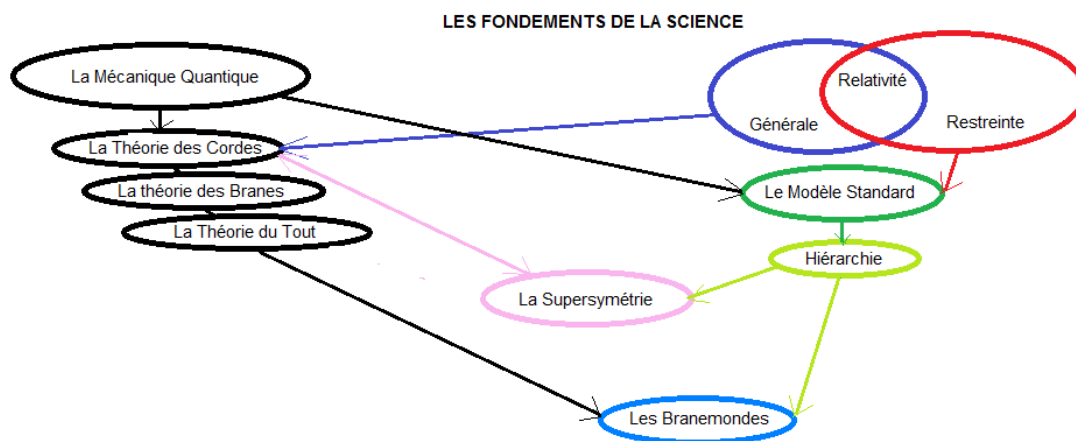


Fig.1 – Le schéma montre les connexions entre différentes théories. La lecture de ce tableau commence en haut, à droite et à gauche, avec les 2 théories qui ont révolutionné le 20^{ème} siècle : la relativité restreinte et générale, et la mécanique quantique, qui nous dévoilent la forme de l'univers et les objets qu'il contient, ainsi que la composition et la structure des atomes. Ces 2 théories donnent naissance au Modèle Standard, qui dévoile les interactions des particules élémentaires. Mais le Modèle Standard laisse inexpliqués les fondements profonds de la matière, comme les masses des particules, et la fameuse interrogation : pourquoi la gravité est-elle si faible ? C'est ce que tente d'expliquer la Théorie des cordes, une des descendantes de la mécanique quantique et de la relativité.

La Théorie des cordes contient des principes qui permettent de décrire les extradimensions. Mais il faut aussi faire appel aux Théories sur la Hiérarchie pour comprendre la dépendance d'échelle dans la physique quantitative, et la Supersymétrie pour comprendre comment les particules les plus élémentaires ont créé la matière dans les formes que nous connaissons, afin de pouvoir formuler des modèles mathématiques expliquant les univers

extradimensionnels des branes. Cette théorie affirme que la matière dont notre univers est composé est confinée à une membrane, ou « brane ».

La Théorie des branes jette un nouvel éclairage dans les profondeurs de la relativité générale, la physique des particules, la théorie des cordes, et émet de nombreuses suppositions. Nous ne savons pas encore laquelle de ces suppositions décrit correctement la Nature, mais il est très fortement possible qu'elle nous révèle que notre univers, et d'autres univers extradimensionnels aussi, sont confinés dans des branes. Enfin, la théorie qui nous concerne le plus pour les systèmes de propulsions hors-normes, est la Théorie du Tout (Theory of Everything). Elle remet tout à plat. Pourvue qu'elle soit juste, c'est-à-dire conforme aux lois de la Nature, pour que l'humanité puisse avoir une chance d'aller plus loin que le nuage d'Oort.

La démarche scientifique moderne s'appuie sur des observables et des mesurables pour élaborer une théorie. Il est impératif que cette théorie soit discutée, critiquée et réévaluée par des pairs. Cette théorie une fois révisée doit posséder une base mathématique, avec des éléments quantifiés. A partir de la théorie, on doit pouvoir faire des prédictions qui sont validées expérimentalement de manière récurrente. Le récit ainsi produit est vérifiable, réfutable, et sera remis en question par d'autres découvertes. Il évoluera donc jusqu'à aboutir à un objet opérationnel. C'est cela, **une œuvre de Science**. Si la recherche scientifique a pu progresser, c'est parce que chaque chercheur s'est appuyé sur les théories et concepts des scientifiques de la génération précédente, ou sur leurs limites ou leurs erreurs.

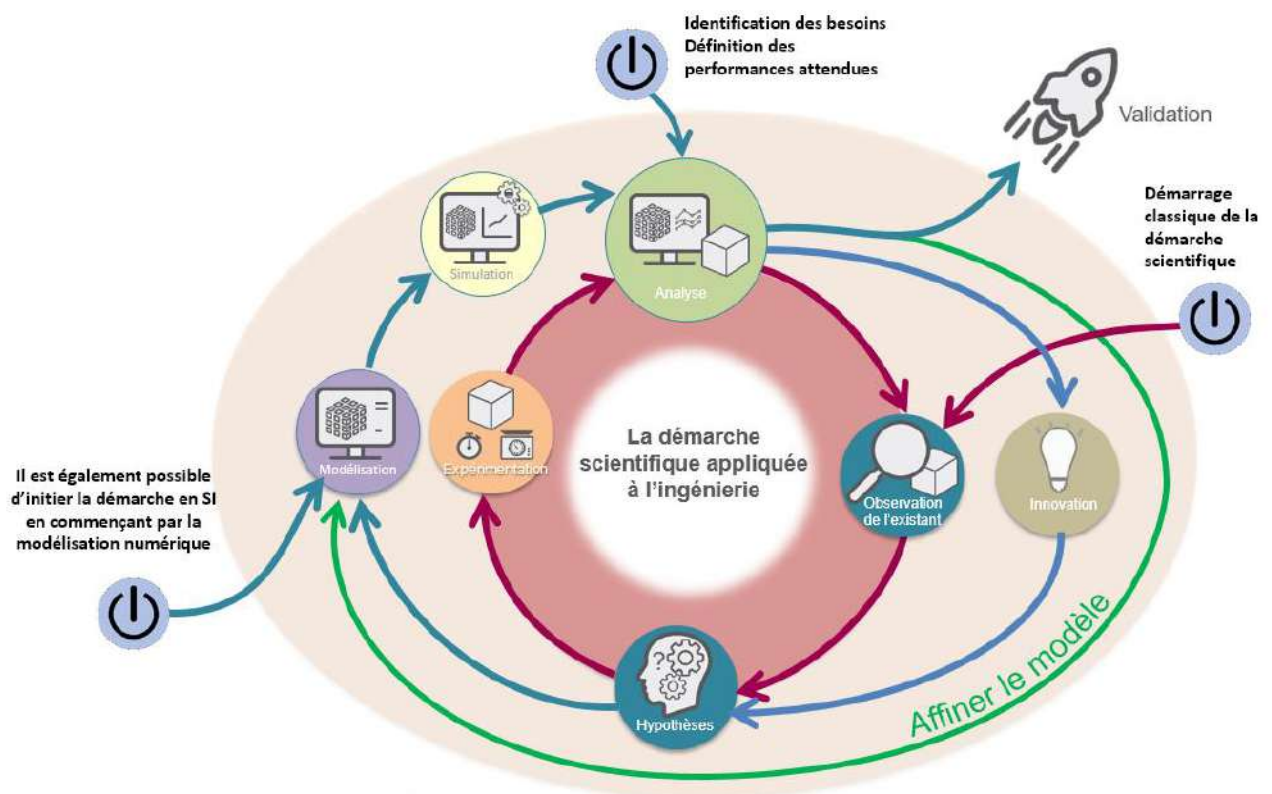


Fig.2 – Commencer la lecture par la droite, en appliquant le mantra « ramper, marcher, courir ». Ramper pour se mettre à niveau, parce ce que la science qu'on nous a appris au lycée JJR date au mieux de 1910 ; marcher parce qu'on est dans un domaine où en 2025 l'information est toujours sous cape et il faut faire l'effort d'arpenter soi-même le sujet pour

dénicher l'information pertinente ; courir parce qu'il y a tellement d'options à évaluer avant de trouver la bonne.

Aujourd'hui, si le HAUC est reconnu « objet réel », avec quelle approche scientifique théorique peut-on l'expliquer ? On peut résumer l'approche scientifique d'un phénomène dans la capacité à le reproduire et à le mesurer. S'il existe un fondement théorique avéré, il est possible de construire le modèle numérique théorique et de simuler le fonctionnement de ce modèle sur un système informatique. Le modèle sert à simuler un comportement statique et si la simulation dynamique donne de bons résultats, il ne reste plus qu'à construire le prototype en vrai en appliquant le savoir-faire habituel des laboratoires de recherches et des sociétés industrielles. On teste ensuite le prototype pour voir s'il est conforme à la simulation, on analyse les écarts et on améliore le prototype. C'est à partir de ce moment qu'on va définir les spécifications de l'effet final recherché en opération et les exigences du produit final déployable et maintenable sur le terrain destiné à être fabriqué en série. Ensuite, c'est l'industriel le plus compétent en technicité et en coût qui va obtenir le contrat de production.

En France, concernant la technologie des HAUC, on ne trouve que du bla bla journalistique. Deux universitaires français ont osé parler de la technologie des OVNIs, mais ce sont des démonstrations fumeuses. Aux Etats-Unis, dans les milieux scientifiques, ils en sont au moins à la phase de la modélisation numérique d'un analogue HAUC. La Chine en est à peu près au même niveau.

Mon propos est de vous démontrer pourquoi les concepteurs des HAUC n'ont pas adopté les mêmes démarches scientifiques que nous avons adoptées pour construire des engins d'explorations planétaires.

Ensuite, comment les objets qui sont construits par eux, les petits HAUC et les gros HAUC, pourraient être construits selon nos meilleures connaissances scientifiques. Ces connaissances incluent probablement quelques innovations inspirées d'études d'objets récupérés on ne sait où.

Lors de la lecture de cet article, si vous êtes déjà familier à un concept scientifique, sautez-le. Il n'est pas nécessaire de tout lire pour comprendre. Sinon, je vous suggère de revoir des notions déjà apprises au lycée comme par exemple l'inertie, le poids, la masse, l'énergie, la densité d'énergie, les forces, l'espace-temps, etc.

Pourquoi les HAUC n'ont-ils pas le même comportement que nos avions et véhicules spatiaux ?

Parce que les concepteurs de HAUC viennent d'une civilisation qui est beaucoup plus ancienne que la nôtre, ils ont beaucoup appris de leurs erreurs. Les HAUC que nous voyons traduisent leur niveau de compréhension de la Nature, leur connaissance du mécanisme de fonctionnement de l'Univers.

Le recours au principe de propulsion par éjection de la masse fait notre fierté : nous n'arrêtons pas de faire des louanges à Arianespace, à Space-X. Nos meilleurs scientifiques cherchent à peaufiner cette technologie, alors qu'elle n'est pas présente sur les HAUC. Pourquoi ?

Il y a un autre principe de propulsion sur laquelle nous mettons beaucoup d'espoir parce qu'elle permet d'aller loin, à grande vitesse et en consommant très peu, c'est le principe de la pression de poussée appliquée sur les voiles solaires. C'est un moyen écologique pour sonder l'espace, elle est propre et très économique. Nous consacrons de gros budgets de développements dessus parce qu'elle nous donne l'espoir de pouvoir aller plus vite et plus loin que ne

permettent de faire les fusées tout en coûtant moins cher. Et pourtant, les HAUC n'utilisent pas cette technologie, Pourquoi ?

En fait, les concepteurs de HAUC utilisent pour de vrai, comme nous, le principe de la pression de poussée pour « faire voler » petits et gros HAUC. Mais ils n'appliquent pas ce principe comme nous le faisons. Et ils n'appliquent pas que ce principe, ils le combinent avec d'autres principes dont nous ne sommes pas du tout familiers. Et c'est la combinaison de plusieurs principes qui permet le déplacement d'un seul type d'objets (les HAUC) mais groupé en 2 catégories visant des fonctionnalités différentes : le petit HAUC et le grand HAUC. Petits et gros HAUC servent des buts différents et fonctionnent différemment : le petit se déplace dans un milieu hybride à 4 dimensions, le gros se déplace dans un milieu de dimensions supérieures à 4. Le petit est l'équivalent d'un avion, le gros est l'équivalent d'un porte-avions.

Mais pourquoi les HAUC n'utilisent-ils pas comme nous ce fameux principe de pression de poussée ?

Faute d'avoir sous la main un extraterrestre pour lui poser la question, nous devons faire des hypothèses et évaluer si ces hypothèses répondent ou non à cette question.

Nous posons comme postulat que les concepteurs de HAUC sont des NHI (le nouveau acronyme inventé par le Pentagone pour désigner un alien Non Human Intelligence). Le NHI est un être biologique ou une machine capable de réagir à un stimulus d'une manière qui nécessite un processus de pensée intelligente. Un NHI pourrait aussi être un cyborg. De là où ils sont, les NHI ne peuvent arriver jusqu'à nous qu'en utilisant un gros HAUC avec un seul type d'énergie et un mode de déplacement.

Pourquoi ne peuvent-ils pas utiliser un petit HAUC ? C'est trop petit pour couvrir des distances incroyablement grandes, dans une immensité de vide. Même s'il pouvait convertir toute la matière du petit HAUC en énergie, cette énergie est insuffisante pour couvrir la distance.

LE DENI DE LA REALITE

Il y a toujours eu, depuis 78 ans, un déni de la réalité des HAUC. Ce serait trop long d'expliquer les tenants et les aboutissements d'un oxymore, mais pour écrire cet article je me suis laissé guider par les faits, je n'ai écouté que les interviews en direct de personnes réputées intègres et expérimentées. Le sujet étant très vaste et complexe, je tiens à ne montrer que la quintessence de l'essence. Si je cite un « cas » en exemple pour illustrer un événement typique, je laisse aux lecteurs intéressés le soin de prendre connaissance, via les ouvrages spécialisés et les publications sur internet, des données largement disponibles et de juger par eux-mêmes des phénomènes anormaux non identifiés (PAN alias OVNI alias UAP alias UFO) afin de comprendre les péripéties conduisant à la situation d'aujourd'hui.

Rappel sur le vol du petit HAUC

Rappelons brièvement l'affaire du Tic-Tac. En avril 2020, le DOD (Department of Defense ou Ministère de la Défense américaine) a autorisé la publication de 3 vidéos. On a su grâce à des interviews directs auprès des opérateurs des systèmes d'armes, qu'il y a eu une centaine de HAUC qui étaient arrivés sur l'orbite terrestre. Les HAUC ont été détectés par les radars du système de défense anti-missiles basés au sol aux Etats-Unis. Ces radars ont relayé l'information à la Task-Force de l'U.S. Navy CSG-11 qui était en train de conduire des manœuvres d'entraînement à 160 km des côtes de Los Angeles.



Fig.3 - Les HAUC : en février 2004, ils étaient arrivés de l'espace, ils se sont maintenus immobiles à haute altitude et sont descendus jusqu'au niveau des vagues...

Il y avait en mer au moins 7 bâtiments dont le porte-avions nucléaire Nimitz, un sous-marin nucléaire d'attaque et le croiseur de défense antiaérienne/antimissile USS Princeton. Les radar SPY-1 du croiseur et du porte-avions ont repéré et poursuivi les HAUC à partir de 24.384 m d'altitude. Les HAUC descendaient par groupes de 10 à 20, se dirigeant vers le Sud. Périodiquement, ils plongeaient de 8.534 m jusqu'au niveau de la mer en seulement 0,78 seconde. Le HAUC a accéléré sur la première moitié du parcours puis a décéléré sur la seconde moitié du parcours. La manœuvre de décélération aurait dû entraîner un frottement intense de l'air et déposer dans l'air au moins $4,3 \times 10^{11}$ joules d'énergie (équivalent à l'explosion de 100 T de TNT et pourtant il n'y a pas eu la moindre trace de boule de feu). L'US Navy a ensuite montré les séquences d'images d'un HAUC percutant l'eau à 800 km/h sans éclater ni faire d'éclaboussures. Le HAUC poursuit sa course dans l'eau à 135 km/h puis ressort de l'eau sans faire gerber l'eau. La masse du HAUC rencontré est estimée à 1.000 kg. La puissance développée est de 1.100 Giga Watts, plus de 10 fois la production totale d'électricité nucléaire des Etats-Unis. Avec son accélération à 5.000 G en continu, le HAUC pourrait atteindre en 1,5 jour Proxima Centauri B, l'exoplanète la plus proche du système solaire connue à ce jour, distante de 40.000 milliards de kilomètres de nous. Et s'il avait continué son vol, il aurait atteint une distance de 50 années-lumière avant la fin de la deuxième journée.

Le Nimitz a ordonné à deux chasseurs biplaces F/A-18F non armés, en exercice de combats de routine d'aller voir dans les parages de l'endroit où se trouvaient les HAUC. Derrière le pilote de chaque avion, il y avait un opérateur de systèmes d'armes.

Les radars des avions n'ont rien décelé mais en arrivant sur la zone désignée, ils ont vu un gros bouillonnement à la surface de la mer. En dessous du bouillonnement, il y avait un objet

vaguement en forme de croix de la dimension d'un Boeing 737, et au-dessus, un objet d'environ 13,5 m de long, blanc, entièrement lisse, sans verrière ni hublot, sans empennage, sans système de propulsion, sans émission de fumée de combustion du moteur. Son vol en altitude ne laissait aucune traînée de condensation. Quand il accélérât au-delà de la vitesse du son il ne produisait pas de bang sonique. L'objet ressemblait à un bonbon Tic-Tac et il était en train de zigzaguer comme une balle de ping-pong au-dessus des flots bouillonnants.

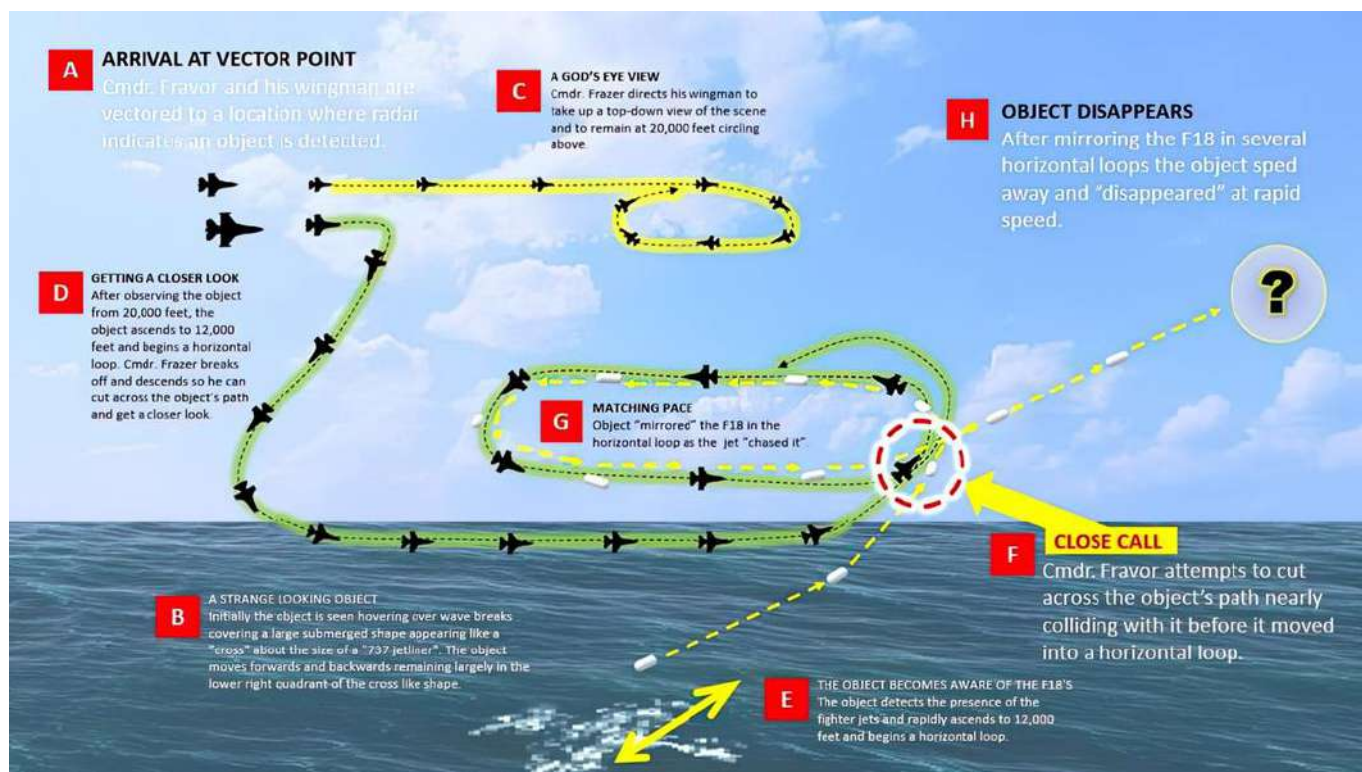


Fig.4 - Le dessin montre la manœuvre du F/A-18F Super Hornet (un avion biplace de l'escadrille des chasseurs d'attaques VF-41 Black Aces, piloté par le Commandant David Fravor, un instructeur vétérinaire de Top Gun) envoyé du porte-avions nucléaire Nimitz vers le petit HAUC pour l'identifier. Top Gun est la meilleure école de pilotage d'avion de combat au monde. Le Super Hornet est un avion comparable en performance au Rafale au Standard F4.

Le Super Hornet était accompagné d'un ailier, resté à moyenne altitude pour surveiller la zone (car il y avait à ce moment plusieurs Tic-Tac dans les environs). L'avion du Commandant plongeait pour voir de plus près le Tic-Tac qui zigzagait toujours près des vagues, probablement au-dessus d'un gros HAUC situé sous la mer.

Alors que l'avion s'approchait du Tic-Tac, celui-ci remonta à sa rencontre dans une trajectoire circulaire inverse, en miroir avec la trajectoire de l'avion.

Les deux appareils firent ensemble plusieurs circuits de poursuites puis le pilote engagea une manœuvre de dogfight (de combat de chien tournoyant) plus agressive en pointant le nez du chasseur directement sous le Tic-Tac, dans un plongeon vertical rapide, visant à effectuer une ressource sous le Tic-Tac pour le coiffer (dans un combat réel rapproché, cette manœuvre permet de mitrailler l'adversaire par le dessous, hors de sa vue). C'est à cet instant que le Tic-Tac se désengagea et accéléra de manière fulgurante, disparaissant à l'horizon en moins de 2 secondes, laissant sur place 4 aviateurs stupéfiés.



Fig.5 - Ces deux images sont des images réelles, officiellement diffusées par l'US Navy. La tache blanche est l'image réelle d'un petit HAUC d'environ 13,5 m de long. La capture de l'image s'effectue à 29,97 enregistrements par seconde, et permet de calculer que le petit HAUC a fait une accélération de 80 G entre deux images successives

Les radars du croiseur Princeton et du porte-avions Nimitz ont vu réapparaître le Tic-tac quelques secondes plus tard à 100 km de là, attendant les chasseurs à l'endroit où ceux-ci devaient s'y rendre comme prévu dans leur plan de mission. On ne sait pas comment le Tic-tac a pu connaître ces coordonnées. Les chasseurs, dont le niveau de carburant est devenu bas, sont retournés au porte-avions.

Deux autres avions, un F/A-18F Super Hornet cette fois équipé d'une nacelle de désignation de cible AN/ASQ-228 ATFLIR, assisté d'un avion de surveillance radar E-2 Hawkeye (de l'escadrille VAW-117), ont été envoyés sur la zone. Le Hawkeye, spécialisé dans la détection et la surveillance radar dans un rayon de 640 km, a échoué à acquérir et à poursuivre le HAUC à cause du retour inconsistant de l'écho. Mais l'ATFLIR du F/A-18F a permis de capter des images que vous avez tous vus à la télévision aux informations. Ces images sont comparables à celles de la Fig.5. Il existe d'autres images très nettes de HAUC prises par des satellites, et des images prises en 4K dans des vidéos qui n'ont toujours pas été révélées.

Le 5 mars 2004, un chasseur de l'Armée de l'Air mexicaine patrouillant au-dessus de l'état de Campuch s'est trouvé face à face avec 11 HAUC très lumineux au-dessus de la mer. Les HAUC sont apparus de nulle part et ont encerclé le jet militaire. D'autres jets ont rejoint le jet encerclé, ont entamé une poursuite avec les HAUC mais ceux-ci ont été trop rapides, ils ont dégagé.

Une autre rencontre s'est produite au mois de Mars 2015, sur la côte Est des Etats-Unis, de la Virginie à la Floride. Les pilotes de chasseurs F/A-18F du porte-avions nucléaire Theodore Roosevelt ont été confrontés tous les jours pendant plusieurs semaines à des groupes de HAUC. Ils ont utilisé le même système de désignation de cible AN/ASQ-228 ATFLIR pour capter des séquences vidéo. L'ATFLIR (Advanced Targeting Forward-Looking Infrared) est une nacelle de ciblage électro-optique multi-capteurs incorporant une caméra travaillant dans l'infra-rouge, une caméra de télévision travaillant dans la faible luminosité, un télémètre laser pour désigner la cible, et un système de navigation inertielle couplé à un GPS militaire de grande précision. En se basant sur une analyse des contrastes de l'image, le système permet de queue une cible en mouvement et de la poursuivre en « figeant » la cible malgré son mouvement et le mouvement de l'avion. L'ATFLIR permet de diriger un missile air-air à

guidage infrarouge vers une région où l'autodirecteur incorporé au missile est encore trop loin de la cible pour la discerner, ou encore, de lancer un missile à guidage radar vers une région où l'ATFLIR a décelé une cible, sans que le radar de l'avion ne voit rien encore pour guider ce missile (soit parce que la cible utilise une contre-mesure électronique pour brouiller le radar, ou que la cible est un avion furtif capable d'absorber le faisceau électromagnétique dirigé contre lui et de réduire drastiquement sa signature radar en dispersant le retour d'onde radar dans des directions non-linéaires ou encore de transformer le retour d'onde sur d'autres fréquences illisibles par la conduite de tir du radar adverse), en espérant que lorsque le missile arrivera à proximité de la cible, son propre radar - qui ne travaille pas dans les mêmes fréquences que le radar de l'avion - saura l'amener vers la cible.

Les auditions de la Chambre des Représentants des Etats-Unis du 13 Novembre 2024 auprès des témoins assermentés ont révélé :

- qu'un gros HAUC, un Triangle noir avec 3 feux sur les côtés, est descendu de la haute altitude pour se maintenir à environ 150 m au-dessus d'un porte-avions nucléaire et a émis une lumière rouge orangé. La luminosité de l'émission est intense, mais curieusement cette lumière n'a éclairé ni le pont du porte-avions, ni les flots environnants. L'extérieur du HAUC vu de près est lumineux et bouillonne comme la surface du soleil. Le HAUC a maintenu sa hauteur et a calé sa vitesse sur celle du porte-avions pendant un moment puis a disparu. Durant la rencontre, l'équipage (au moins 3.000 personnes) a rapporté souffrir d'une altération du temps. Après cette rencontre, l'équipage du porte-avions a déclaré se sentir comme sorti d'une transe, avec des malaises profonds.

- qu'un F-22A Raptor, en mission de surveillance de routine sur l'Est du territoire américain, a observé des petits HAUC métalliques de la taille d'une voiture, immobiles dans l'air. Le F-22A se dirigeait vers ceux-ci quand une formation de HAUC a convergé à grande vitesse vers lui. Voyant que son radar était inapte à localiser les arrivants, le F-22A Raptor a cassé sa trajectoire et a tenté de s'évader des hostiles, malheureusement il a été intercepté par 6 HAUC qui l'ont « encagé » en volant à environ 12 m de lui et l'ont virtuellement « enfermé dans une boîte ». Le F-22A Raptor, qui est un avion de supériorité aérienne super maniable, a effectué des manœuvres acrobatiques pour tenter de s'échapper, mais les HAUC ont maintenu leurs positions rigoureusement parallèles à l'avion, l'ont escorté et l'ont conduit hors de sa zone de mission. Cet incident démontre que des HAUC peuvent par exemple intercepter l'appareil de transport d'une personnalité politique et l'escorter hors du territoire américain. Inutile de préciser que dans le passé, des intercepteurs de 3^{ème} génération et de 4^{ème} génération ont tenté d'intercepter des HAUC mais toutes les tentatives ont échoué. Le Raptor est un intercepteur de 5^{ème} génération, sans aucun doute le nec plus ultra en service actuellement. Le Raptor a été conçu pour surclasser en tout point le F-15 Eagle, meilleur chasseur de 4^{ème} génération. Rappelons que le Eagle, pendant toute sa carrière opérationnelle dans de nombreux conflits à travers le monde, a descendu tous les avions qui lui ont été opposés, sans jamais avoir été descendu par aucun chasseur). Si le HAUC est capable d'interdire à un Raptor de remplir sa mission, il peut le faire pour n'importe quel avion existant.

Les petits HAUC sont de toutes formes, de toutes tailles et de couleurs très diverses : souvent comme un bonbon Tic-Tac, ovale ou encore totalement sphérique, cubique mais enfermé dans une sphère transparente, en forme de méduse, triangulaire, de flèche, de boomerang ou de triangle. L'aspect peut être métallique, brillant ou terne, de couleur rouge, orange, etc. Un petit HAUC peut se diviser en deux HAUC en plein vol, ou disparaître subitement en l'air, ou prendre

des formes très inattendues comme une masse informe munie de nombreux bras descendants. Les contours du HAUC peuvent être nets ou flous. Dans ce dernier cas le contour se couvre d'une brume qui distord la lumière, un peu comme une brume de chaleur. Les petits HAUC en forme de globule de 3 à 6 m de diamètre se déplacent souvent par bandes de douze, à très grande vitesse au ras des vagues, avant de se disperser dans de multiples directions et de disparaître. On a vu 12 HAUC se grouper dans une formation serrée en cube, 3 en formation verticale et 4 en formation horizontale. Vu de loin cette formation ressemble à un cube. Quand ils se séparent, c'est par paire. En jouant de leur luminosité respective, ils peuvent créer des illusions d'optiques.



Fig.6 – Cette image de synthèse montre comment le Tic-Tac courbe l'espace-temps local pour se déplacer dans l'air, l'eau ou l'espace. Elle figure un Tic-Tac en 3D qui se déplace dans un espace-temps représenté en 2D. L'engin s'est enveloppé d'un espace-temps propre qui le recouvre hermétiquement mais l'image ne le montre pas car la couche d'espace-temps propre est volontairement rendue invisible sur cette image. Le Tic-Tac se déplace en avant en rétrécissant les courbures de l'espace-temps local situées devant lui et en dilatant les courbures de l'espace-temps local situées derrière lui. En fait c'est l'espace-temps propre du Tic-Tac qui se déplace au sein de l'espace-temps local qui l'environne, mais le Tic-Tac dans son espace-temps propre n'a pas bougé.

Pour se rendre compte de cela il faut faire une gedanken, une « expérience de pensée ». Imaginez que vous êtes en mer, votre bateau a coulé et vous êtes en train de nager vers une île aperçue à l'horizon. Vous battez désespérément des mains et des jambes pour rester en surface et aussi pour avancer, et vous réalisez que vous perdez énormément d'énergie pour vaincre la résistance de l'eau qui vous empêche d'aller vite. Supposez maintenant qu'une planche de surf flotte à côté de vous, vous la récupérez, vous montez dessus et vous demandez au Génie du Vent de souffler puissamment sur l'eau pour créer une super vague qui va pousser la planche (et vous avec), pour que vous puissiez surfer sur la crête de la vague jusqu'à l'île. Dans le premier cas, vous consommez beaucoup d'énergie et vous luttez contre les lois de la Nature. Dans le deuxième cas, sur votre planche de surf vous consommez très

peu d'énergie, ce sont les lois de la Nature et de l'Univers qui travaillent pour vous, les deux découlant des « lois de conservations » décrites par le Théorème de Noether. Le Théorème de Noether ? Il s'applique à tout, tout autour de vous et même à l'intérieur de vous, et vous n'en êtes pas conscient. Albert Einstein l'a qualifié de « monument de la pensée mathématique ». Mais ce qui est formidable, c'est qu'en cherchant à comprendre les HAUC, vous allez mieux comprendre la nature du réel.

Imaginez maintenant que la planche de surf n'est pas faite en polystyrène expansé, mais faite d'eau de basse densité. Vous êtes alors sur une planche d'eau portée par une vague d'eau jusqu'à votre destination. Le Tic-Tac, c'est assez comparable : il s'entoure d'un espace-temps qu'il a formaté et densifié à sa manière (appelé espace-temps propre), pour être porté par un espace-temps local (qu'il a aussi formaté et densifié d'une autre manière). Habillé de son espace-temps propre, le Tic-Tac actionne son moteur de distorsion, pour distordre l'espace-temps local, puis l'éteint immédiatement, laissant aux lois de symétrie qui régissent l'Univers le soin de re-détendre ce qu'il a distordu. Ceci se passe en un temps infinitésimalement bref. Ensuite le Tic-Tac ré-actionne son moteur, le ré-éteint, etc... Il faut savoir qu'en raison des lois de conservation et de « l'invariance de la quantité de mouvement », l'Univers revient toujours à sa symétrie initiale lorsqu'on le distord localement, et c'est en provoquant un effet oscillatoire on/off de cet espace-temps qui emplit l'univers, à un rythme très rapide, que le HAUC utilise les lois de la Nature et de l'Univers pour le déplacer.

Quand vous regardez un HAUC, vos yeux voient un objet volant. Mais ce n'est pas le HAUC qui vole. Le HAUC ne fait qu'allumer et éteindre son moteur à un rythme ultra-rapide. Et c'est ce besoin naturel de l'espace-temps de l'Univers de retourner à son état d'équilibre local initial, conformément aux lois de conservation et de symétrie énoncées dans le Théorème de Noether, qui permet à l'espace-temps local de déplacer l'espace propre du Tic-Tac, espace dans lequel il se trouve dedans. Et donc, ce qui est observable, c'est le déplacement du Tic-Tac dans son milieu d'air, d'eau, d'espace cosmique alors qu'en fait le HAUC est parfaitement immobile dans son espace-temps à lui, appelé espace propre. C'est notre espace-temps local, qui porte son espace-temps propre et qui déplace son espace-temps propre...mais comme le HAUC est dedans, nous le voyons voler. Le système de propulsion du HAUC est très efficace et très subtil. En lui-même il utilise très peu d'énergie pour appeler toutes les forces de la Nature incluses dans l'espace-temps local et l'espace-temps distant à coopérer pour le faire translater dans les 3 milieux. Revoyez le Principe de Mach. Cela semble hermétique ce que je vous raconte là mais lorsque serez en fin de lecture de cet article ce sera beaucoup plus clair.

Le 23 Décembre 2022, le Président Biden avait signé la NDAA (National Defense Authorization Act), une proposition de loi soumise à *la fois* par les Démocrates et les Républicains du Sénat et de la Chambre des Représentants. Cette loi historique a permis à ceux qui ont déjà signé une NDA (Non Disclosure Act, ou obligation qui lie un individu à une non-révélation d'un secret d'état) de se défaire de leur engagement et de faire des révélations à quelques personnes de la Commission de Sécurité du Congrès, dans un cadre très contrôlé (un SCIF ou Sensitive Compartmented Information Facility) et sous des conditions très strictes, à ne plus être poursuivi ou neutralisé sans procès par les services de sécurité du gouvernement. Je ne rentrerai pas dans le détail du bras de fer entre le Congrès et le Département de la Défense du Gouvernement américain, mais il existerait, d'après Ross Coulthart, un décret présidentiel datant de 1954 signé par le Président Eisenhower qui verrouille jusqu'à aujourd'hui le secret des Legacy Programs de récupération et d'ingénierie inverse des HAUC. Alors que d'après la

Constitution américaine, le Congrès doit superviser de tout ce qu'elle paye pour le gouvernement. Sur quelle base un décret d'un président oblige ses successeurs et les responsables civils et militaires à écouter des mensonges ? Sur quelle base un président qui demande à être informé des HAUC se voit-il écarté de l'accès à l'information ? C'est quoi cette démocratie où le président a été trompé, où le Congrès a été trompé ? En tout cas, grâce à cette NDA, des témoignages ont fuité et on a appris de source sûre qu'un très petit HAUC peut apparaître sous la forme d'orbe, que cette boules de lumière n'est pas un phénomène atmosphérique comme « la foudre en boule », un feu de marais ou un feu fantôme d'un cimetière ou une lanterne chinoises volante. Un orbe peut être une boule métallique, un cube ou un isocaèdre noir englobé dans une sphère transparente ou lumineuse comme une boule de plasma. Selon leur couleur, transparence et luminosité, ces orbes... dont les plus petits mesurent environ 8 cm de diamètre, peuvent être anodins, ou porter des intentions malveillantes, ou commettre des actions destructrices. Lorsqu'il est inoffensif, l'orbe est de couleur blanche ou jaune. Il conduit une mission de surveillance. Il peut se démultiplier pour vous suivre (vous et aussi vos proches) chez vous et dans vos déplacements en restant la plupart du temps à environ 220 cm du sol. Il peut vous retrouver même si vous partez à plusieurs milliers de kilomètres du précédent endroit. Les orbes peuvent se mettre en lévitation immobile ou se déplacer et peuvent se morpher pour vous apparaître sous différentes formes physiques. On a vu des orbes sortir de la mer. Ils peuvent apparaître spontanément au loin et se rapprocher soudainement de vous, mais ils peuvent aussi apparaître comme venu de nulle part en sortant d'un meuble par exemple. Ils peuvent aussi passer d'une pièce à l'autre en traversant un mur. Lorsque l'orbe est malveillant, il est orangé ou rouge. Il peut vous traverser physiquement sans laisser de trace, infligeant à votre organisme des changements physiologiques et psychiques dont les SAP (Special Access Programs : programmes compartimentés de recherches classés « Top Secret » placés sous le contrôle du National Security Council pour informer en direct La Maison Blanche) tentent d'analyser pour comprendre « l'effet final » recherché par les entités qui les contrôlent. Lorsque l'orbe est destructif, il est bleu et il peut émettre un rayonnement qui vous vide entièrement ou partiellement de vos sucs, votre sang par exemple comme dans les cas de chupa-chupa au Brésil, ou désintégrer carrément un corps en ne laissant sur place que quelques minuscules fragments. Une vidéo récente montre une formation de 4 orbes immobiles, filmés en plusieurs fréquences du spectre électromagnétique permettant de caractériser leur température et leur forme exacte cachée par l'éclat lumineux. Un missile leur a été tiré dessus. La séquence d'image laisse deviner que c'est probablement un MANPADS (Man Portable Air Defense System) de type Starstreak qui a été utilisé pour l'interception, parce le Starstreak est le plus rapide de tous les MANPADS, il va où on vise (guidage laser) et ne risque pas de s'égarer sur d'autres cibles non désignées comme risquent de faire les MANPAD à guidage infra-rouge de type « tire et oublie », et seul le Starstreak est théoriquement capable d'abattre plusieurs orbes en un seul tir parce que le missile largue trois dards à guidage indépendant. Deux des 3 dards du missile ont explosé en plein dans deux orbes mais aucun n'a été endommagé, aucun n'a été détruit. Les orbes n'ont même pas bougé de leur position.

Mais revenons aux gros HAUC, et à leur mode de fonctionnement. Tout d'abord est-ce que les gros HAUC existent en tant qu'objets physiques réels. La réponse est oui. Quelle est leur forme, leur taille ? Les observations indiquent des objets ressemblant à des grosses soucoupes, des triangles, des cylindres, des dirigeables, ou à des objets de formes tarabiscotées ou des objets qui changent d'aspect. Un gros HAUC rentre dans une boîte de 500m de long, 200m de large et 100m de haut. Les plus gros HAUC mesurent plusieurs

kilomètres en envergure, et des sources sérieuses en ont signalé d'aussi gros qu'une montagne ou une île. Certaines sources prétendent sans apporter de preuves que les très gros HAUC sont des bases sous-marines mobiles.

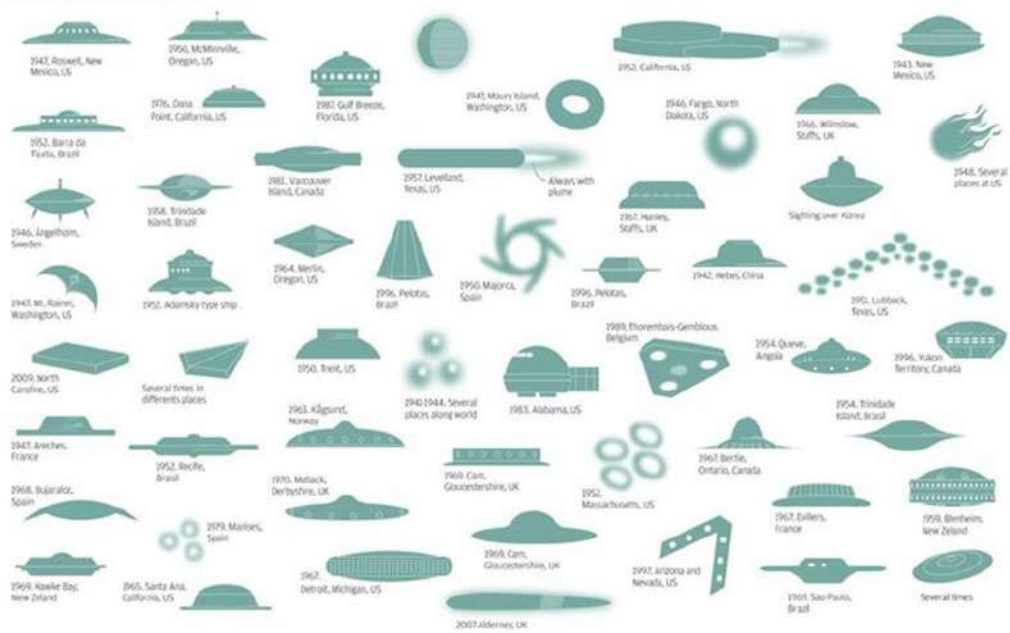


Fig.7 – Le big HAUC typique est un vaisseau amiral ressemblant à un noyau de mangue de 200 à 400 m de long. Voici un big HAUC aperçu le 13 février 1980, dans le ciel girondin, à Etauliers (France). Sans preuve formelle, il faut avoir à l'esprit qu'une image montrée est figurative et ne présume pas que ce qui est montré est vraiment réel ou pas. Est-ce un nuage lenticulaire, est-ce un big HAUC qui s'est habillé comme un nuage lenticulaire, on ne le sait pas au juste. Il est difficile de distinguer une image originale des reconstitutions.

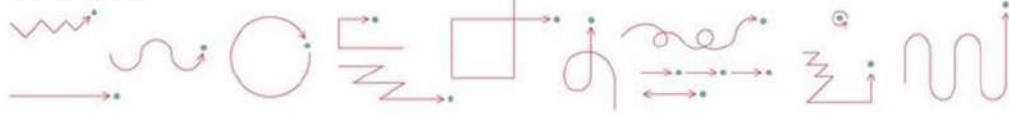
Un big HAUC peut se déplacer dans n'importe quelle direction sans orientation préalable de sa structure. Les HAUC émergent de l'eau suivant un angle aigu quand ils gagnent directement l'espace. Sinon, en sortant de l'eau ils restent en sustentation immobile et translatent en douceur. Le gros HAUC a un aspect céramo-métallique. Il peut afficher des concavités et des protubérances sur ses surfaces. Il s'entoure souvent d'un intense halo blanc, orange ou rouge qui ne laisse pas discerner sa forme véritable. Il peut se rendre invisible à nos yeux, se flouter ou s'entourer d'une masse solide transparente, se départager en objets bizarres ou disparaître brusquement du ciel. Les HAUC sont de formes très diverses, comme le montre la Fig.8. Le gros HAUC héberge des petits HAUC et peut larguer des objets très brillants comme les orbes par exemple. Il peut se laisser détecter par nos systèmes de détection radar, infra-rouge, et ultra-violet mais il peut aussi se rendre complètement indétectable par nos capteurs. Pour éviter de se faire détecter par nos réseaux de satellites, il fonce vers la stratosphère puis redescend brusquement se cacher dans la couche nuageuse basse. Il utilise alors la masse et l'étendue des nuages pour cacher sa trajectoire et parvient à rejoindre en zigzag le niveau de la mer sans être détecté. Les big HAUC apparaissent un peu partout dans le monde. Des fois, c'est le même qui apparaît en plusieurs endroits différents. Les récits des abductés (kidnappés ayant subi des sévices ou non) concernent toujours des gros HAUC.

Cet article n'est qu'une compilation de textes destinée à m'éclairer sur le phénomène des HAUC. Il n'y a aucune intention de convaincre qui que ce soit dans un sens ou dans un autre.

UFO's shapes sighted along years



Movements and maneuvers



Objects and natural phenomena mistaken as UFO



Fact or fiction?

Today is World UFO Day, where like minded people would celebrate the unidentified flying object (UFO) phenomenon. Whether you are a believer or a naysayer, it is undeniable how much impact these "flying saucers" have on shaping post-Cold War culture.

Sightings

● Most important ● Last two months ○ Abductions and meeting with aliens

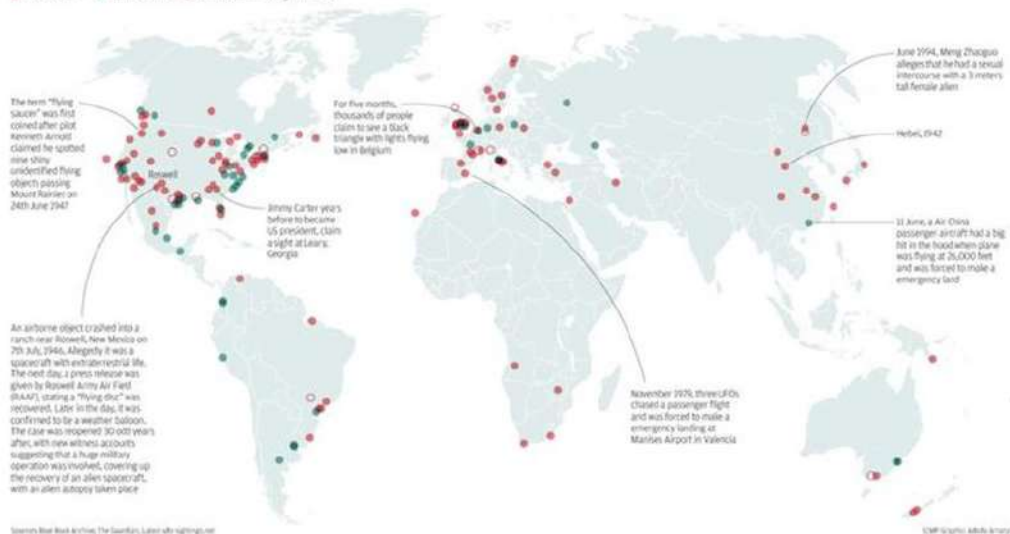


Fig.8 – Les formes typiques des HAUC, les profils de trajectoires, les localisations.



Fig.9 – Un HAUC est apparu le 22 Mai 2015 dans le ciel de Saïgon (Ho Chi Minh Ville) à côté de la Bitexco Financial Tower, en plein centre-ville rue Nguyen Hue. L'engin s'était placé en hauteur, à gauche de la plateforme d'atterrissage des hélicoptères de la tour. L'analyse de l'image prise par l'étudiante Nguyen Nhat Phuong Thuy de l'Université Hoa Sen avec son smartphone a montré que le chapelet de ronds lumineux est disposé à la base d'un dôme qui surmonte un objet en forme de soucoupe. Le même engin a été vu fin Avril à San Diego en Californie (USA) et aussi à Taïwan.

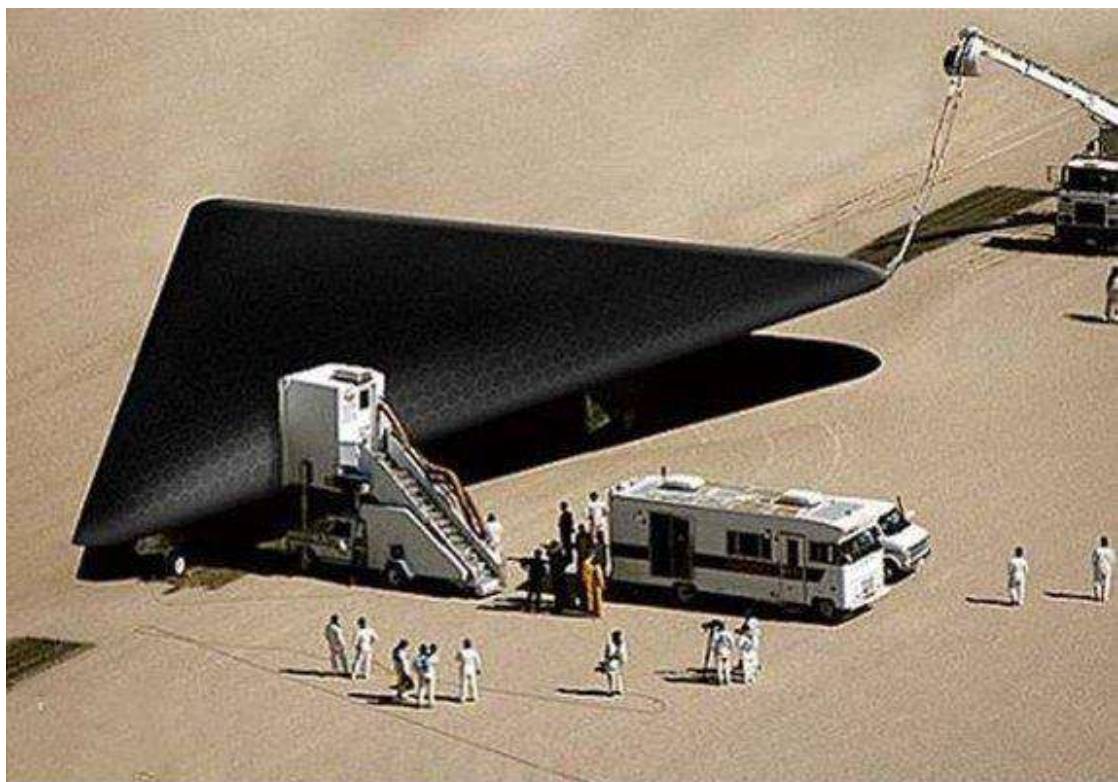
Une catégorie de **big HAUC, les triangles noirs**, a été bien étudiée et abondamment décrite. Depuis 20 ans, on les rencontre de plus en plus fréquemment. Une typologie a été développée en 1964 pour les décrire. Il y a eu une vague d'apparitions en 1989 et en 1990. Ils se déplacent doucement comme en une glissade aérienne parfaitement silencieuse, mais peuvent aussi accélérer de manière fulgurante et disparaître à des vitesses vertigineuses. Evidemment, j'évacue tout de suite les hypothèses farfelues suivant lesquelles ces triangles noirs sont des appareils terrestres tels que les F-117A Nighthawk, les drones de forme triangulaire X-47A Pegasus ou d'autres avions inexistantes tels que les TR-3B Astra ou le SR-73 Helion.



Fig.10 – Deux F-117A Nighthawk, des avions bien réels, escortent un SR-73 Helion, un avion fictif issu d'un projet non abouti. L'image est sans aucun doute un fake.



Fig.11 – Le drone J-UCAS X-47A Pegasus, à ne pas confondre avec un HAUC. Le problème d'aujourd'hui est qu'à chaque fois que les autorités ont affaire à des HAUC qui survolent des installations nucléaires ou militaires, ils prétendent que ce sont des drones ou des ballons et qu'on ne peut donner d'information parce que l'enquête est toujours en cours.



USAF Top Secret Nuclear Powered Flying Triangle - The TR-3B

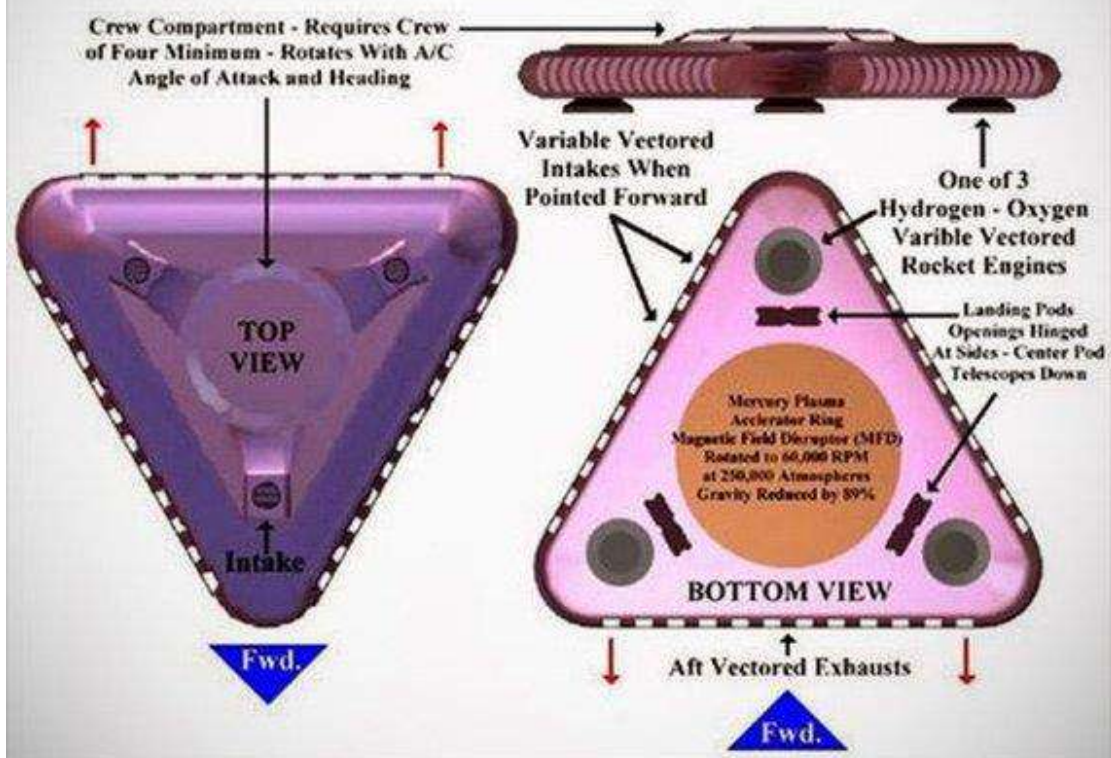


Fig.12 – Le TR-3B Astra, un avion qui n'existe pas.

Les gens en contact avec les big HAUC se répartissent en 2 groupes : ou bien ils sont tétanisés et ont eu très peur des apparitions, ou bien ils sont subjugués et se sont sentis attirés par le phénomène, au point de vouloir monter dans le HAUC. La plupart de ceux qui ont approché le HAUC ou qui ont été abductés subissent des modifications physiques ou des modifications de leur conscience. Certaines personnes ont même reçu un implant. L'implant est un minuscule composant revêtu de tissu organique qui se comporte comme un organoïde mobile autonome dans le corps du sujet.

Les témoignages de plus de 2.500 observateurs de HAUC à travers le monde ont permis, grâce aux descriptions, d'établir une classification et d'en tirer des enseignements. La catégorisation des apparitions, liée aux effets perçus par les témoins, ont permis d'enlever des doutes ou de soulever de nouvelles questions.

Les doutes : est-ce qu'on a affaire à un même engin qui peut prendre des formes extrêmement différentes ou est-ce qu'un même engin est décrit par des témoins culturellement différents ? Est-il possible que des témoins ne le voient pas dans les mêmes conditions (angle de vue, condition d'éclairage, conditions atmosphériques, etc. ? On a trouvé des cas où des témoins crédibles ont observé des HAUC qui changent de forme en cours d'observation. On en conclut que le HAUC est capable de se métamorphoser ou de nous donner à voir ce qu'il a envie de nous faire voir. Il se joue de notre perception d'une manière ou d'une autre. Tous les cas de figures existent lors d'une rencontre rapprochée avec un triangle noir : chaque témoin a vu une chose différente alors qu'ils ont les mêmes yeux et les mêmes références culturelles. Pourquoi les témoins ne voient-ils pas la même chose ? Il y a quelque chose dans le triangle noir qui est en interaction avec le psychisme ou le système perceptif du témoin, quelque chose qui est temporairement lié à la conscience du témoin. Si c'est vraiment le cas, comment les HAUC agissent-ils sur notre perception et en quoi notre cerveau a-t-il été impacté ? Les chercheurs de l'Université de Stanford, en particulier le Professeur Garry Nolan, a identifié le problème.

Les dénominateurs communs : comme le montre la Fig.13, les triangles noirs ne sont pas tous identiques mais ont des points communs. Par exemple, et sans être exhaustif :

- La taille des gros triangles noirs est incompatible avec les appareils volants humains.
- Les caractéristiques d'un vol à très basse vitesse sans aucun bruit (sauf si l'observateur se trouve très proche de l'engin), et sans aucune perturbation environnementale, sont incompatibles avec les appareils volants humains.
- L'engin peut se rendre totalement invisible à nos yeux et à nos moyens de détection.

Catégorie 1 : **Les triangles noirs à 3 feux à chaque angle**. Les feux sont de tailles variables. Les feux ne sont pas comme les projecteurs des stades de foot, ils projettent une lumière diffuse. On peut se demander à quoi servent ces feux ? Est-ce que leur fonction est de servir comme feux anticollisions pour informer nos avions de la route du triangle noir, de scanner le terrain, ou à la sustentation et au déplacement de l'engin ? Les triangles noirs sont souvent silencieux et apparaissent avec peu d'épaisseur, comme si le triangle était plat. Le cas le plus fréquemment observé est un triangle équilatéral. Le résumé du rapport « Immaculate Constellation » a indiqué que c'est un Triangle de cette catégorie qui s'est immobilisé au-dessus d'un porte-avions américain. Pour le moment le public n'a pas accès au rapport complet, qui comporte 200 pages.

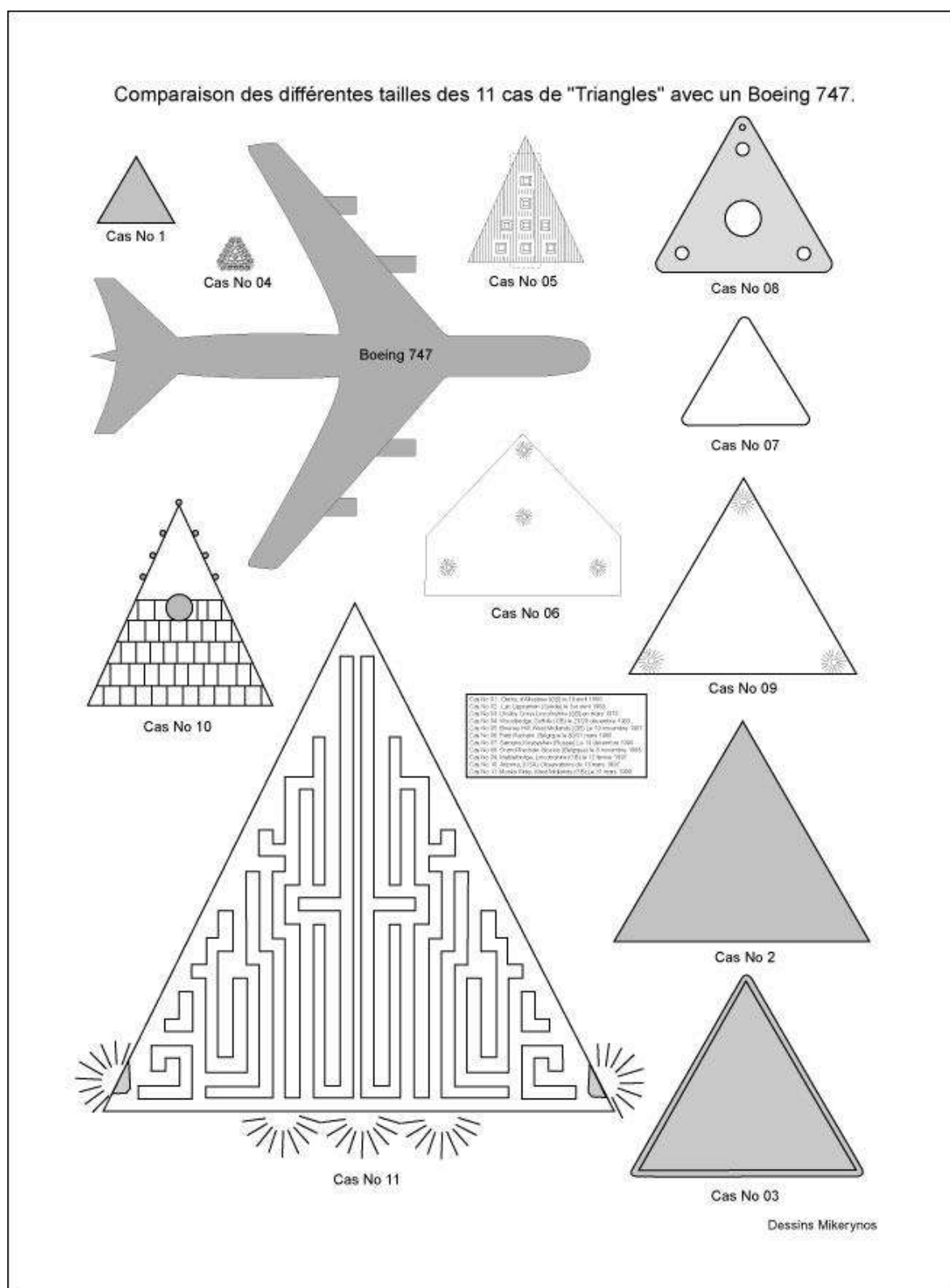


Fig. 13 – Les HAUC de forme triangulaire peuvent apparaître comme un triangle équilatéral ou non, ces triangles peuvent être de contour net ou flou, les pointes sont aiguës ou arrondies. La couleur est souvent sombre et lorsqu'ils sont noirs, c'est d'un noir très profond. Ils apparaissent comme des objets plats, mais vu de près ce sont bien des objets en 3D. Ils ont été vus à très basse altitude, ce qui a permis de bien évaluer leur dimension et de dresser un portrait-robot reliant leurs caractéristiques aux effets qu'ils provoquent sur les observateurs.



Fig. 14 – Un HAUC Triangle noir de la catégorie 1. C'est la catégorie la plus fréquemment observée. Ils peuvent apparaître d'abord comme 2 orbes dans le ciel, puis un 3^{ème} orbe surgit et on réalise que c'est un triangle doté de 3 feux. La nuit ce triangle noir est peu visible et son vol peut ressembler à une formation de 3 orbes. Philippe Legrand, un de mes amis proches, en a vu un de jour à très basse altitude, se dirigeant de la mer vers l'intérieur des terres. Le Triangle noir l'a survolé de jour dans un vol lent parfaitement silencieux à très basse vitesse, alors qu'il se trouvait sur une plage. Son témoignage ne souffre d'aucun doute. Plusieurs gros HAUC Triangle noir de catégorie 1 ont été observés en 2023 à Sunrise en Floride (USA).

Catégorie 2 : **Triangle noir sans aucun feu**. Ils sont silencieux, de grande dimension, et apparaissent comme un triangle plat d'un noir étrange très inhabituel qui interpelle immédiatement l'observateur.



Fig.15 – Triangle d'un noir absolu de catégorie 2. Le cas d'apparition le plus rare, toutes catégories confondues.

Entrent dans cette catégorie des triangles observés avec un seul feu central ou un seul feu dans un coin de la masse porteuse. Ce feu unique peut être de couleur et de dimension variable. Comme l'objet est immense, sa vue est un choc. Ces Triangles sont rarement vus, mais quand ils apparaissent le ciel semble se déchirer autour d'eux. Les témoins décrivent un ciel bleu avec ou sans nuage, puis soudainement on voit se former des rides et un triangle d'un noir absolument inhabituel apparaît. On a l'impression qu'il s'est creusé un trou dans le ciel pour en sortir. Vol très lent parfaitement silencieux. Si un engin de ce type se déplace la nuit, impossible de le voir. Ils sont indétectables au radar (cas de Newark près de New-York, où un immense triangle noir de cette catégorie d'au moins 1 km de long s'est immobilisé à 1000m d'altitude en bout de piste de l'aéroport international.

Catégorie 3 : **Triangle à 3 feux aux extrémités, et un seul feu placé au centre. Le quatrième feu est de couleur, de dimension et de forme différente des 3 autres.**

A quoi sert ce 4^{ème} feu dans une masse porteuse totalement noire ou pas, mais toujours sombre ? La masse porteuse peut avoir une épaisseur ou non. La surface externe peut présenter des motifs parfois très complexes. Le quatrième feu peut parfois se détacher et se transformer en une grosse masse volante lumineuse ou non.



Fig.16 – *Triangle noir de catégorie 3 : le rond central est parfois entouré d'un cercle dans lequel une ou plusieurs lumières tournoient.*

La catégorie 3 est illustrée par la rencontre du 4 Mai 2014 d'un Triangle de 100m sur 65m avec 2 témoins directs et plusieurs témoins indirects, dans les Laurentides près des Lacs Supérieurs au Canada. Le Triangle était observé entre 30 et 50 m d'altitude et se déplaçait très lentement au-dessus de la maison des témoins. Des défaillances électromagnétiques ont été constatées par une enquête du Garpan et une contre-vérification de l'AQU. Guillaume Lamothe et Y.V., enquêteurs du Garpan, ont interviewé une observatrice qui se trouvait à moins de 100m du Triangle Noir. En voici le récit, enregistré le 13 juin 2014. Il y a eu un autre enregistrement qui n'a pas obtenu l'autorisation de publication.



Fig.17 – L'image illustre la rencontre d'un Triangle Noir de catégorie 3 avec des témoins le 4 Mai 2014 au Canada.

Enquêteur Y.V. : Qu'est-il arrivé ? Vous disiez que cela s'est passé le premier dimanche du mois de mai ?

Témoignage : Oui, je pense que c'était le 4 mai [2014], vers 20h00-20h15. Je suis sortie sur mon balcon pour fumer une cigarette, et là, j'ai vu un gros vaisseau qui flottait au-dessus de la maison de mon voisin qui est en face de chez nous.

E : Ça ressemblait à quoi ?

T : C'était vraiment immense, en forme de triangle. Il était assez épais et il avait des lumières rouges. Il flottait au-dessus des arbres.

E : C'était plus haut que la cime des arbres ?

T : C'était à la hauteur de la cime des arbres, ce n'était vraiment pas haut.

E : Quand vous dites qu'il avait une forme triangulaire avec des lumières, vous pouvez nous dire quel type de triangle et où se situaient les lumières ?

T : Il y avait des lumières rouges à l'avant, et il y en avait deux autres de chaque bord à la fin [à l'arrière] du triangle.

E : Quand vous dites que l'OVNI était rouge, c'était à cause de ces lumières-là ?

T : Oui.

E : Ce n'était pas l'OVNI en tant que tel qui était rouge ?

T : Non, non, il y avait des lumières rouges, mais l'engin était foncé, comme gris foncé qui tire un peu sur le noir.

E : Si on fait une proportion, vous voyez l'ovni devant vous, il y a du rouge, vous voyez une couleur foncée, dites-moi, 50% du vaisseau était illuminé rouge, 50% était dans l'ombre de sa propre couleur ?

T : Et bien moi, je dirais que le vaisseau était foncé et en dessous, ça flottait comme dans un voile rouge.

E : La luminosité était surtout en dessous du vaisseau ?

T : Oui.

E : Quand vous dites « triangulaire », ça veut dire quoi ?

T : Il était plus petit à l'avant et ça allait comme un triangle : une lumière était au-dessus de la maison du voisin, et l'autre ici.

E : Est-ce que c'était un triangle équilatéral ou un vaisseau en forme de triangle ?

T : C'était en forme de triangle avec, à l'avant, une grosse lumière rouge, et, à chaque bout, des lumières rouges.

E : En gros, il y avait trois (3) lumières ?

T : Oui, c'est ce que j'ai vu. Et [la lumière rouge] à l'avant, elle tournait comme des lumières de Noël qui flashent l'une après l'autre, ça faisait : touk touk, touk touk...

E : Cette lumière à l'avant était composée d'une ou plusieurs lumières qui flashaient ?

T : C'était rouge, mais j'avais l'impression qu'il y en avait [plusieurs] qui tournoyaient tout autour de cette lumière rouge.

E : Comment réagissaient ces lumières à l'arrière, sur les autres pointes ?

T : Moi, je voyais juste des lumières rouges. Ça [ne] flashait pas, il y avait des lumières rouges en dessous.

E : C'était des lumières fixes ?

T : Oui.

E : Est-ce qu'elles étaient plus lumineuses ou moins lumineuses que les lumières de devant ?

T : C'était la même couleur, sauf que celle de devant clignotait. C'était vraiment rouge et ça flottait comme dans un nuage rouge.

E : C'est sûr que lorsque vous allez faire un dessin, ce sera plus clair, mais je vois quelques questions. Vous avez parlé de l'épaisseur de l'ovni : si vous comparez à la longueur de l'OVNI, l'épaisseur, c'est quelle proportion ?

T : C'était plus long qu'épais, mais l'épaisseur était importante : mon conjoint a parlé de 25-30 pieds [8-10 m] d'épaisseur.

E : D'accord. Si on prend la hauteur de l'OVNI, et qu'on la met à l'horizontale : ça rentre combien de fois dans la longueur ?

T : Je ne sais pas comment dire, mais quelqu'un qui est venu dernièrement, a dit que ça pourrait être dans les 300 pieds [100 m].

E : En fin de compte, l'épaisseur, ça devrait être 1/10^{ème} de la longueur totale ?

T : Oui, 30 pieds d'épaisseur et 300 pieds de diamètre.

E : C'est bon pour les dimensions. Avec le dessin, ça va permettre de mieux comprendre. À partir de quel moment, votre conjoint vous a-t-il rejoint pour observer cela ?

T : Moi, je l'ai observé environ une minute et demie (90 sec.), j'ai paniqué un peu, puis j'ai crié et appelé mon conjoint pour qu'il voie aussi ce que je voyais.

E : Vous êtes rentrée pour aller le chercher ou vous êtes restée dehors ?

T : Non, j'ai crié.

E : Il est venu au bout de combien de temps et comment a-t-il réagi ?

T : Il est arrivé en quelques secondes et lorsqu'il l'a vu, il est resté planté devant. Et moi, comme j'avais vraiment peur, j'ai crié à mes enfants qui se sont demandé ce qu'il se passait lorsqu'ils m'ont entendue crier. Je leur ai dit de rester dans la maison, j'ai fermé la porte [d'entrée de la maison] et ils se sont enfermés dans la chambre. Je ne voulais pas qu'ils sortent.

E : Et quand vous leur avez crié cela, est-ce que vous êtes rentrée dans la maison ?

T : Non, j'ai juste tenu la porte tout en regardant le ciel, je ne voulais pas qu'ils sortent.

E : Combien de temps a duré l'observation avec votre conjoint ?

T : Avec mon conjoint, on l'a regardé pendant au moins 30 à 40 secondes. J'ai dit à mon conjoint d'aller vite chercher le Kodak [l'appareil photographique], parce que je me suis dit que personne [n'] allait me croire. Le temps qu'il rentre et qu'il trouve l'appareil, moi je me suis mise à paniquer parce que je ne connais pas bien l'emploi de l'appareil : je l'ai eu à Noël, et je ne sais pas trop m'en servir ; je ne suis pas très à l'aise avec la technologie. J'ai essayé de prendre une photo, je l'ai vu disparaître.

E : Pendant que vous essayiez de prendre une photo, votre conjoint était-il resté avec vous à l'observer ?

T : Oui, il est resté avec moi.

E : Et lui, qu'est-ce qu'il a dit lorsque l'OVNI a disparu ?

T : Lui, il dit comme moi, il [l'OVNI] a disparu.

E : Il ne s'est pas déplacé, il a disparu sur place ?

T : On ne l'a pas revu, le temps que tout se passe avec l'appareil [photo], il a disparu, il n'y avait plus rien.

E : Vous ne l'avez pas vu se déplacer ?

T : Non, il était tellement gros, il allait de la droite de mon balcon jusqu'à la maison de mon voisin sur la gauche : il était tellement gros, qu'on pouvait voir la queue à l'autre bout. Ça flottait, mais vraiment pas vite. Au début, je croyais que c'était un avion ou un hélicoptère, mais plus je le regardais, plus je me disais que ça ne pouvait pas être ça. Je me suis posé des questions, mais même mon conjoint m'a dit que ça ne pouvait pas être un avion.

E : Est-ce que vous avez vu l'OVNI se stabiliser, ou il se déplaçait tranquillement tout le temps de l'observation ?

T : Je ne peux pas dire s'il allait à 10 km/h, parce qu'il flottait bien tranquillement.

E : Est-ce que vous avez senti que, à un moment donné, il ne bougeait plus du tout, ou il bougeait tranquillement ?

T : S'il bougeait, il [ne] bougeait vraiment pas vite. J'ai été capable de le voir au moins une minute et demie à deux minutes [90-120 sec.], et, de plus, mon conjoint l'a vu une minute [60 sec.]. S'il avait eu à bouger, on l'aurait vu flotter plus vite, mais il flottait tranquillement... Je pense qu'il bougeait comme un petit souffle [du vent].

E : En fin de compte, vous êtes persuadée que lorsque vous l'avez vu au début de l'observation, il se déplaçait, et vers la fin de l'observation, il se déplaçait moins vite ou pas du tout ?

T : Presque pas du tout.

E : Quand il a disparu, vous ne l'avez pas vu — par exemple — diminuer d'intensité lumineuse, ou devenir plus sombre ; il était là, puis d'un coup, il n'y était plus ?

T : Ce qui m'étonne, c'est que les arbres n'ont pas été abimés : parce qu'à la hauteur où il se trouvait, ça m'a étonnée que les arbres ne soient pas cassés.

E : Quand vous regardez le décor, l'OVNI se situait là où il y a des arbres, et l'OVNI aurait-il dû frapper les arbres ?

T : Peut-être pas les frapper, mais si un avion était passé, les branches d'arbres auraient pu être cassées.

E : Okay. Si on poursuit l'événement, à partir du moment où il a disparu, vous avez eu le temps de prendre une photo ?

T : Non, je n'ai pas eu le temps de prendre une photo.

E : L'ovni disparaît, c'est important de savoir ce que vous avez fait dans les minutes suivantes : comment vous sentiez-vous ? Qu'est-ce que vous vous êtes dit ? Et que s'est-il passé par la suite ?

T : Quand le vaisseau était là, je n'entendais plus rien. Je n'entendais pas de bruit. Après ça, je ne me rappelle pas. J'ai eu la peur de ma vie !

E : Qu'est-ce qui s'est passé quand vous êtes rentrée dans la maison ? Qu'est-ce que vous vous êtes dit ?

T : Je suis rentrée et je n'arrêtais pas de me dire que je n'étais pas folle : « J'ai bien vu ça ! ». Les enfants sont sortis de leurs chambres. J'avais les jambes molles.

E : Comment réagissait votre conjoint pendant que étiez hors de vous-même ?

T : Il était calme ; lui, c'est le calme même. Il était content, il essayait de me rassurer, que ce n'était pas dangereux, que ce n'était pas grave.

E : Il avait déjà vu des OVNI, il était impressionné de ça ?

T : Il a été impressionné, mais il a aimé ça. Il aimerait bien en voir d'autres.

E : Est-ce qu'il en a parlé à d'autres personnes, à des amis ou des gens de la famille ?

T : Non, on n'en a pas vraiment parlé. J'en ai juste parlé à une amie, je savais qu'elle ne me traiterait pas de folle.

E : Oui, c'est important d'en parler aux bonnes personnes.

T : Je n'ai pas envie d'être pointée du doigt : s'il y a quelqu'un de méchant, il va le dire à tout le monde.

E : Oui, c'est ça, il ne faut pas raconter cela à n'importe qui. Mais durant la soirée et les jours suivants, racontez-moi ce qui s'est passé ?

T : Pendant la soirée, j'étais très énervée, je suis allée voir sur Internet, parce qu'avec ce que j'avais vu, je me disais que je n'étais pas folle, il faut que j'aie vu ce que c'est que ça les vaisseaux. Moi, je n'avais jamais vu ça. Je suis allée sur Internet jusqu'à minuit, mais mon Internet ne marchait pas, rien ne marchait chez nous [le micro-ondes détraquait et internet ne fonctionnait pas]. Je suis allée me coucher.

E : Je reviens sur votre observation : quand vous avez vu l'OVNI, vous dites qu'il n'y avait pas de sons. Dites-le-moi encore, et si c'est confirmé par votre conjoint ?

T : Ici, il y a des grenouilles parce que j'habite près d'un lac. Derrière chez nous, il y a des lacs tout autour, il y en a quatre ou cinq. Ce que j'ai senti, c'est comme un roulement de tambour dans mon oreille. J'entendais comme des vibrations dans mes oreilles.

E : Il n'y avait pas de son à l'extérieur ?

T : Non, il n'y avait aucun son. Je n'entendais rien, et j'étais trop captivée à regarder ce qu'il y avait devant moi.

E : Est-ce que votre conjoint a aussi remarqué qu'il n'y avait pas de son ?

T : Oui.

E : Comment le dit-il avec ses mots ?

T : Lui, il trouve ça étrange qu'on [n'] entendait même pas le vent. Il a aimé ça. Il n'y avait pas de bruit, on n'entendait pas les grenouilles, qu'habituellement on entend quand on se parle en soirée, parce que les grenouilles chantent beaucoup au mois de mai, et là, on n'entendait rien. J'ai même dit : « Ça ne fait même pas de bruit cette affaire-là ! ».

T : Oui, parce que maintenant, je vais être moins sceptique. Quand les gens me parleront de quelque chose que je n'ai pas vu, que je ne connais pas, au lieu de porter un jugement, je me dirai que c'est possible. Je ne suis pas quelqu'un qui juge, mais maintenant, je vais croire un peu plus les gens autour de moi.

E : C'est avec un grand plaisir, chère Madame, de recevoir votre témoignage. Ce que je ferai, c'est que je vous remettrai par écrit toute la conversation que l'on vient d'avoir, tout ce qui est important. Je vous enverrai une copie, si vous êtes d'accord avec la façon dont ça a été transcrit.

T : Peut-être que dans l'avenir, j'en parlerai beaucoup moins, mais pour l'instant, ce n'est pas mon meilleur souvenir. Le temps que « j'apprivoise » tout ça, que j'aie moins peur, que je me sente en sécurité. Ça va mieux, mais si vous m'aviez parlé, il y a deux ou trois semaines... J'étais en larmes au téléphone, j'étais toute pâle, paniquée.

E : Ça aurait été peut-être bon que vous nous appeliez dans ce cas-là.

T : Oh oui, [mais] je ne savais même pas où chercher. J'ai tellement cherché, j'avais écrit : « J'ai vu un OVNI, j'ai besoin d'aide, j'ai vu un vaisseau, aidez-moi ». Mais quand j'ai cherché des informations sur les vaisseaux, j'ai vu GARPAN, avec un grand rectangle en plein dans le ciel.

E : C'est justement le cas de Saint-Jérôme dont je vous ai parlé tout à l'heure. J'ai vu ça avec des dessins superposés, mais je ne pensais pas qu'il fallait vous appeler. J'ai pensé qu'il fallait appeler la police, je ne savais pas qui appeler étant donné que je n'avais pas reçu de réponse à mon appel. Il fallait que j'en parle à quelqu'un. » Fin du récit.

Catégorie 4 : **Triangle avec plus de 4 feux**. Ces autres feux peuvent être de forme, de couleur, de dimension très variable. Quelle est la fonction de ces feux multiples ? Un témoin a dit que « c'est comme une boîte de nuit au-dessus de ma tête, cela clignotait dans tous les sens, sauf qu'il manquait la musique ». La masse porteuse est gris sombre ou colorée. La surface externe présente divers motifs parfois très complexes. Leur dimension peut être exprimée en kilomètres.

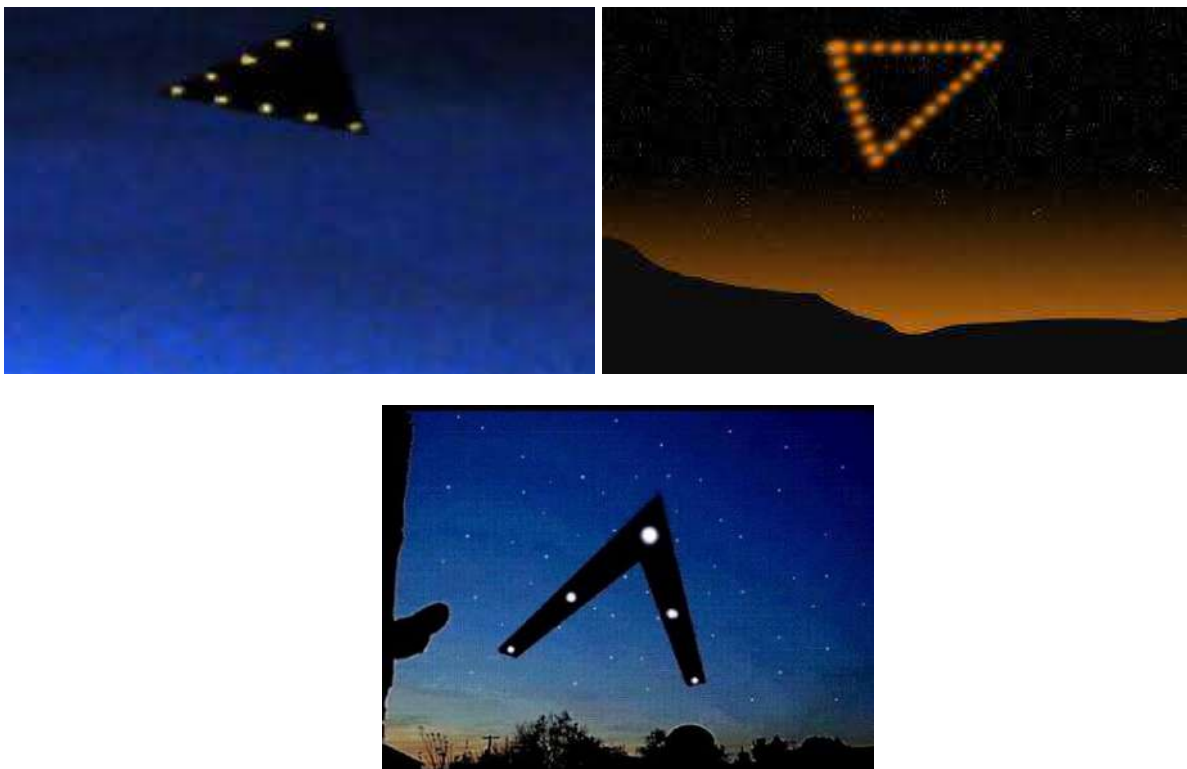


Fig.18 – Quelques exemples de Triangles noirs de la catégorie 4.

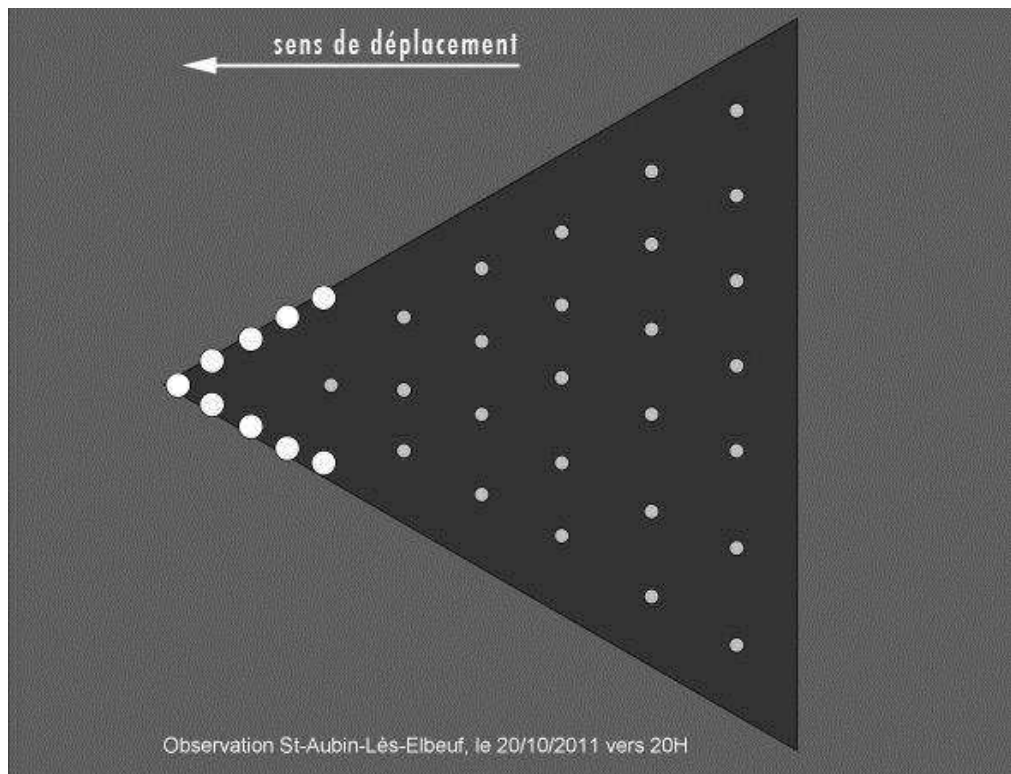


Fig.19 - Illustration fournie par le témoin d'un Triangle de catégorie 4 aperçu en France

Voici le récit du témoin : « J'habite Saint-Aubin-lès-Elbeuf dans le 76, au sud de Rouen. Jeudi 20 octobre 2011, vers 20H00, je sortais mon chien et je me suis assis sur un banc public pour attendre ma bête. J'ai levé machinalement les yeux vers le ciel, il était très dégagé et très limpide, laissant parfaitement voir les étoiles. J'ai remarqué immédiatement une sorte de "V" constitué de points faiblement lumineux qui avançait assez rapidement. J'ai tout d'abord cru qu'il s'agissait d'un vol d'oies sauvages comme on en voit assez régulièrement en fin d'année. Puis, mes yeux s'étant ajustés à l'environnement étoilé, j'ai soudain distingué un très grand triangle sombre et le "V" est apparu comme étant en fait de "petites" lumières blanches, je dirais entre 10 et 12, qui bordaient la pointe de ce triangle.

Scrutant plus fortement, j'ai rapidement repéré que tout ce triangle comportait une trame régulière de petits points lumineux (un peu moins lumineux que le "V" avant) sur toute la surface.

L'objet ne semblait pas très haut, peut-être à 2000 pieds (je suis pilote privé). Sa vitesse était semblable à celle d'un avion de ligne en approche, mais il n'y avait aucun bruit : un avion de ligne à cette hauteur aurait fait un bruit très largement supérieur au bruit ambiant (j'étais dans un parc plutôt silencieux).

Il y avait malheureusement des arbres devant moi et je n'ai pas pu observer l'objet plus de 20 secondes environ, mais j'affirme sans aucun doute que ce n'était pas un avion de ligne, mais quelque chose de plus grand, un triangle équilatéral plein et entièrement couvert de points lumineux.

L'objet ne pouvait pas attirer l'attention car il se fondait assez bien dans ce ciel étoilé, mais une fois repéré, il était très visible. Sa trajectoire était sensiblement d'est en ouest ».

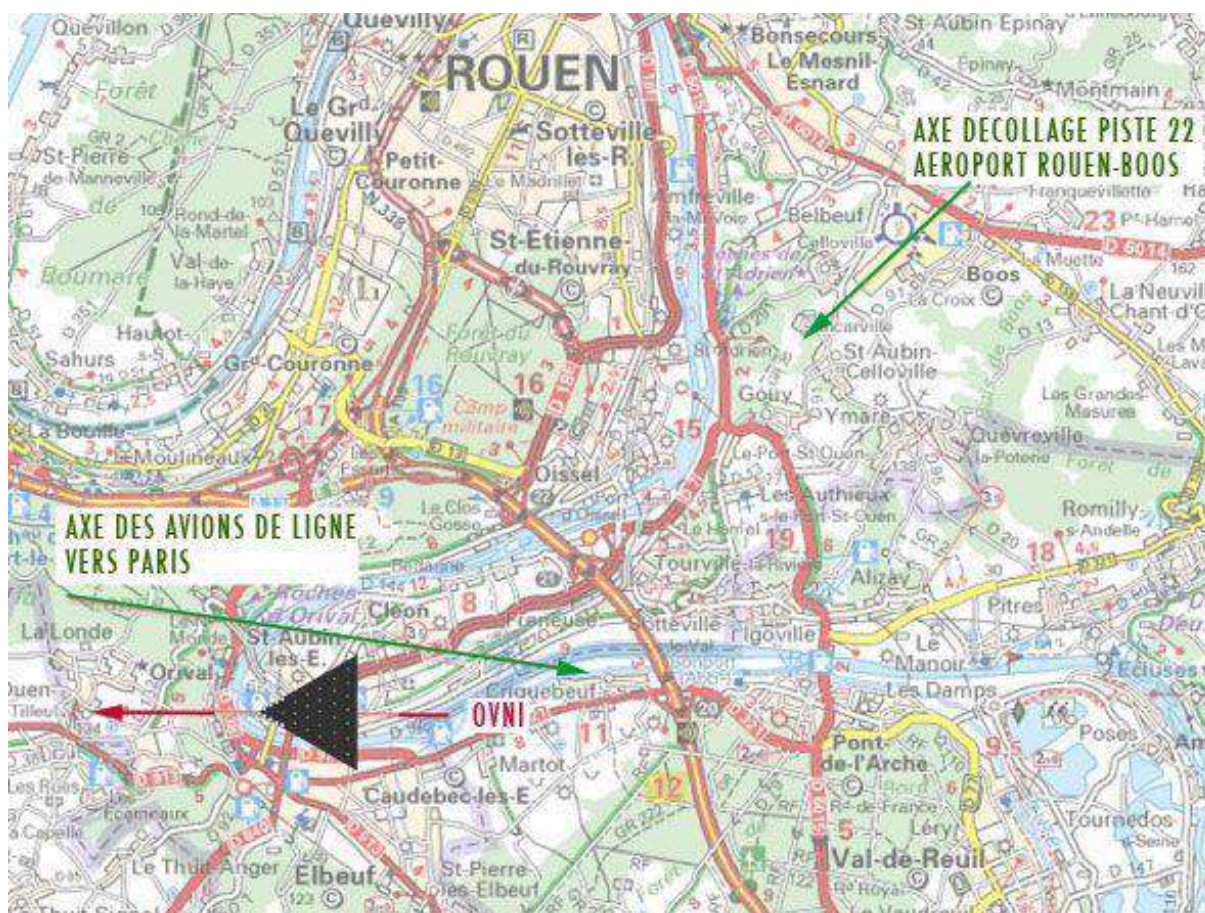


Fig. 20 – La carte montre la direction prise par le Triangle de catégorie 4 aperçu en France.

Catégorie 5 : **Triangle portant 3 feux ou plus qui ne semblent pas être reliés entre eux par une masse porteuse visible.** Cela ne signifie pas que la masse porteuse n'existe pas. Cette impression visuelle pourrait être induite par les propriétés de furtivité de l'engin. Les feux sont relégués aux extrémités du Triangle. Ils peuvent être de couleurs, de dimensions et de formes très variables. On a vu des plateformes totalement noires et des plateformes sombres avec trois feux à chaque extrémité du triangle et un feu central avec plein de lumières tout autour : sont-elles les mêmes plateformes ?

Le récit suivant illustre un cas de la catégorie 5 en France. Il s'agit de l'affaire Satolas, (aéroport international de Saint-Exupéry, en région lyonnaise) avec l'observation d'un Triangle à 3 feux aux extrémités, un feu central entouré d'un cercle dont les lumières tournoient à l'intérieur du cercle extérieur, et des petites lumières tout autour.

Le 31 juillet 1992, il y avait deux voitures, une BMW et un 4X4, probablement un Land Rover Defender en version longue. Au total 9 témoins dont 5 dans la voiture de tête. Les deux voitures rentraient d'une soirée à 1H30 du matin sur Lyon par une petite route. A un moment donné dans le 4X4 il y avait une personne qui disait : « c'est bizarre je vois comme une espèce de masse sombre avec des lumières au loin ». Donc les deux voitures s'arrêtent. On n'était pas loin de l'aéroport. Un des témoins interrogés, Sophie, descend du 4X4. Au moment où elle met pied à terre, le triangle qui était au loin se retrouve soudainement au-dessus du groupe des deux véhicules. Et là, Sophie a vu « un triangle équilatéral plus grand qu'un Boeing 747. Un Boeing 747 cela fait 70m de long et une envergure de 64m et donc le triangle devait faire environ 100m de long. Sophie était en-dessous du triangle immobile : ses angles étaient

arrondis, avec trois feux immobiles blancs aux extrémités et une petite lumière rouge qui tournait autour d'un feu central. Ses amis ont envie de déguerpir au plus vite mais Sophie reste fascinée et elle a envie de monter à bord du triangle. Elle n'a pas eu peur du tout. Il y a eu un 2ème témoin, descendu aussi de voiture, qui a vu cette masse triangulaire stationnaire sans bruit, sans souffle. Contrairement à Sophie, ce témoin avait vu des lumières bleues, jaunes, rouges, blanches autour du feu central et du cercle rouge tournoyant. Pour les deux témoins, tous les bruits environnants (voitures, avions qui décollent) ont disparu, pas un seul bruit comme si les témoins étaient dans une zone d'influence du Triangle noir.

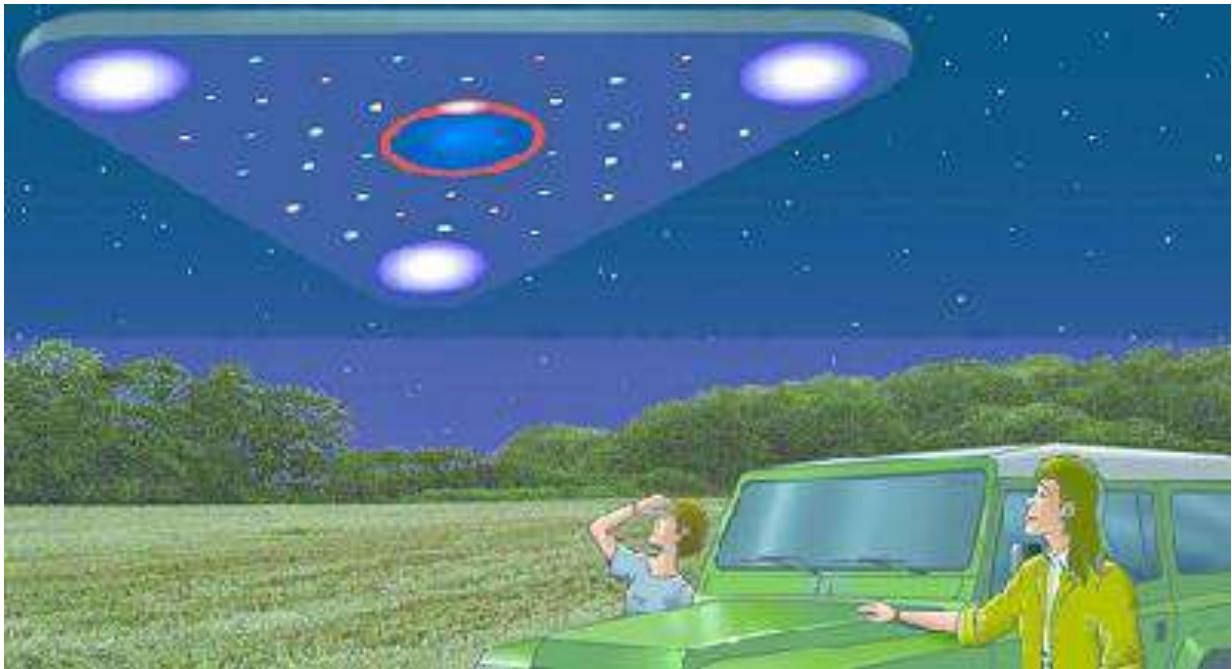


Fig.21 – Le Triangle de catégorie 5 dans l'affaire Satolas.



Fig.22 – Image officielle du Département de la Défense Américaine, prise par le destroyer USS Russell en juillet 2019 à travers une lunette de vision nocturne, et diffusé en 2021. Sans dispositif électronique d'amplification de lumière nocturne, ce HAUC serait passé inaperçu.

Quand il se laisse détecter par les capteurs infra-rouges, le HAUC est détectable dans la bande SWIR (short-wave infrared de 0,9 à 3 μm) et la bande MWIR (medium-wave infrared de 3 à 5 μm). Bien que détectable, si on tente de le descendre avec un missile à guidage infra-rouge, par exemple un missile air-air AIM-9E Sidewinder, l'autodirecteur du missile le voit mais le HAUC inhibe le tir par une contre-mesure électronique.

On connaît plusieurs tentatives d'interception, dont celui rapporté par la NSA (National Security Agency) et relaté au National Press Club américain par Parviz Jafari, Général de l'Armée Iranienne, de 6 big HAUC apparus à 23H le 18 septembre 1976 à basse altitude au-dessus de Téhéran. Le HAUC avait la forme d'une grosse soucoupe de 43 m de diamètre, de luminosité éblouissante, comprenant des motifs rectangulaires qui clignotaient d'un rouge, vert, orange et bleu intense. L'éclat était tellement fort qu'on ne peut discerner son corps, et la séquence des flashes est extrêmement rapide, comme un stroboscope dont toutes les couleurs peuvent être vues à la fois.

Le Responsable de l'Armée de l'Air Impériale d'Iran, Nader Yousefi, décida d'envoyer deux chasseurs F-4E Phantom, l'un pour surveiller le HAUC, l'autre pour l'intercepter (pilote par le Chef d'Escadron Jafari). A 46,3 km de l'objectif, le pilote du premier Phantom perd toute communication radio, l'intercom avec son navigant, à bord derrière lui, est hors-service, les instruments de pilotage se bloquent, plus rien ne répond et le pilote fait demi-tour. Et tout l'équipement se remet en marche normale lorsque que l'avion s'éloigne du HAUC.

La deuxième Phantom arrive et s'approche du HAUC. A l'approche du chasseur, 4 objets de formes différentes se détachent du HAUC. Un des mobiles se dirigea vers l'avion piloté par Jafari et largua un orbe de la taille d'un tiers de lune qui se dirigea vers lui. Se croyant attaqué par un missile, Jafari tente de riposter avec un missile à guidage infra-rouge AIM-9E Sidewinder. Le Sidewinder a été activé, il a émis comme d'habitude l'audio tone caractéristique d'un serpent à sonnette énervé pour indiquer au pilote qu'il a détecté la cible et qu'il est prêt à la poursuivre mais au moment où le pilote a pressé sur la gâchette de tir, toute l'électronique de commande du missile a été mise hors d'usage, le missile a été éjecté de son support et est tombé comme un objet inerte, sans s'allumer. Il y a aussi eu perte d'interphonie entre le pilote et son équipier. A l'instant du tir, le HAUC a fait une manœuvre qualifiée « d'impossible » par le pilote et s'est immédiatement éloigné. Le pilote a pu reprendre en main son avion. Sur cet incident, le rapporteur américain de la NSA a jugé que les manœuvres du HAUC « sont technologiquement avancées ».

On savait depuis les années 50 que les gros HAUC pouvaient désactiver les calculateurs de tir des avions chasseurs. On a eu l'exemple d'un F-86D Sabre Dog de l'USAF, mais basé en Angleterre, qui a tenté d'intercepter de nuit par temps de brouillard un HAUC mais au moment où il a sorti du fuselage le conteneur de 27 roquettes Mighty Mouse pour les tirer sur le HAUC, son radar de tir ne pouvait plus se focaliser sur la cible et il a dû renoncer.

L'incident « du Carrousel de Washington » survenu les 19, 20, 26 et 27 juillet 1952 : des radars au sol ont détecté des HAUC au-dessus de la capitale. La défense aérienne avait dépêché deux chasseurs F-94C Starfire, équipés de radars de tir AN/APG-40 et armés de 24 roquettes pour les intercepter, mais les HAUC ont été trop rapides.

Il y a eu aussi la tentative d'interception d'un HAUC par des chasseurs F-89H Scorpion avec des roquettes FFAR et des missiles AIM-4B Falcon (guidage infrarouge) et AIM-4C Falcon (guidage radar) qui a échoué.

Un livre a été publié pour relater l'incident du 31 mars 1967 près de Cuba où l'un des deux Mig-21 cubains qui ont tenté d'arrêter un HAUC a été désintégré par celui-ci. Le Mig-21 est le chasseur supersonique le plus répandu, en service dans plus de 50 armées de l'air au monde. Il constituait l'épine dorsale du Không quân Nhân dân Việt Nam, donnant 13 As au Vietnam mais il ne pouvait intercepter un HAUC.

Le Colonel Boris Sokolov avait révélé qu'il y avait en 1993, « 45 incidents aériens où des chasseurs soviétiques ont engagé des HAUC et leur ont tiré dessus. Dans tous les cas, les HAUC ont accéléré pour se dégager et ont disparu à des vitesses incroyables, sauf dans 3 cas, où les avions ont subi des dégâts, se sont écrasés au sol, tuant deux des pilotes ».

Quand le HAUC se laisse détecter par les radars, on peut le localiser avec un émetteur opérant en bande X de 8 à 12 GHz, ou encore dans la bande de 1 à 3 GHz. Un gros HAUC a été pisté pendant plusieurs heures par un avion de reconnaissance électronique RB-47E Stratojet.

Comme le petit HAUC, le gros HAUC est caractérisé par 6 observables :

- 1/ **L'accélération instantanée et le virage instantané**, des capacités réputées impossibles pour un engin de technologie humaine, selon les lois de la physique classique. D'une position immobile, un HAUC peut accélérer d'un seul coup à 10.000G, ou faire des virages à angle droit, alors qu'il faut 163 km pour le virage d'un SR-71 Blackbird à Mach 2. Dans notre monde, les objets ont une masse qui, plongés dans un champ de gravité, se traduit en un poids, donc avec une inertie ressentie. Pour accélérer un objet qui a une certaine inertie, il faut appliquer des forces, et pour générer ces forces, il y a des lois. De même, un objet en déplacement ne peut faire un virage instantané, sinon il serait soumis à des forces qui l'auraient déstructuré. Ce que nous observons est incompatible avec nos lois physiques et notre compréhension de la Nature. Nos observations montrent que les HAUC sont des objets matériels qui pourtant se comportent comme s'ils n'ont pas de masse.
- 2/ **La vitesse atteinte par le HAUC dans l'atmosphère**. Vitesse élevée est synonyme de frottements élevés avec toutes les conséquences que cela comporte, dont en premier la chaleur. Or le HAUC est insensible au mur de la chaleur.

Certes, nous connaissons une technique, la torche à plasma, qui permet de protéger les missiles durant le vol hypersonique dans l'atmosphère pendant quelques minutes, en érigeant devant le missile une onde de choc supersonique.

Une deuxième technique, basée sur l'ablation de fibres de carbone ou de bore imprégnées dans de la résine synthétique, permet d'évacuer la chaleur des corps de rentrée atmosphérique.

Et une troisième technique est inventée par Space-X pour évacuer la chaleur par exsudation de l'enveloppe externe d'une navette spatiale.

Mais, malheureusement, ce sont des technologies de transit.

Le HAUC est bien trop rapide pour ces techniques. Aucune de nos techniques ne cadrent avec nos observations.

3/ **La capacité de se rendre visible ou invisible** par tous nos moyens de détection électromagnétique. C'est pourquoi nous développons de nouveaux capteurs, comme des détecteurs d'ondes gravitationnelles de la taille d'un morceau de sucre, et non des

bricolages de 4 km de long comme celui du LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) pour mieux l'étudier. Nous ne pensons pas qu'ils utilisent les mêmes techniques de furtivité que nous. Nous cherchons à comprendre si les HAUC sont des corps noirs ou des corps extradimensionnels, et la réponse est encore controversée.

- 4/ **Le déplacement multi-milieux : spatial, atmosphérique, sous-marin**, sans compromis en performance. Nous savons fabriquer des engins qui se déplacent dans ces 3 milieux, mais un engin pour chaque milieu, et non pas les trois pour un même engin parce que les exigences relatives à leurs constructions sont contradictoires. C'est depuis toujours un problème d'ingénierie insurmontable. Certaines vidéos laissent à penser que les HAUC peuvent même se déplacer dans de la lave volcanique ou, plus incroyablement encore, traverser de la matière solide. Le lanceur d'alerte Jake Barber avait relaté des cas où des HAUC sortent du sol, de la falaise, etc mais sans apporter de preuves incontestables.
- 5/ **L'absence de perturbation environnementale : émission de bruit, chaleur, fumée, ...** sauf peut-être pour les orbes où on a signalé un refroidissement du milieu traversé. Le gros HAUC n'émet pas de bruit, pas de fumée. Il ne produit pas de trainée dans l'air comme nos avions de ligne par exemple. Quand il plonge dans l'eau, il ne fait pas d'éclaboussure, et il ne laisse pas de sillage. Quand il ressort de l'eau, pas d'éclaboussure non plus. La preuve qu'un HAUC est un hybride air-eau a été apportée le 15 juillet 2019 par la frégate USS Omaha qui a enregistré sur plusieurs caméras infra-rouge, 14 HAUC de 2 m de diamètre, volant autour de lui en allant et sortant de l'eau pendant 2 heures, au large de San Diego. Un rapport de 29 pages a été rédigé par l'US Navy.
Le HAUC possède surtout une faculté qui nous intrigue : à haute altitude, il peut rester immobile dans l'air, et garder une position fixe malgré un vent continu très fort et surtout tenir cette position pendant des jours. Rien de ce que nous disposons ne peut accomplir cette performance. La puissance de rayonnement d'un gros HAUC est de 30.000 Méga Watts. C'est le niveau de puissance d'une centrale nucléaire. Quelle technologie peut lui permettre de gaspiller des milliers de millions de Watts comme cela uniquement pour se tenir immobile dans l'air ?
- 6/ **L'énergie** : nous supposons que le HAUC est d'origine extraterrestre, alors d'où vient l'énergie consommée par un engin aussi gigantesque pour parcourir des distances interstellaires ?

Ces 6 observables sont précieuses. En les confrontant avec ce que les théories scientifiques les plus avancées permettent de confirmer ou d'infirmer, on peut dégager quelques pistes pertinentes, puis réfléchir pour trouver un modèle technologique crédible, permettant de faire des simulations mathématiques conduisant à la fabrication d'un prototype numérique. Ce prototype virtuel sera soumis aux critiques, puis affiné avant la réalisation d'un prototype réel.

Mais déjà, y a-t-il une piste théorique cohérente qui solutionne ces 6 défis à la fois ? La réponse est **oui**.

Pour vous donner une idée générale de la complexité du phénomène HAUC, je relate quelques exemples supplémentaires de gros HAUC. Ceci permet d'affiner la réflexion.

Le Vol 1628 Paris-Tokyo de Japan Air Line :

Le 17 novembre 1986 vers 17 h locale, les membres d'équipage du Boeing 747-200F de la Japan Airlines survolant l'est de l'Alaska ont aperçu trois big HAUC. L'avion était à 905 km/h à une altitude de 11.000 m, sous pilotage automatique. Il transportait, en dehors de son équipage de trois personnes, une grosse cargaison de vin du Beaujolais (Oui, cher ami Bernard Minh, c'est du beaujolais nouveau si apprécié des japonais !).

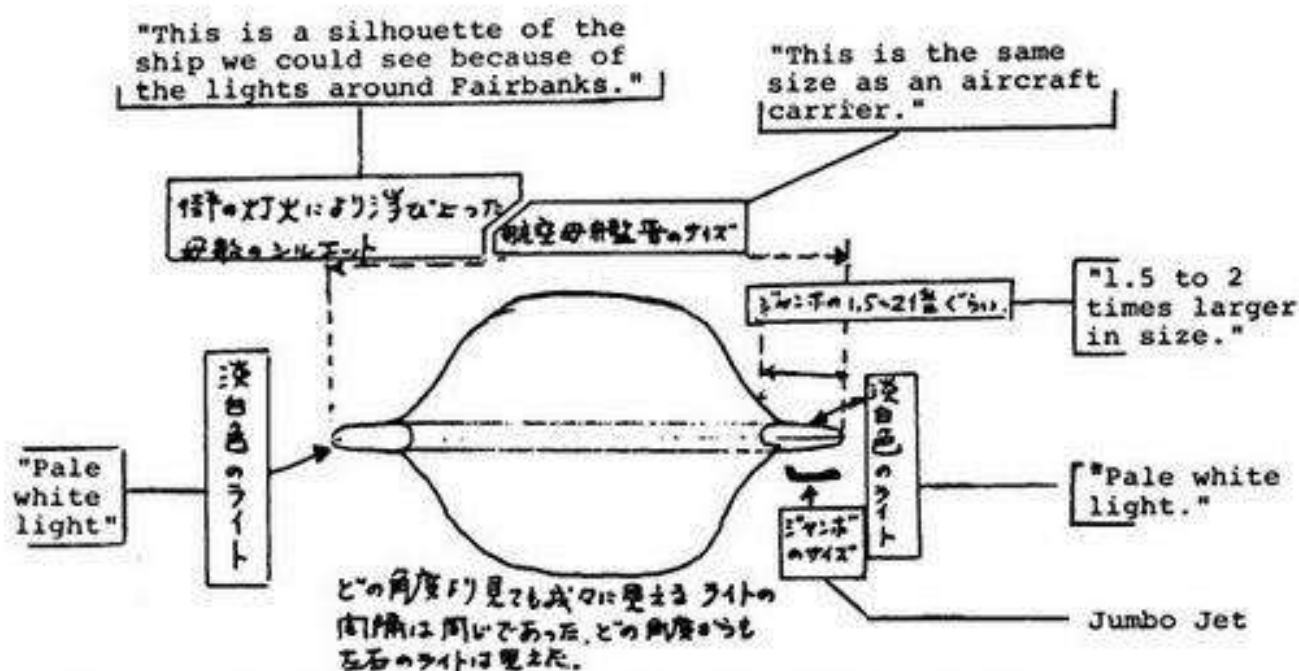


Figure 8: Capt. Terauchi's drawing, a month and a half after sighting of "gigantic spaceship"

Fig.23 : Dessin du Capitaine Terauchi, commandant de bord du vol Japan Air Line Paris-Tokyo, montrant la forme des deux premiers HAUC. Remarquez la dimension comparative du Boeing 747-200F. Le troisième HAUC, bien plus gros, a la dimension de deux porte-avions.

A 17 h 11, le Commandant de bord Kenju Terauchi (plus de 10.000 heures de vol), avait remarqué deux HAUC à l'extrême gauche et à environ 610 m en dessous de sa position. À 17h18, les deux HAUC s'étaient brusquement dirigés vers une position située à environ 150 m à 300 m devant l'aéronef, l'un au-dessus de l'autre. Ce faisant, ils avaient activé « une sorte de poussée inverse et leurs lumières étaient devenues éblouissantes ». Pour rallier l'avion depuis leur approche latérale, les HAUC décrivaient une trajectoire incompréhensible avec les lois physiques sur l'inertie. D'après le capitaine Terauchi « la chose volait comme si la gravité n'existait pas. Elle avait accéléré, puis s'était arrêtée, puis avait volé à notre vitesse, dans notre direction, de sorte qu'elle nous paraissait immobile ». Au bout de trois à cinq minutes, les HAUC avaient adopté une configuration de vol côte à côte, qu'ils avaient conservée pendant 10 minutes supplémentaires. Ils avaient accompagné l'avion, volant avec un mouvement ondulatoire et une rotation en va-et-vient qui semblait être sous contrôle automatique et qui les faisait briller avec une luminosité plus ou moins vive.

Au fur et à mesure que les objets se rapprochaient, le capitaine notait que les HAUC en forme de soucoupes ventrues portaient une section centrale sombre. Les soucoupes possédaient

sur leur circonférence des panneaux rectangulaires émettant sur deux rangées des faisceaux lumineux de ce qui semblaient être des propulseurs rougeoyants, séparés par une section centrale sombre. Au plus près des HAUC, la cabine de l'avion s'illuminait et le commandant de bord sentait sur son visage la chaleur de leur présence. Les lumières qui sortaient des propulseurs sont de couleur blanche et ambre, ressemblants à des flammes sortant de tuyères arrangées sur deux rangées rectangulaires. Ces lumières semblaient être actionnées dans une séquence particulière pour stabiliser le HAUC, comme pour une stabilisation par jets vectorisés. Certaines lumières pulsaient lentement, mais pas comme un phare stroboscopique. D'autres lumières oscillaient en unisson. Le capitaine Terauchi faisait remarquer que les objets semblent être cylindriques s'ils sont vus d'un autre angle, et que le mouvement observé des buses pouvait être attribué à une rotation de cylindres.

Le copilote Takanori Tamefuji avait décrit les lumières comme celles d'un sapin de Noël assorti de couleur rouge et orange saumon. Il y avait une lumière blanche, comparable à un phare d'atterrissage, et aussi une faible lumière verte qui clignotait. Les lumières semblaient pulser lentement, devenant plus fortes, plus faibles. Les lumières se balançaient en unisson, comme celles d'un avion en approche vu de face dont on ne peut discerner la forme exacte.

L'ingénieur de vol Yoshio Tsukuba, assis derrière le pilote, avait d'abord vu à travers le hublot un groupe de lumière ondulante. L'ensemble était constitué de deux parties, chacune ressemblant à une rangée de hublots d'un avion. L'ingénieur Tsukuba avait essayé de prendre une photo du HAUC mais l'auto-focus de son appareil était tombé en panne et il avait dû renoncer.

A 17h 23 les deux HAUC partaient vers l'est et disparurent, dans une direction où on pouvait discerner une bande de lumière se déplaçant au même niveau que l'avion. Le pilote alluma le radar météo du Boeing, le réglant à 37 km, et décela un objet situé à 14 km de l'avion dans la direction où disparurent les deux HAUC, dans la position de 10 h. Le pilote avait demandé l'aide du contrôle de vol (ATC) à Anchorage pour repérer l'objet mais le radar de l'ATC voyait des taches intermittentes sans pouvoir les accrocher. Cependant le centre régional de commandement des opérations du NORAD d'Elmendorf (le North American Aerospace Defense Command, qui utilise un réseau de satellites, de radars à très longues portées basés au sol, de radars aéroportés et des avions de chasse pour détecter, intercepter et si nécessaire, ouvrir le feu sur toute menace aérienne contre le Canada et les États-Unis) situé dans la trajectoire de vol du Boeing, avait signalé un « retour d'échos », sans autre précision.

Alors que les deux HAUC étaient partis, un troisième HAUC avait brusquement apparu. Celui-ci était en forme de disque et beaucoup plus volumineux. Il commençait à suivre le Boeing qui à ce moment-là était en approche de Fairbanks. Lorsque les lumières de la ville de Fairbanks commençaient à éclairer l'objet, le capitaine Terauchi a discerné à sa gauche les contours d'un gigantesque vaisseau spatial qui était « deux fois plus gros qu'un porte-avions » (à peu près 670 m). La FAA (Federal Aviation Administration) d'Anchorage avait confirmé que la rencontre avec les HAUC avait bien eu lieu.

Au total, les trois HAUC ont suivi l'avion pendant 50 minutes, en tournant autour de lui et en volant devant, derrière, et à ses côtés. Pas de boum sonique quand les HAUC en partant ont dépassé la vitesse du son. Le radar du Boeing a enregistré les 11 « sauts » des HAUC autour de l'avion et les données ont été analysées et publiées en 2022 par le Dr. Coumbe qui les ont étudiées. Vitesse = Mach 350, accélération = 10.786 G.

En maintenant leur accélération constante, ces HAUC auraient atteint la lune en 53 mn et l'étoile Proxima du Centaure en environ 17 heures. Un tel engin peut atteindre 10% de la vitesse de la lumière en 0,9 h, 30% de la vitesse de la lumière en 2,7 h et 90% en 17,5 h. Avec une accélération de 10.000 G, ces HAUC peuvent atteindre toutes les étoiles et planètes dans un rayon de 50 années-lumière en moins d'une journée. Le diamètre de notre galaxie (la Voie lactée) est de 105.700 années- lumière.

L'US Navy reconnaît avoir rencontré à moins de 50m un HAUC incroyablement grand qui a surgit des profondeurs, quelque part du côté de la Barbade, pour leur substituer un missile de croisière Tomahawk en flottaison. Le missile, une version pouvant être dotée d'une charge nucléaire de 200 kilotonnes (13 fois Hiroshima) venait de terminer un parcours de test non armé : son parachute s'étant déclenché comme prévu, il est tombé en mer, a coulé puis ses ballonnets se sont gonflés et l'ont remonté à la surface de la mer. L'équipe chargée de la récupération était arrivée sur place en hélico et le plongeur était en cours de descente au bout d'un treuil pour harnacher le missile afin de l'hélicitreuiller quand un gros HAUC est sorti des profondeurs pour aspirer le missile et l'emporter dans les profondeurs. La dimension de ce HAUC est de très, très loin supérieure à tout submersible existant.

Jusqu'à présent, on a recensé plus de 600 cas d'observations de HAUC en milieu marin et sous-marin. Les rencontres des bateaux avec des HAUC datent d'au moins 140 ans et sont inscrites dans les registres navals.

Cas du HMNZS Southland en Nouvelle-Zélande : En 1986, le bateau Southland était suivi pendant plusieurs jours par deux petits HAUC qui volaient autour de lui, puis au bout d'un moment ceux-ci plongeaient dans l'eau. En Février 1987, le même bateau était de nouveau suivi par un gros HAUC sous-marin de 244 m de long, 45 m de large. Le HAUC gardait avec le bateau une distance de 20 km. Le Southland a fait un virage serré à 51 km/h pour s'éloigner de la route du HAUC, mais le HAUC a accéléré et l'a rejoint en 25 secondes. Le sonar du Southland était parvenu à mesurer sa position et sa vitesse. La vitesse du HAUC dans l'eau était de 4.795 km/h, accélération minimale 4,5 G. Dans l'eau, le HAUC s'était comporté comme s'il n'y avait pas d'eau et il a plongé ensuite en-dessous du bateau. Le moteur du bateau a alors calé, toutes les batteries ont été déchargées, et la radio ne fonctionnait plus. Les occupants du bateau ont dû attendre 4 heures avant que leur bateau en dérive ne soit repéré par un bateau de pêche qui a alerté les secours.

Cas d'un SNLE pisté par un gros HAUC : ce cas a été signalé en Mai 2024 par l'Amiral Tim Gallaudet. Un sous-marin nucléaire américain lanceur d'engins stratégiques, dont le nom n'a pas été révélé, a détecté en plongée un très gros HAUC fonçant sur lui. Le sous-marin avait d'abord cru à une attaque de sous-marin russe, mais il a vite réalisé qu'il s'agit d'un très gros HAUC dont la dimension est supérieure à tout sous-marin connu, qui s'est finalement placé derrière lui pour le suivre. Ce qui s'est passé entre le sous-marin américain et le HAUC a été classifié Top Secret. L'Amiral a révélé que la vitesse du HAUC dépassait « de plusieurs magnitudes » celle du sous-marin. L'US Navy est très discret lorsqu'il s'agit de tout ce qui concerne les sous-marins nucléaires d'attaques et les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins stratégiques, ou encore les équipements installés au fond des océans pour détecter les transits sous-marins. Les océanographes du NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ont indiqué que les HAUC ont une affinité certaine pour le milieu maritime, et souligne que la superficie des mers est 7 fois plus vaste que les surfaces terrestres. Le relief sous-marin est peu connu, le plancher sous-marin n'est cartographié qu'à 50%, il existe des

fosses sous-marines plus profondes que la hauteur des plus hautes montagnes, et des volcans sous-marins qui sont très mal connus. Et seulement 5% du volume total d'eau a été étudié. Récemment on a découvert une centaine d'espèces inconnues et il n'y a pas que les petits animaux marins qui nous échappent : des animaux de plus de 8 m de long ne sont toujours pas mis en évidence et on découvre encore de nouvelles espèces de baleines. Les astrophysiciens de l'Université de Harvard pensent qu'il faut désormais accorder plus d'attention dans l'étude des planètes océaniques du système solaire.

En mars 1997 ce cas a secoué l'Amérique : des lumières sont apparues au-dessus de Phénix (Arizona). Le HAUC était un triangle noir de la catégorie 4 avec 5 spots ronds lumineux ; il faisait au moins 1,6 km d'envergure et il survolait à vitesse très lente à basse altitude la ville, dans un silence total. Au moins deux avions de l'USAF ont décollé à sa rencontre mais l'histoire est toujours classifiée. L'un des pilotes a déclaré : « il était tellement gros qu'on pouvait atterrir dessus ». Des milliers de gens l'ont vu pendant 30 à 45 minutes. Une dame raconte : « Il était comme une ville qui se déplaçait lentement en l'air, sa surface cachait les étoiles du ciel, et puis il s'est arrêté et immédiatement après il a disparu à une vitesse vertigineuse sans laisser un sillage ou une trace quelconque ».

Qu'en-est-il des big HAUC en France ?

En France, on ne connaît pas les HAUC. On observe dans le ciel français des PAN (Phénomènes Aérospatiaux Non-identifiés). Dès 1950 la France a été survolée par de nombreux « mystérieux objets célestes ». Les témoins ont relaté leurs observations à la presse et le Général De Gaulle a commandé discrètement une étude. Jean-Luc Bruno, conseiller scientifique de l'Elysée se voit chargé de l'enquête et comprend que le problème doit être pris au sérieux : il propose alors qu'un organisme officiel soit responsable du problème. C'est ainsi qu'est créé en 1977 le GEIPAN, un organisme dépendant du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales, la NASA française).

Mais dès 1954 il a été créé au Ministère des Armées une commission des témoignages. Le Ministre des Armées Robert Galley avait déclaré à propos des PAN :

« Il est certain qu'il y a quelque chose que l'on ne comprend pas et qui est actuellement inexpliqué. Il y a aussi la multiplication tout à fait impressionnante des observations visuelles des phénomènes lumineux qui sont tantôt sphériques tantôt ovoïdes et qui se traduisent par des déplacements extraordinairement rapides. Tous ces phénomènes, je dois le dire, sont des phénomènes auxquels il faut qu'on prête une certaine attention mais dont je dois dire que dans l'armée de l'air pour l'instant ils ne nous ont jamais paru relever directement de la défense aérienne ».

Un rapport de l'IHEDN (Institut des Hautes Etudes de la Défense Nationale) souligne qu'il faudra avoir une structure civile et une structure militaire pour enquêter sur ces PAN. Les travaux sont menés par l'Armée de l'Air en liaison avec le SEMOC (Section d'Etude des Mystérieux Objets Célestes en 1955) et le GPA (Groupe d'Etude des Phénomènes Aériens 1962-1977). La position officielle du gouvernement français est donnée par le GEIPAN (Groupe d'Etudes et d'Informations sur les Phénomènes Aérospatiaux Non Identifiés) qui travaille avec l'Armée de Terre (les gendarmes) et l'Armée de l'Air, et surtout avec le rapport COMETA (écrit au milieu des années 90 par des personnes ayant occupé des postes de très haut niveau : Généraux de l'Armée de l'Air Directeur du CNES, et des pointures de l'Association aéronautique et astronautique de France). Le Rapport COMETA intitulé « les

OVNI et la Défense – A quoi doit-on se préparer ? » a écrit que l'hypothèse extra-terrestre des PAN n'est pas exclue.

Le général Denis Leti, ancien pilote d'avion de chasse, Commandant du Centre des Opérations de l'Armée de l'Air, et porte-parole du Cométa raconte : Jean-Pierre Fartec, un pilote que je connais très bien m'a raconté son observation qui a eu lieu en plein jour en 1995 : C'est sa femme qui a vu l'objet en premier et l'a appelé : « viens voir Jean-Pierre il y a quelque chose qui n'est pas normal ». C'était quelque chose qui ressemblait à deux soucoupes renversées et assemblées l'une au-dessus de l'autre, bleues et grises d'une épaisseur de 3 m sur 9 m en longueur et qui se trouvaient derrière une rangée d'arbres qui masquaient le devant. C'est donc un objet solide et non transparent. Cet objet essayait de rester en sustentation, avec des oscillations très lentes, comme le ferait un hélicoptère. Subitement il est parti à une vitesse fulgurante au ras du sol. Il n'y avait aucun bruit, pas de Bang sonique. Donc avec ce pilote, nous avons formé un petit groupe et on a décidé de rédiger un rapport pour informer les hautes autorités de l'Etat de la réalité du phénomène. Rassemblés sous l'égide de l'autorité de l'Institut de Hautes Etudes de la Défense Nationale, les ingénieurs et scientifiques ont rédigé leur rapport sur les phénomènes de ces dernières années et l'ont envoyé au Premier Ministre Lionel Jospin et au Président Jacques Chirac. Le rapport Cométa privilégie l'hypothèse extraterrestre. C'est de loin, l'hypothèse scientifique qui cadre le mieux avec les observations. Notons que l'astronome Jean-François Clavier fait partie de cette Commission. Voici ce qu'il a déclaré : « les phénomènes aérospatiaux non identifiés sont avérés donc ce n'est pas une question de croire ou pas croire. Ces phénomènes sont prouvés, je veux dire « non identifiés » parce qu'il n'y a aucune explication en aéronautique, en spatial, en matériaux, en capacité d'évolution, en vitesse, en taux de virage, etc et ça c'est reconnu, il n'y a pas à le mettre en doute. Ce qui est fascinant c'est qu'il y a des phénomènes avérés qui sont racontés par des personnes différentes qui ne se connaissent pas forcément et il y a plusieurs points communs : c'est très furtif, aucun bruit, c'est très agile – il peut suivre un avion qui évolue donc il y a une forme d'intelligence dans ce phénomène ou cet objet. Mais aujourd'hui avec tout ce qu'on connaît de possible sur Terre, on ne peut pas l'expliquer donc qu'est-ce qui reste comme hypothèse ? C'est l'hypothèse extraterrestre. C'est énorme mais écoutez toutes nos missions spatiales aujourd'hui (J-F Clavier a été sur des missions spatiales Russes MIR et américaines ISS), sur les sondes interplanétaires autour de Mars en particulier, quel est leur but ? Chercher des traces de vie. Le phénomène est avéré, il est là, il ne faut pas le remettre en question maintenant. Il faut se poser la question : qu'est ce qui a créé ce phénomène et j'aimerais bien connaître la réponse. Et J-F Clavier ajoute : « Dans l'univers visible, il y a entre 100 et 200 milliards de galaxies et dans chaque galaxie il y a de l'ordre de 100 milliards d'étoiles, cela fait 10 avec 22 zéros d'étoiles. Autour des plus proches on trouve des planètes, vous imaginez le nombre de planètes existantes dans l'univers ? La probabilité que l'une d'entre elles soit similaire à la Terre et puisse abriter la vie est forcément d'un niveau raisonnable qui nous permet de penser qu'il ne faut vraiment pas s'interdire de croire que la vie existe ailleurs, ni d'ailleurs la vie intelligente. Il ne faut pas s'interdire de croire qu'on est tout seul. Ceux qui pensaient qu'on était tout seul sont de moins en moins nombreux ».

Écoutons aussi ce que nous dit l'illustre astrophysicien et professeur d'astronomie Trinh Xuan Thuan, de l'Université de Virginie (USA), lors de son interview paru dans le journal Libération du 30 Décembre 2024 : « L'Univers a été réglé avec une extrême précision pour accueillir la vie et la conscience. Pour donner un exemple spectaculaire, sa densité initiale a été réglée avec une précision de 10^{-60} . Changez un chiffre à la 60^{ème} décimale et le destin de l'Univers

bascule. C'est d'une précision à couper le souffle. Il y avait une infime chance pour que l'Univers se développe comme il l'a fait. Toutes les autres options n'auraient pas permis de développer la vie. Je pense que si nous sommes là, c'est pour pouvoir comprendre cette cohérence, **et aussi que nous ne sommes pas seuls**. Nous sommes tous frères et sœurs, avec les coquelicots et les bêtes sauvages, puisque nous sommes les enfants des étoiles. **Cette grande cohérence de l'Univers fait écho aux principes du bouddhisme que sont l'impermanence et l'interdépendance. C'est la même histoire ».**

Comment procède-t-on en France pour reconnaître les PAN ? Les informations et témoignages sont collectés par les gendarmeries nationales, l'Armée de l'Air et les phénomènes sont classés A à D. La catégorie D concerne les témoignages les plus crédibles et pour lesquels aucune explication rationnelle n'a pu être trouvée. L'Armée de l'Air est chargée d'apporter des réponses (informations radars et autres capteurs, situation sur le trafic aérien, etc.) lorsqu'elle est saisie par le GEIPAN suite à un signalement d'un PAN dans une région déterminée. La position du Ministère de la Défense à l'époque est de ne pas nier l'existence du PAN. Dans l'Armée Française, personne ne dit « il ne se passe rien, mais on dit il n'y a pas de problème de dangerosité. Aujourd'hui il y a une augmentation du trafic aérien et la position de l'armée française est qu'il faut porter une attention particulière aux drones ».

Depuis la création du Geipan, plus de 6.000 observations ont été enregistrées, dont 259 non-identifiées. La position officielle actuelle est que le comportement des PAN fait poser des questions sur des phénomènes naturels mal connus ou quelque chose ayant une origine artificielle. Curieusement, la position française ne parle pas des PAN qui vont dans l'eau bien que des chasseurs Etendards IV de la Marine Nationale en patrouille les aient rencontrés sortant de la mer. Le GEIPAN fait du bon travail en général et tente de rationaliser les observations qui lui sont rapportées mais use parfois de désinformation car les explications récurrentes de météores traversant le ciel, ou de chute de débris de fusées russes trop souvent fournies ne collent pas du tout à la réalité perçue par les témoins. Les cas énigmatiques mais fiables sont examinés par la commission « Sigma 2 », qui avec ses spécialistes, essayent de pousser un peu plus loin l'analyse afin de trouver une réponse crédible. Mais la commission Sigma 2 est trop timide et se comporte en spectateur, pas en acteur, et pas assez en challenging pour pousser les institutions françaises à sauter le pas.

Comment la France pourrait réagir si un big HAUC se balade dans le ciel ?

S'il se laisse détecter, il serait suivi par le Commandement de la Défense Aérienne. Les informations restituées des radars civils, militaires et des satellites arrivent sur une surveillance assurée 24/24h, 7j/7. Un grand écran montre tout ce qui vole au-dessus du territoire national en temps réel. Si un phénomène anormal est observé, l'observateur ou l'opérateur d'un système de détection s'adresse à un contrôleur qui est relié au Centre National des Opérations Aériennes situé à Lyon et instantanément à Paris et à Lyon on pourra regarder si on voit la trace de ce qui n'a pas été détecté. Si on n'arrive pas à identifier l'objet, c'est-à-dire un objet qui n'a pas été déjà répertorié, cet objet peut être une menace et on envoie dessus un avion ou un hélicoptère pour s'assurer que ce n'est pas une menace.

Au quotidien, on sait bien qu'aucun espace aérien dans aucun pays n'est hermétique et très souvent, même s'il y a une anomalie, on attend de voir et on n'envoie rien. Vous allez voir avec les cas suivants que le problème est compliqué, sans compter les « drones » qui volent à très basse altitude et indétectables par les radars conventionnels. Les drones et les orbes

constituent un problème à part. Les orbes ne sont pas de fabrication humaine, les drones le sont. C'est déjà difficile de détecter et de suivre des drones. Pour les abattre, cela devient très difficile. Depuis que les drones sont sensibles aux brouillages radiofréquences ou GPS, de nouveaux drones à guidage par fibre optique sont apparus. Ceux-ci peuvent être dirigés jusqu'à 20 km au moins, sans possibilité de brouillage ou de contre-mesure électronique.

Cas de l'Airbus A-320 d'Air France : Commandant de bord Jean-Charles Duboc, co-pilote Valérie Chaufour aux commandes d'un Airbus A-320, vol AF-3532 assurant le 28 janvier 1994 à 13h 14 la liaison Nice-Londres. L'avion survolait la région de Coulommiers, à 11.900m d'altitude. La météo était bonne, la visibilité de 200 à 300 km. Le steward présent dans le cockpit aperçoit un objet bizarre, le signale comme un ballon. La co-pilote signale au pilote un ballon mais celui-ci ne voit rien. Peu après l'équipage voit à 46 km de l'avion une grosse soucoupe, dimension estimée par le Commandant de bord : 1000 m pour une épaisseur de 100 m, une immense forme plate sans détails, inclinée à 45° qui se déforme et se délite entre 5 à 10 s, puis disparaît subitement lorsque l'airbus l'a dépassée.

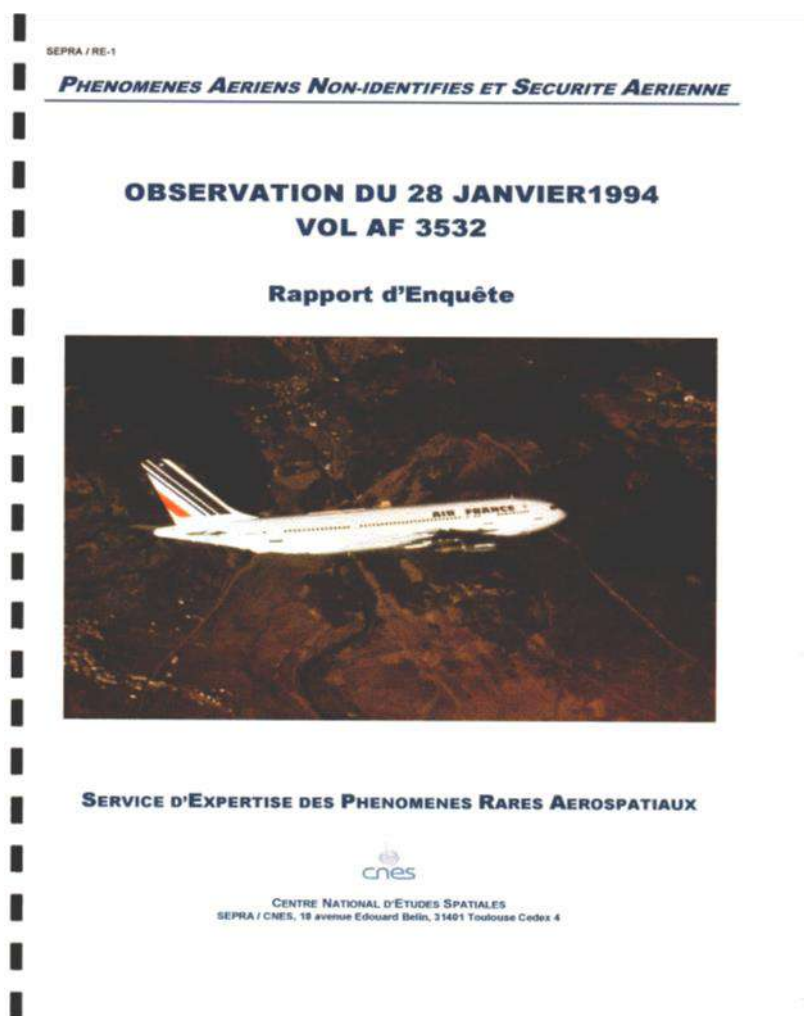


Fig.24 – Rapport du GEIPAN sur la rencontre d'un gros HAUC avec le Vol AF 3532

Selon le pilote, le phénomène apparaît tout d'abord sous l'aspect d'un disque rouge sombre, avec des bords flous, avant de se transformer en lentille, puis de disparaître sur la gauche de l'appareil, d'une façon quasi instantanée, comme s'il était devenu subitement invisible. « Cet objet semblait être un gigantesque disque, que nous avons pu voir sous plusieurs angles.

Lorsque nous l'avons laissé sur l'arrière de l'appareil, je l'ai vu devenir transparent et disparaître sans bouger ».

Selon la copilote, le phénomène est apparu « comme un disque brun sombre, changeant de forme constamment, allant d'une forme épaisse vers une forme de plus en plus amincie, pour prendre finalement l'aspect d'une flèche, avant de disparaître sur place, ou de s'éloigner à grande vitesse. Je ne sais pas si l'objet a réellement disparu, ou s'il s'est subitement éloigné à une vitesse tellement vertigineuse que l'effet visuel a été le même pour nous". La copilote a précisé qu'au moment de l'apparition et de la disparition les contours étaient nets, alors que pendant la phase intermédiaire ceux-ci étaient flous. L'observation a duré une minute. Le phénomène est apparu dans les 10h00-10h30 de l'avion, mais l'avion avançant, il est progressivement dépassé, comme le montre le schéma du bas de la Fig.25, avant de disparaître dans les 08h00-07h30 de l'avion.

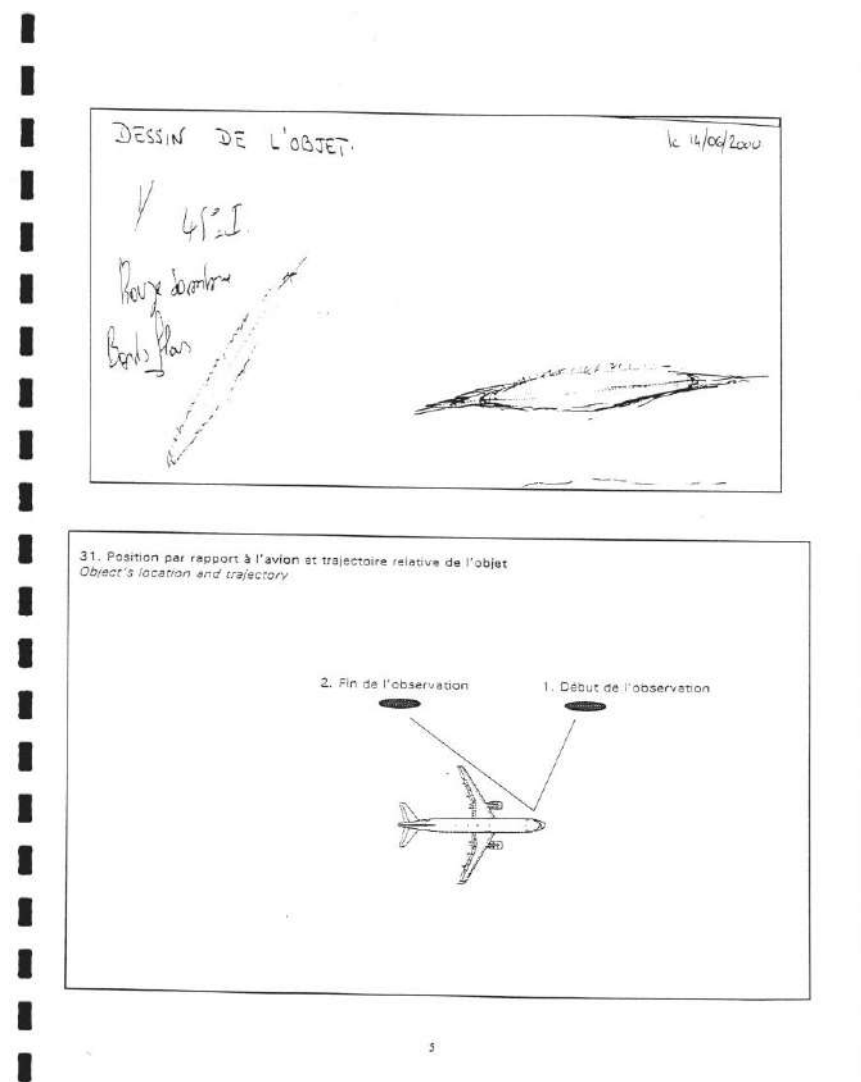


Fig.25 – Un extrait du rapport montrant le dessin du HAUC fait par le pilote de l'avion

Le pilote rend compte au centre de contrôle de la navigation aérienne de Reims (CRNA-Est), qui n'a aucune information sur une quelconque présence de trafic aérien dans le secteur. Cependant, en application de la procédure existante, le CRNA-Reims informe le Centre d'Opérations de la Défense Aérienne (CODA) de Taverny de l'observation faite par l'équipage

du vol 3532. Le contrôleur aérien indique alors au pilote de se mettre sur une autre fréquence radio, vraisemblablement militaire, où on lui demande de faire une description sommaire du phénomène. Le CODA fait transmettre au pilote l'obligation de déposer un compte-rendu à la Gendarmerie dès l'atterrissage. De son côté, le contrôleur du CRNA-Est a appliqué la procédure en vigueur et a rempli un formulaire de compte-rendu qu'il a transmis au Service d'Expertise des Phénomènes Rares Aérospatiaux (SEPRACNES à Toulouse). Le CODA a effectivement enregistré au même moment une piste radar initiée par le centre de contrôle de Cinq-Mars-la-Pile correspondant en lieu et heure au phénomène observé. Cette piste radar, qui a été enregistrée pendant 50 secondes, croise bien la trajectoire du vol AF3532 et ne correspond à aucun plan de vol déposé. Il faut noter que le phénomène disparaît au même instant à la vue de l'équipage et des écrans radar. Seul le radar militaire d'azimut a pu observer le HAUC, le radar d'altitude ne l'a pas vu.

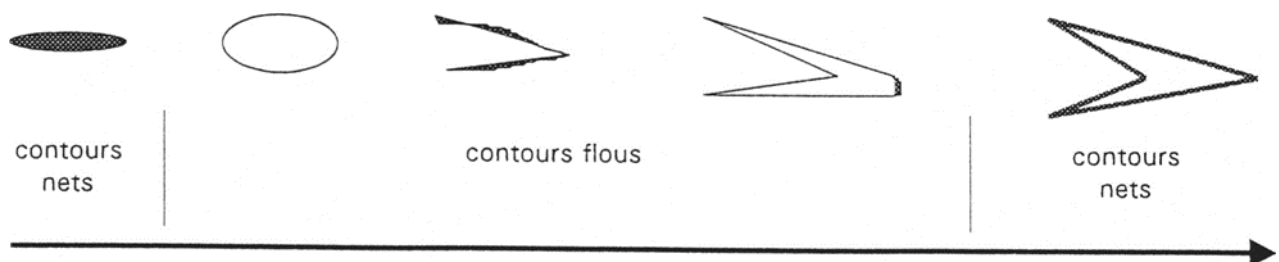


Fig.26 – Evolution de la forme du HAUC dans le temps

Le cas Airbus de janvier 1994 présente des particularités : la qualité des témoins et l'aspect spectaculaire de l'observation :

- L'équipage a réellement été confronté à un phénomène hors normes : « Une taille immense », déclara le pilote ; "j'ai vraiment vu un truc bizarre, précise la copilote. Cet objet comme un gigantesque disque brun sombre, en constant changement de forme, a subitement disparu comme dématérialisé ".
- Concernant le contexte de l'événement, il y a eu peu de différences. Que ce soient l'endroit, l'heure, le lieu, les conditions météorologiques et même la durée de l'observation (1 à 2 minutes, peut-être jusqu'à 5 mn), les deux pilotes sont d'accord.
- Les pilotes sont d'accord sur la soudaineté de la disparition du phénomène ; même si la copilote tente d'apporter une explication plus construite.
- Ils ont, tous deux, vu le phénomène sur la gauche de l'avion, mais chacun l'a vu évoluer différemment : pour le pilote, il apparaît dans les 10h pour disparaître dans les 8h ; pour la copilote, il reste sensiblement toujours dans les 9h. Pour lui, l'objet semble immobile dans l'espace ; pour elle, l'objet suit une trajectoire parallèle à l'avion et semble fixe en position relative.
- Le premier témoignage écrit date du 27.02.97, soit trois ans après l'événement. En effet, ce 28 janvier 1994, l'équipage rapporte au contrôle aérien le phénomène dont ils sont témoins. Mais l'équipage ne fera ce jour-là aucun rapport, certainement par crainte des critiques. Il faudra attendre jusqu'en 1997 la parution d'un article dans la presse s'appuyant sur le rapport du CODA, pour que l'équipage s'aperçoive de l'importance de l'événement. Ainsi commenceront les rapports de gendarmerie, les différents interviews et debriefings jusqu'en juin 2000. Le défaut majeur de ces témoignages tardifs est la " reconstruction à posteriori " de l'événement, avec son lot d'approximations.

Depuis la deuxième guerre mondiale, il y a eu 1.200 cas de rencontres de pilotes d'avions civils avec les HAUC et pourtant peu de personnes en parlent par peur des représailles.

En février 2020, un Airbus A-320 effectuait un vol au-dessus de Mendellin en Colombie. A environ 10.000 m d'altitude le pilote a décidé de sortir son smartphone pour enregistrer la vue mais à son étonnement il aperçoit un cube métallique noir qui se déplaçait en ligne droite au-dessus des nuages. L'objet a été filmé.

En mars 2024 un incident comparable a eu lieu au-dessus de l'Aéroport de La Guardia, Etat de New-York. Mme Michel Reyes était à bord d'un vol commercial sur le point d'atterrir et elle était en train de filmer New-York lorsqu'elle a remarqué un gros objet noir ressemblant à un disque noir se déplaçant à grande vitesse de droite à gauche à côté de l'avion. Reyes a envoyé sa vidéo à la FAA (Federal Aviation Agency) qui n'a pu jusqu'à présent fournir d'explication.

Cas du Transall de l'Armée de l'Air. Ce cas a été observé en France à 19H le 5 novembre 1990 par le Général Mignot, avec tout l'équipage d'un Transall en vol et une quinzaine de personnes au sol. Le Général Mignot était à l'époque Capitaine de l'Armée de l'Air, en mission pour un vol d'entraînement de nuit, à bord d'un C-160G Gabriel, qui est une version spéciale de l'avion de transport Transall dédiée à la reconnaissance et au recueil de renseignements électroniques.

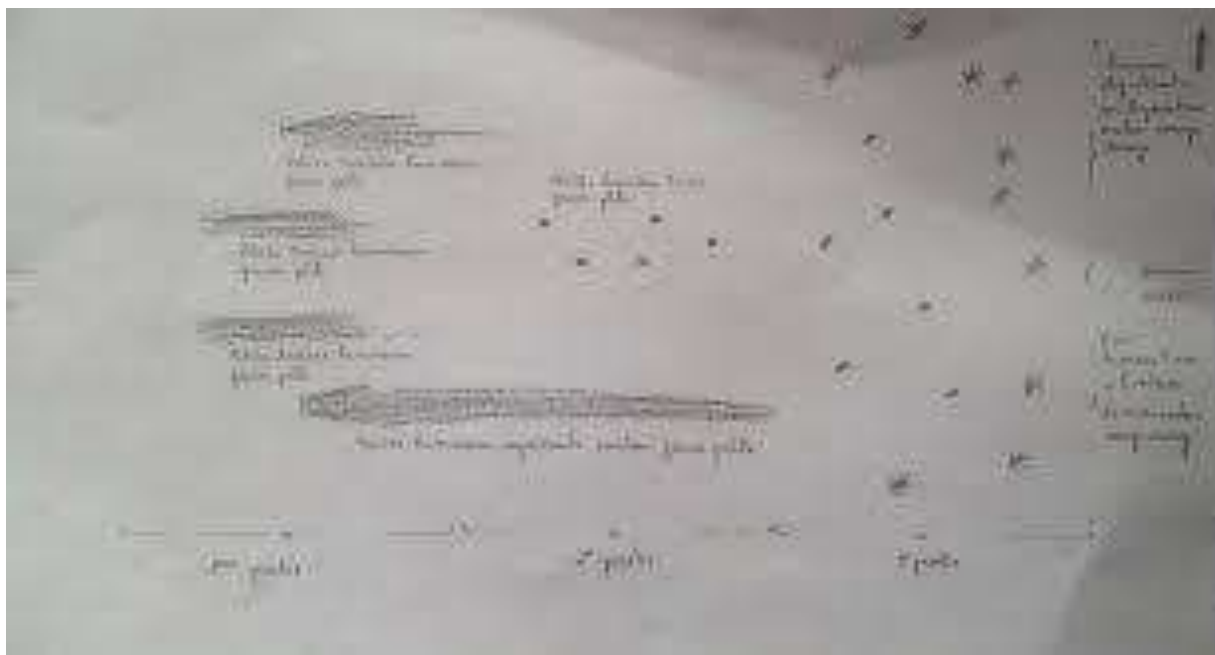


Fig.27 – Le HAUC vu par le Général Bruno Mignot, ancien Pilote en unités de combat opérationnelles sur avions de chasse et de transport.

Le Gabriel est aussi un appareil servant de relai de communication avec les sous-marins nucléaires d'attaques (SNA) et les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins stratégiques (SNLE). Le Général était en place pilote à gauche, il volait à environ 500 m d'altitude dans les environs d'Orléans quand il s'est vu dépasser à 40° sur sa gauche (position de 10H) par un PAN de 200 m de long qui volait à environ 200 m plus haut que lui. Le Général a pu l'observer de près pendant 20 secondes sans que le PAN ne change ni de vitesse ni de trajectoire. Le PAN était de couleur sombre, il cachait les étoiles du ciel. Il était aussi gros qu'un porte-avions, ressemblant à un gros cigare volant constellé de petites lumières rouges fixes. Il présentait sur

les flancs deux trainées blanchâtres unies lumineuses de 100 m. Curieusement, ces trainées s'arrêtaient net et n'étaient aucunement comparables à une traînée normale d'avion. Il avait en outre 3 feux de couleur blanche plus importants que les feux rouges. Le nombre de feux et leur disposition ne correspondaient pas à un aéronef au balisage réglementaire. Aucune turbulence. Aucun dérèglement des instruments de bord. Le Gabriel a pris un virage à gauche pour suivre la trajectoire sol du PAN. A ce moment le PAN a accéléré et a disparu sur l'horizon Nord-Est. Durée totale de l'observation : 3 minutes. Le ciel était dégagé. Le radar de bord de l'avion n'a pas décelé le PAN. Le Général est apparu en Mars 2024 à la télévision pour confirmer de nouveau son témoignage, qui a fait l'objet à l'époque d'un rapport écrit.

A Cannes, lors d'un pique-nique toute une famille a été le témoin en août 1994, de l'apparition d'un petit point qui avance petit à petit vers eux. L'objet de forme cylindrique à bouts arrondis venait sur eux sans aucun bruit et s'était approché à une distance telle que les 4 témoins le voyaient bien net. La longueur était d'environ 3 bus, sa couleur cuivre (« des couleurs incroyables dans les cuivres marron avec deux hublots colossaux aux extrémités »). Le PAN a basculé de l'horizontale à la verticale, ce qui a intrigué les témoins, puis d'un seul coup il a accéléré à une vitesse extraordinaire et a disparu en une seule seconde. Il est passé d'une grande taille à rien, sans aucun bruit.

Le 24 septembre 1975 deux avions Mirage III étaient en entraînement pour une manœuvre de Police du Ciel. Tout à coup un 3^{ème} appareil apparaît à droite et à gauche de Jack Ken, l'un des pilotes. Celui-ci appelle le contrôle au sol qui ne voit rien sur le radar. L'autre pilote arrive au rassemblement avec le premier et aperçoit quelque chose qui ressemble à un disque vu sur le côté avec 7 feux. Les deux Mirages III accélèrent vers le disque qui tout d'un coup disparaît. Jack Ken pense que le PAN est définitivement parti mais il se trompe. L'objet réapparaît et les avions tentent de le reprendre en chasse. Lorsque Jack Ken et son équipier l'ont en visuel, ils tentent un relatif (une manœuvre aérienne calquée) sur lui mais le PAN d'un seul coup accélère si fort que les Mirages III sont restés sur place.

Les HAUC n'ont pas seulement testé la capacité des Mirages III mais aussi la capacité des Mirages IV de la Force de dissuasion stratégique nucléaire. Le Colonel Giro était pilote de bombardement sur Mirage IV et son navigateur était présent dans l'avion. C'est un cas rare où un bombardier supersonique destiné à porter une arme nucléaire sous son fuselage, volant avec un équipage de 2 militaires chevronnés rencontre un HAUC. Le bombardier volait à 900 km/h et le pilote et le navigateur ont vu « une petite lueur blanche apparaître à nos 3 h, c'est-à-dire à droite de l'appareil. La petite lueur a commencé à grossir et on a été très surpris, Jean-Paul et moi-même, que le radar ne nous dise rien. Je vois cette lumière telle qu'il me l'a décrit (le navigateur) et puis au début on n'a pas d'inquiétude particulière mais cela commence à devenir de plus en plus brillant et à venir s'approcher d'assez près et donc on a commencé à virer vers lui par un virage à droite ». Le navigateur raconte : « mon pilote René va vers cette lumière comme on le ferait d'habitude avec un virage relatif, la petite lueur blanche devenait de plus en plus grosse et il a commencé à virer avec nous doucement comme ça et puis j'ai eu du mal à le suivre du regard », alors là, ... le pilote parle : « parce c'est pas habituel et puis à partir du moment où quelqu'un vous suit comme cela à l'intérieur dans un virage c'est que les intentions ne sont pas très définies, et à mon avis pas très bonnes et on est arrivé pratiquement à 180° du virage et je vois cette lumière qui grossit et qui passe malgré ma gymnastique pour la suivre sur la droite, qui passe derrière, donc j'ai renversé mon virage très, très fort pour voir ce qui se passait et là j'ai vu une étoile filante qui est partie disparaître très, très vite. C'est quelque chose qui nous a suivi pratiquement pendant 180° dans un virage,

c'est pas quelque chose qui allait n'importe où, ça nous suivait, l'objectif c'était notre avion ; ensuite ça a disparu et au bout de moins d'une minute je m'adresse à Jean-Paul et je dis attention, ça revient, ça revient. Je sentais que cela allait revenir et là ça n'a pas raté ! La petite lumière à droite 3 h qui réapparaît, aah ! ». Le navigateur continue : je revois la même chose, exactement la même lumière qui arrive et.. » le pilote reprend : « et là tout de suite je vire à droite, je ne vais pas attendre à ce qu'il me refasse le même coup et ça n'a pas raté il s'est remis à se mettre à l'intérieur du virage et à mon avis il était à Mach 1,4, Mach 1,5 ou Mach 1,6, largement supersonique hein et là, pareil : étoile filante à vitesse inimaginable ». Le navigateur : « on a eu le cœur qui bat parce que vous êtes dans une situation particulière et puis parce qu'en même temps en parallèle vous vous posez des questions et ces questions n'ont pas de réponse ». Le pilote : « on a presque peur, pourquoi ? Parce qu'on est habitué à se contrôler mais on se contrôle souvent sur des choses auxquelles on a été habituées, contrer un missile par exemple en faisant un brouillage, on sait quoi faire mais devant quelque chose qu'on ne peut pas expliquer, que le radar qui a des capacités qui, qui, qui.... capacités techniques extraordinaires, vous n'êtes pas armé... ». Le navigateur : « il y avait là la grosse question : mais qu'est-ce que c'est qui nous arrive sur la gueule quoi ? voilà ! hein ? La première fois, bon, mais par contre la deuxième il insiste le mec, quoi, enfin... le mec, je sais pas comment dire, il insiste quoi, donc on n'est pas à l'aise. Le Colonel Girut était persuadé d'avoir affaire à un phénomène intelligent qu'il ne s'explique pas. Il dit : « ce n'est pas un phénomène de chez nous, il est à 6.000 km à l'heure, il ne veut pas se faire voir par le radar ; il fait des accélérations de 20, 30g, on ne sait pas combien, ça fait beaucoup de choses et à mon avis c'est très largement en dehors des capacités qu'on pouvait avoir alors à l'époque pour faire un engin comme ça » !

23 avril 2007 : le Capitaine Ray Bowyer pilotait son avion au-dessus des îles de la Manche quand il a aperçu 2 immenses objets qui flottaient dans l'air à 16 km de lui. Les HAUC émettaient une lumière incroyablement jaune brillante, mais cela ne faisait pas mal aux yeux de les regarder, ce n'était pas éblouissant. L'objet était très fin, avec deux traits noirs vers l'arrière. Alors que l'avion s'approchait de lui, le capitaine Ray Boyer le voyait grossir de plus en plus jusqu'à faire environ 6 km de long. Sa dimension faisait au moins 10 Boeing 747. Un autre avion, piloté par Patrick Pattison, qui a croisé la route du Capitaine Boyer, a vu le HAUC aussi. Un radar au sol confirme la présence du HAUC, et ce qui est intéressant est que le HAUC ait disparu du radar et de la vue des 2 pilotes au même moment.

Huum....Revenons aux sources de l'histoire des extraterrestres aux Etats-Unis.

Le 21 février 1944, le Président Roosevelt avait rendu public 2 documents confirmant notre connaissance au sujet de la vie extraterrestre. Le document spécifiait que notre planète n'est pas la seule à héberger une vie intelligente dans l'univers. Le président considérait que les USA devraient être responsables du maintien de l'ordre pour 48 ans, parce que si la technologie extraterrestre se retrouvait entre les mains de l'humanité, toute la structure de pouvoir sur la planète pourrait imploser dans un chaos. Quelque soit le pouvoir détenu par un président, sa mission n'est que provisoire. Il existe des personnes qui travaillent ensemble pour guider l'élite, au-delà de leur responsabilité quotidienne de gouvernement, à aller dans certaines directions, et cela de génération en génération. Le Président Eisenhower a déclaré à la fin de sa présidence, lors de son allocution du 17 janvier 1961 qu'il existe un groupe de pouvoir appelé « complexe militaro-industriel » et qu'il faut se garder de l'influence de ce pouvoir sur le gouvernement légal.

Aux Etats-Unis, rappelons que les différentes études faites par le gouvernement américain (Project Sign en 1947), Project Grudge (1949), Project Blue Book (1952 – 1969)], Rapport Condon (1966 – 68), ont conclu :

- **que les UFO (Unidentified Flying Object ou Objet Volant Non Identifié) ne présentent pas une menace pour la sécurité nationale des Etats-Unis**
- **qu'étudier les UFO n'offrirait aucune avancée scientifique significative**
- **que les UFO peuvent être expliqués par des phénomènes naturels ou des erreurs d'interprétations.**

ce qui a officiellement justifié l'abandon des recherches sur les UFO. On ne gaspille pas l'argent du public pour étudier un objet qui n'existe pas ou qui ne présente pas de danger. Or, on a su par la suite qu'il n'en est rien.

Les études sur les UFO n'ont pas été arrêtées et ont été transférées dans des projets d'un niveau de secret plus élevé encore, comme « Moon Dust » par exemple. Moon Dust a pour objectif de récupérer et d'étudier des débris spatiaux de fusées et satellites ennemis tombés sur Terre. Or les documents déclassifiés montrent que le projet s'intéresse en priorité aux HAUC détectés dans l'atmosphère.

Décalage donc entre les buts déclarés et la réalité des opérations. Toutes les études qui ont continué sous d'autres noms ont été financées sur fonds secrets du Pentagone, poursuivies dans la clandestinité dans des Special Access Program (SAP), terme générique qui couvre l'UAP Task Force, l'AAWSAP (Advanced Aerospace Weapons System Application Program, l'AATIP (Advanced Aerospace Threat Identification Program. Ces SAP ont été tenus secrets : à l'époque si vous recherchez des infos sur l'AATIP, les moteurs de recherche vous sortent « Anomalous Aerospace Identification Program » (qui est un faux), ou Advanced Aviation Threat Identification Program (qui est un faux). Les deux sont créés par le Pentagone pour brouiller les recherches d'information sur Internet.

Par contre, l'AARO et l'AOIMSG (Airborne Object Identification and Management Synchronization Group, sont des vrais, créés pour faire suite à l'AATIP et de nombreux autres programmes non encore révélés, programmes dont vous ne trouverez même pas le nom en faisant des recherches avec Google. Il y a aussi les études groupées sous le label de « Legacy Program » permettant aux Agences à 3 lettres (CIA, FBI, DIA, NSA, OSI, DHS, NGA, NRO, ONI, OSD, ...) de déléguer les travaux relevant de leurs responsabilités à des sociétés privées. Un exemple de Legacy Program est la sous-traitance de l'étude commencée en 2007 concernant des phénomènes paranormaux apparus au Skinwalker Ranch situé dans l'Ohio à la société privée BASS (Bigelow Aerospace Advanced Space Studies) ; de même les Legacy Programs de reverse-engineering d'éléments récupérés sur les HAUC aux sociétés Lockheed-Martin, Northrop-Grumman, Boeing, TRW, etc. Les SAP fonctionnent à la manière des Special Operations Group (SOG) du Projet Phénix, tristement célèbres parce qu'ils visaient à anéantir la structure du Vietcong (Front National de Libération) en commettant des assassinats de civils sans aucun contrôle légal et en dehors de toute règle et usage militaire de l'US Army. Sauf qu'ici, des patriotes américains risquaient de commettre des crimes contre d'autres patriotes américains. S'il y a une vingtaine ou trentaine de Legacy Programs compartimentés qui sont en cours, les exécutants ne voient pas le puzzle en entier, et il y a un risque que des agents du gouvernement qui n'ont pas une vue claire de l'enjeu national se marchent sur les pieds.

LES RAISONS DU SECRET

Certains défendent l'idée qu'il faut absolument protéger le monopole technologique appris grâce à l'étude de la technologie des NHI pour garder une longueur d'avance sur les adversaires et concurrents. Ceux-là ont tous les moyens étatiques pour s'opposer à tout ce qui pourrait leur déplaire, y compris mettre en prison (pour 15 ans) des américains innocents, les entraver, ou supprimer des patriotes américains qui défendent l'idée que les premiers mentent aux représentants légaux du peuple américain sur un problème crucial menaçant la survie du peuple américain et peut-être la sécurité de l'espèce humaine toute entière. Si une technique extraterrestre bénéfique à l'humanité entière a pu être apprise pour une raison ou une autre, qui devrait la contrôler ? Si vous devez décider d'un enjeu dont l'impact affecterait des milliards d'euros et des millions de personnes, qu'allez-vous faire ?

L'argument des premiers se tient : les meilleurs cerveaux de l'Amérique se sont lancés dans une course pour construire le premier moteur d'inspiration extra-terrestre fonctionnel au monde, permettant d'assurer la domination de l'air, de l'espace et des mers. Si les ennemis des Etats-Unis maîtrisent cette technologie avant eux, la sécurité stratégique des Etats-Unis est en jeu. La diffusion des vidéos nuit à la sécurité nationale en fournissant aux adversaires des informations précieuses sur les modes opératoires, les vulnérabilités et les capacités du Département de la Défense. Pourtant 3 vidéos de HAUC (surnommés FLIR rendu au public en avril 2020, après 16 ans de classification, GIMBAL après 5 ans de secret, GOFAST après 5 ans) ont été officiellement diffusées par le Pentagone parce qu'il y a eu des milliers de militaires de l'US Navy qui ont vu de près des HAUC en action. Mais en début 2025, le Pentagone n'a encore fourni aucune preuve physique concrète de l'existence des HAUC.

Les Etats-Unis étudient les HAUC avec des capteurs spécifiquement conçus pour détecter des signatures d'avions et de missiles ennemis. Ces informations ont été obtenues après un laborieux travail de JIRS, cet acronyme (Intelligence, Surveillance, Renseignements Interarmées) étant pris dans un sens très large. Les opérateurs de ces capteurs ne peuvent pas non plus dévoiler les caractéristiques des dispositifs militaires et les modes opératoires utilisés pour étudier les HAUC car ce sont les mêmes que ceux dont se servent les militaires pour désigner leurs cibles. Si les adversaires des Etats-Unis étaient au courant de ces technologies, ils développeraient de la contre-mesure et la sécurité des militaires serait en jeu. Alors il vaut mieux éviter « quoi qu'il en coûte » de divulguer et de communiquer sur le sujet. Où qu'on se trouve, porter atteinte à la sécurité militaire est une activité qui n'a pas d'avenir.

Une partie des budgets consacrés à l'étude des HAUC peut servir à financer des opérations noires. C'est ce que craint le Congrès. Certains services du gouvernement ont besoin d'opérer dans la plus grande discrétion pour garantir une certaine efficacité. Une opération noire est une opération clandestine d'une agence gouvernementale, d'une organisation militaire ou paramilitaire, une faction armée d'une organisation religieuse ou confessionnelle. L'opération noire peut être déléguée à une société privée ou à une association, une ONG, ou une start-up commerciale spécialisée dans la réalisation de l'opération. L'opération noire se distingue d'une opération secrète quand le but est de cacher le commanditaire, tromper, désinformer ou de rejeter la responsabilité à une autre organisation. Une opération noire est toujours conduite sous une fausse bannière. Les montants des budgets noirs échappent au contrôle du Congrès des Etats-Unis car dans une démocratie les budgets noirs sont attribués à des projets qui ne peuvent pas être légalement approuvés. Un exemple ? Quel patriote oserait travailler pour les services spéciaux du gouvernement, si des sénateurs et des représentants du peuple (qui ne

sont élus que pour 2 ans ou 7 ans), peuvent accéder à leur identité et à leurs modes opératoires ? Qui voudrait que des opérations noires soient budgétées et connues d'avance plusieurs années avant leur déclenchement ? Regardez l'opération sur les Pagers et téléphones portables du Hezbollah, qui en est le responsable déclaré ? Personne !

L'argument des seconds se tient aussi : Les Etats-Unis ont besoin de construire le premier moteur à distorsion d'espace-temps avant tout le monde, mais si les meilleures universités et écoles d'ingénieurs américains sont mises à l'écart de la connaissance de cette technologie parce que les SAP sont trop compartimentés et rigides, et en plus si la connaissance de ces technologies a été verrouillée par quelques sociétés privées, l'Amérique n'y arrivera pas. La Chine produit plus d'ingénieurs que l'Amérique, la Chine a un programme de rétro ingénierie de HAUC, s'ils sont mieux renseignés, ils vont arriver en premier. C'est cette crainte qui pousse le gouvernement à faire pression pour que les examinateurs du Bureau des Brevets américains délivrent des acceptations alors que les examinateurs eux-mêmes ne savent pas si la technologie qu'on leur soumet marche ou non.

Les représentants du peuple doivent la vérité à ceux qui les ont élus. Si le gouvernement cache les preuves que les HAUC scrutent les installations nucléaires, notamment les entrepôts de munitions nucléaires, les bases nucléaires, les laboratoires militaires, les centres de communications avec les forces stratégiques, etc.. et qu'ils testent activement la capacité des Task-Forces navales et l'efficacité des opérations aéronavales, alors c'est l'Exécutif qui ment au Législatif et au peuple. Les américains ont le droit de savoir que les HAUC ont désactivé simultanément plusieurs bases de missiles Minuteman de la Force de Frappe Stratégique. Un HAUC a intercepté avec succès une ogive de missile balistique nucléaire de l'US Air Force lors de son retour dans l'atmosphère, et on ne l'a su que des dizaines d'années plus tard.

Dans l'Union Soviétique, les HAUC sont apparus sur une base de missile nucléaire de la Force de Défense Stratégique et ont commencé à faire quelques manœuvres spectaculaires devant des témoins, puis soudainement ils ont enclenché la séquence de lancement d'un missile nucléaire armé pointé sur les Etats-Unis. Les codes qui commandent le déverrouillage des électro-pompes de propergols ont été entrés on ne sait pas comment, les réservoirs se sont remplis et le système de lancement a amorcé sa séquence de tir. Les opérateurs étaient incapables d'arrêter le déroulement de la séquence quand, aussi brusquement qu'ils sont apparus, les HAUC ont disparu et toute la séquence de lancement s'est arrêtée d'un coup. Il faut reconnaître que les NHI savaient ce qu'ils faisaient : s'ils ont procédé de la sorte chez les soviétiques, c'est parce qu'ils savaient que leurs missiles étaient à carburant liquide et nécessitaient une vingtaine de minutes pour le remplissage des réservoirs.

Ils ne peuvent pas faire cela avec les missiles Minuteman de la base Malström de l'US Air Force parce que ce sont des missiles à carburant solide, et la séquence de tir n'est que de quelques minutes. Sur un Minuteman, la séquence de tir est très brève : le temps de rentrer les codes présidentiels, la centrale inertielle du missile s'active, des charges explosives catapultent le couvercle monté sur rails et ouvrent la sortie du silo au missile. Les deux officiers en fonction sous 20 m de terre n'ont plus que le temps de rejoindre leur poste de tir respectif : ils sont debout, séparés de quelques mètres, et il leur faut dégainer leur pistolet, l'armer et le pointer réciproquement l'un sur l'autre. Pourquoi faire ? Pour s'auto-obliger à effectuer la manœuvre ultime : introduire chacun sa clé de tir, portée au cou, dans la serrure et faire tous les deux à haute voix et en même temps le compte à rebours et tourner simultanément la clé fatidique au Temps Zéro ! Il n'y a aucune place pour la réflexion.

Les américains n'auraient pas eu le temps d'empêcher le départ du Minuteman armé si la séquence de tir était piratée de la même manière que chez les soviétiques par le HAUC. Chez les américains, le HAUC s'était mis au-dessus de l'entrée de la base souterraine et a désactivé les 10 missiles armés logés dans des silos souterrains distants de 1 kilomètre. Toutes les alertes ont sonné car les missiles ont été rendu inertes par le HAUC. Les officiers de tir, s'étant aperçu de la situation, ont paniqué. On n'a toujours pas compris comment le HAUC a pu désactiver les missiles, ou si on l'a compris, personne n'en a parlé. Le pire, c'est que les HAUC ont réussi à désactiver plusieurs bases.

Suite à ces accidents, les équipes des Présidents Ronald Reagan et Mikhaïl Gorbatchev se sont concertés le 20 novembre 1985 à Genève (Suisse), officiellement pour essayer de réduire les tensions entre les deux nations, et aussi pour mettre en place une procédure pour se tenir informé des malveillances des HAUC afin d'éviter de commettre une frappe nucléaire provoquée par des NHI. Les Présidents Reagan et Gorbatchev, à la suite d'une promenade dans le jardin d'un hôtel situé au bord du lac Léman se sont installés devant une cheminée pour poursuivre leur conversation. Voici ce qu'a raconté le Président Gorbatchev : « Tout d'un coup le Président Reagan me demande : Que feriez-vous si les Etats-Unis sont attaqués par des extraterrestres ? Est-ce que vous nous aideriez ? » et je lui ai répondu : « oui, sans aucun doute ». Et Reagan répondit : « nous aussi ».

Voici ce qu'a dit le Président Reagan dans son discours devant les Nations-Unis le 21 septembre 1987, lors de la 42^{ème} Assemblée générale des Nations-Unis :



« Pouvons-nous, ainsi que toutes les nations, ne pas vivre en Paix ? Dans notre obsession des antagonismes du moment, nous oublions souvent combien tous les membres de l'humanité sont unis. Peut-être avons-nous besoin d'une menace extérieure et universelle pour nous faire reconnaître ce lien commun. Je pense parfois à la rapidité avec laquelle nos différences à travers le monde disparaîtraient si nous étions confrontés à la menace d'une intelligence non humaine venant de l'extérieur de ce monde. Et pourtant, je vous le demande, une force extraterrestre n'est-elle pas déjà parmi nous ? »

Le Président Reagan était très conscient du phénomène extraterrestre car il avait lui-même déjà eu une rencontre avec un HAUC. Le 19 septembre 1974 Reagan était dans un avion survolant la Californie et il avait vu un disque blanc très lumineux le suivre pendant plusieurs minutes jusqu'à l'aéroport de Bakerfield. Il avait vu comment subitement le HAUC avait disparu du ciel, fonçant directement vers l'espace. C'est lui-même qui avait relaté cet incident.

Le Président Jimmy Carter, son prédécesseur, était aussi le témoin d'une apparition de HAUC en octobre 1969 en Georgie. Il était en campagne avec un groupe de 20 autres personnes à l'extérieur du Lucky L's Lounge quand ils ont vu un HAUC de couleur bleu blanc rouge

clignoter très fortement dans le ciel. Jimmy Carter avait déposé le 17 septembre 1973 un rapport officiel au National Investigation Committee on Aerial Phenomena et à l'International UFO Bureau Inc. Devenu Président, Jimmy Carter avait essayé d'en savoir plus sur les HAUC mais l'information lui a été refusée. La personne qui avait refusé de lui donner l'information était le Directeur de la CIA de l'époque, c'est-à-dire Georges Bush.

Les Présidents qui ont été tenus informés des HAUC sont : Trump, Biden, Obama, Bush père & fils, Reagan, Carter, LBJ, JFK, Eisenhower, Truman. En 2024, interviewé publiquement par Lex Fridman, Trump avait déclaré qu'il déclassifierait plus de vidéos sur les UAP.

Les Présidents qui n'ont pas été tenus informés sont : Nixon, Gérald Ford, et peut-être Clinton.

Jimmy Carter avait révélé le projet Stargate du Pentagone et ceux qui sont dans les services secrets se méfient des présidents car un Président ne reste au pouvoir que 4 ans ou tout au plus 8 ans. Les enjeux des divulgations peuvent défaire la vie des personnes tenues au secret ou même engendrer un chaos social. Alors autant n'informer que ceux qui savent garder le silence.

Les incidents aux USA et en URSS sur les missiles stratégiques font penser à une démonstration de force de la part des NHI. Aux Etats-Unis, sachant que l'accident américain a eu lieu sans que le Congrès ne soit mis au courant, les américains sont devenus inquiets et se demandent ce qu'il faut corriger chez la Grande Muette ? Écoutons ce qu'a déclaré John Kennedy : « ... garder le secret à propos de la vie extraterrestre est répugnant. Dans une société libérale et ouverte, nous sommes un peuple intrinsèquement et historiquement opposé aux sociétés secrètes, à leurs serments et manipulations secrètes. »

Autre sujet de préoccupation du Congrès : si la technologie psionique des NHI est cachée au Congrès et au peuple, elle pourrait servir à protéger des causes inhumaines ou des alliances contre nature. Ce sujet impacte le côté humaniste et confessionnel. Y-a-t-il des scientifiques qui connaissent des technologies liant l'électronique à la psychokinésie, la perception extrasensorielle, la télépathie et les apparitions d'êtres de cauchemars ... dont la communauté des scientifiques ignorent ? Oui, certainement. Y-a-t-il des informations dont le gouvernement américain refuse l'accès au public, en dépit de ce qui est écrit dans la Constitution des Etats-Unis ? Oui. Mais ce n'est pas le sujet de mon article.

A partir des années 70, les journalistes ont demandé à la CIA, NSA, NORAD, ... l'accès aux anciennes informations sur les HAUC au travers des requêtes FOIA (Freedom Of Information Act). Les documents déclassifiés montrent que les agences militaires ont continué à étudier les HAUC et surveillent aussi ceux qui en parlent trop. Ces derniers reçoivent la visite d'un conseiller qui les harcèle et les dissuade de ne plus continuer. Mais il est difficile de calibrer l'entrave lorsque ce sont des dignitaires du Sénat qui font plus de révélations que les lanceurs d'alertes qui appartiennent d'ailleurs au même camp que ceux chargés de les entraver.

L'histoire des HAUC est bien plus complexe que ce que dit la communication officielle du gouvernement.

Le gouvernement raconte une histoire. Les documents déclassifiés racontent une autre histoire. Il y a une fausse volonté de transparence quand on calque le discours de l'époque avec celui d'aujourd'hui. Un double discours qui dure, cela entretient la confusion et inhibe la crédibilité du citoyen envers le gouvernement.

Dans les années 80, le groupe CAUS (Citizens Against UFO Secrecy), se basant sur le FOIA avait intenté un procès contre la CIA et la NSA et avait obtenu gain de cause : 900 documents de la CIA ont été déclassifiés, la NSA avait admis détenir 200 pages de documents sur les HAUC et on a su que la NSA était depuis longtemps soucieuse du problème puisqu'elle appelait le gouvernement à faire des investigations urgentes de manière à définir la nature de la menace afin de développer des mesures de défense adéquate en un minimum de temps pour traiter le problème des HAUC.

Quand on rassemble toutes les pièces du puzzle, on s'aperçoit que le Département de la Défense coordonne, finance toujours clandestinement des projets d'études des HAUC, empêche la diffusion de l'information pour garder une longueur d'avance dans la technologie des HAUC, protéger ses propres capacités militaires, et éviter les spéculations publiques par crainte de provoquer une panique publique.

Depuis 3 ans la posture du gouvernement américain a changé :

- des projets secrets sont rendus publics au compte-goutte, sans dévoiler les données sources
- d'anciens militaires parlent, des lanceurs d'alertes apparaissent publiquement
- des universitaires de renom rendent des rapports percutants sur l'activité des HAUC.

La raison principale du secret, c'est d'empêcher que les concurrents des Etats-Unis comprennent plus vite qu'eux d'où les HAUC tirent leur énergie. Si un objet de la dimension d'un HAUC fournit plus d'énergie que des dizaines de réacteurs nucléaires, il faut que les Etats-Unis aient le temps de maîtriser cette technologie et si cette technologie est éventée, alors il y a risque de bouleversement socio-économique imprévisible aux Etats-Unis.

L'autre raison du secret est d'ordre religieux. Si vous regardez un billet de dollar, il y est écrit « In God we trust ». Les dignitaires de l'exécutif américain sont tous de fervents croyants et il leur faut donner du temps pour une concertation avec les sommités religieuses avant d'organiser (peut-être devant l'ONU) une éventuelle révélation sur les NHI. Laisser le temps au Vatican de s'organiser avec les Jésuites, donner du temps aux catholiques pour s'arranger avec les protestants et aussi de trouver un terrain d'entente avec les autres religions. Là où les catholiques reconnaissent sept sacrements (le baptême, la confirmation, la confession, la communion ou eucharistie, l'ordination, le mariage et l'onction des malades), les protestants n'en reconnaissent que deux : le baptême et l'eucharistie. Là où tous les jésuites sont catholiques, tous les catholiques ne sont pas jésuites. L'église catholique est composée de nombreux ordres religieux (bénédictins, dominicains, etc) et laïcs. Certains sont constitués de prêtres, d'autres de moines, de religieuses ou de catholiques ordinaires. L'un des ordres catholiques les plus importants est celui des Franciscains. Mais les Jésuites, connus sous le nom de Compagnie de Jésus, sont ceux qui ont le plus de pouvoir car c'est à la fois l'intelligentsia, la milice et la radio du Pape, mais le chef des jésuites est Arturo Sosa Abascal et non le Pape. L'église catholique, à tous les niveaux, est structurée par des jésuites plutôt conservateurs qui sont engagés dans un face-à-face avec l'Islam. L'ordre des prêtres catholiques romains, c'est-à-dire les Jésuites, sont principalement des enseignants et des missionnaires, mais ils sont redoutablement habitués à nager en eaux troubles et ils seront forcément les premiers à fixer des règles pour la reconnaissance des NHI dans l'église catholique et avec les autres confessions. Heureusement, le Pape François est, chose rare, issu de la Compagnie de Jésus, et cela facilite les arrangements parmi les catholiques. Le

Cardinal José Gabriel Funes, en charge de l'Observatoire astronomique du Vatican à Castel Gandolfo, là où le Pape a sa résidence d'été, a déclaré : il n'y a aucune contradiction entre la théologie catholique et la croyance aux extraterrestres. La découverte d'une vie intelligente ne veut pas dire qu'il existe un autre Jésus. L'incarnation du fils de Dieu est un événement unique dans l'histoire de l'humanité et de l'Univers. Dieu est devenu un homme à travers Jésus en Palestine, il y a 2.000 ans ».

En **2023, le Pape François** avait évoqué le sujet au cours d'une homélie prononcée à Rome et **avait promis de baptiser les aliens** « s'ils étaient prêts ». En mai 2014, il avait déclaré sur Radio Vatican : « Si, par exemple, une expédition de Martiens débarquent.... Des Martiens, pas vrai ? Vert, avec un long nez et de grandes oreilles, comme les enfants les dessinent... Et que l'un d'eux dit : je veux être baptisé ! Que se passerait-il ? Je m'exécute et je le baptiserai. Qui sommes-nous pour leur fermer la porte de Dieu ? Ces portes sont ouvertes à quiconque le souhaite, même les Martiens».

Guy Consolmagno, le président de la fondation associée à l'observatoire du Vatican, à quant à lui déclaré au site Catholic News Service que ce n'était qu'une « question de temps avant que les humains découvrent la vie sur d'autres planètes – ou que les aliens nous trouvent, nous et notre monde de douleur, d'injustice et plein de maladies ». Mais selon lui, « toutes les créatures vivantes restent des êtres de Dieu, car « toute entité, peu importe combien il a de tentacules, elle a une âme ».

La dernière raison est militaire : Dans un conflit, si vous contrôlez l'espace, vous contrôlez tout. Toutes les nations protègent leur sol et leur zone économique maritime par le contrôle de l'espace aérien. Toutes les guerres modernes réussies ont débuté par l'acquisition de la supériorité aérienne. Si l'adversaire contrôle votre espace aérien, vos troupes au sol ne peuvent plus manœuvrer et les combats doivent cesser. C'est pourquoi tous les Etats souverains ont une politique de déni d'accès à l'espace national. C'est le déni d'accès à l'espace aérien national qui rend une nation imprenable par un potentiel envahisseur. Si vous regardez attentivement ce que demandent les acheteurs potentiels d'un avion de 6^{ème} génération, c'est le déni d'accès et l'anti-déni d'accès à un territoire, ou l'A3D (anti-access & anti-denial) en terme militaire OTAN. C'est-à-dire que l'avion qui remplacera la génération actuelle doit pouvoir protéger et dominer l'espace aérien national et balayer du ciel national tout intrus, ou au contraire pouvoir pénétrer un espace aérien ennemi défendu par l'artillerie anti-aérienne, par des avions et des missiles et, sans se faire abattre, détruire les infrastructures de l'adversaire et neutraliser leurs systèmes de communications, de commande et de contrôle, sans oublier les commandeurs et leurs servants.

Il est aujourd'hui prouvé que les avions de 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} génération sont incapables à intercepter un HAUC, et la future 6^{ème} génération qui rentrera en service au plus tôt en 2030 non plus. Nos appareils sont conçus pour nous incapaciter, il n'y a aucun espoir pour incapaciter un HAUC. Pour pouvoir le faire il faut effectuer un saut cognitif qui soit en disruption complète avec la technologie actuelle, et cet article soulève quelques pistes pour comprendre comment on pourrait dès maintenant agir pour acquérir la parité avec les HAUC en 2050.

Imaginez que la France, en 2025, par l'intermédiaire d'une opération de la DGSE obtienne un Tic-Tac récupéré quelque part et le confie à la DGA. Si Dassault est désigné maître d'œuvre d'un programme impliquant un groupe de sociétés comme Airbus, Safran, Thales et MBDA pour faire l'ingénierie inverse du Tic-Tac et hybrider la technologie rétro-ingéniérée avec la

technologie de pilotage par AI (du X-62A Vista par exemple), la France n'aurait plus besoin de s'allier avec l'Allemagne et l'Espagne pour réaliser le SCAF (Système de Combat Aérien Futur). La France n'aurait même plus besoin de la protection de l'OTAN. Par contre tous les pays d'Europe applaudiront pour une Défense Européenne menée par la France. Les Five Eyes et l'Amérique passeront des accords stratégiques de Défense avec la France, les pays développés d'Asie aussi. De plus toute l'industrie aéronautique mondiale sera tellement périmée qu'elle disparaîtra, à moins de devenir des licenciés des grandes sociétés françaises. Mais la France a-t-elle des ingénieurs capables de faire ce que les américains ont fait sur le Vista ? Certainement oui. Il n'est même pas nécessaire à la France de développer elle-même la techno du Vista, l'Amérique l'offrira à la France. La France possède-t-elle des meneurs de programmes capables de conduire avec succès la réalisation d'un analogue Tic-Tac pilotée par une AI ? Assurément oui. Ce qui manque, c'est bien la technologie de vol du Tic-Tac.

Quels sont les pays qui ont un suivi du phénomène HAUC ?

La Chine déclare avoir un programme d'observation des déplacements des HAUC par un système AI. Elle donne des directives de communications différentes pour le public interne et pour l'extérieur. A l'intérieur le ton est très ouvert, avec l'assurance que le gouvernement protège bien les citoyens. A l'extérieur, il s'agit de montrer que la Chine est en avance par rapport aux autres pays et qu'elle aussi sait « intercepter des ballons » dans son espace aérien comme le font les américains et les canadiens. La Chine teste sur orbite terrestre un prototype équivalent à l'EM Drive de la NASA. La Chine aurait un programme d'ingénierie inverse des HAUC. Dans un communiqué officiel du Ministère National de la Défense publié fin 2024, la Chine déclare qu'elle ne cherche plus la parité avec les autres nations, mais carrément les devancer. Le but n'est pas de faire mieux, mais de redéfinir ce que doit faire un chasseur de combat. Et une des exigences « curieuses » de cet avion de combat chinois est la capacité déclarée de récolter et de traiter « en simultanéité » des informations en provenance de l'espace, de l'atmosphère, du sol, et dans la mer. C'est ce qu'ils appellent « la fusion tous domaines ». Une autre exigence est de « développer des nouveaux matériaux composites qui ne permettent pas juste d'échapper à la détection, mais qui s'adaptent activement à différents types de senseurs ». C'est quoi tout cela ? C'est normal qu'un avion de détection sous-marine s'intéresse à ce qui est dans l'eau, mais en quoi un avion est-il à la fois concerné par ce qui circule dans l'espace, sur et sous la mer ? Cela ne vous rappelle pas quelque chose ? Et puis, les matériaux composites qui agissent passivement pour échapper à la détection, on les connaît. Les dispositifs électromagnétiques qui permettent de brouiller, de saper ou de leurrer pour échapper à la détection, on connaît aussi. Mais les matériaux qui s'adaptent activement à différents types de senseurs ou de capteurs, je demande à voir ! Montrez-moi un matériau qui s'adapte **activement** à la détection par un système de détection par onde millimétrique, un système de détection mosaïque infra-rouge et ultra-violet, un système de détection par intensification de lumière visible, ... c'est de la science-fiction !

Ceci étant dit, je reconnais que la Chine a fait des progrès très impressionnants en aviation. Le 26 décembre 2024, elle est la première nation au monde à montrer deux avions de 6^{ème} génération en vol, alors qu'on s'attendait à voir la démonstration en vol de celui annoncé par les américains mais que personne n'a vu voler. Le programme américain NGAD (Next Generation Air Dominance) d'avion de 6^{ème} génération semble prendre du plomb dans l'aile car le Général David Evin, USAF Chief of Staff, a annoncé en 2024 que « les délibérations sont toujours en cours, il n'y a pas de décision prise. Nous sommes en train d'examiner un lot d'options très difficiles... que nous devons considérer ». Lesquels ? Ce n'est pas précisé, mais

on le devine. En premier, le coût exorbitant du NGAD qui ne cesse de grimper jusqu'à dépasser 300 millions de dollars l'appareil selon les estimations. En deuxième, la 6^{ème} génération, la 7^{ème} ne fera pas le poids face à des HAUC. En troisième lieu, cela ne sert à rien de financer le développement du NGAD de 6^{ème} génération alors qu'on a déjà un équivalent : c'est le B-21, qu'il suffit de reconfigurer en chasseur de longue portée car il convient très bien pour la nouvelle priorité qui est de défendre Taïwan, le Japon, la Corée du Sud, les Task Forces navales, assurer la suprématie du ciel au-delà de la ligne des neuf traits (également connue comme la langue de bœuf), et la pénétration du territoire chinois en profondeur. Il suffit de multiplier par deux le nombre d'exemplaires prévu du B-21 pour abaisser drastiquement le coût unitaire et le problème est résolu. Enfin, il vaut mieux dès maintenant mettre le paquet sur la recherche et le développement d'un démonstrateur technologique équivalent à un HAUC et le sortir en série. Le métier d'avionneur exige de bâtir sur ce qui va arriver dans 10 ans au minimum et avoir en tête ce qui peut se passer dans 20 ans.

En France, le programme d'avion de 6^{ème} génération, le SCAF (Système de Combat Aérien du Futur), est aussi toujours « en délibérations » et se heurte à des arbitrages difficiles entre la France et l'Allemagne. Les divergences connues depuis 70 ans semblent irréconciliables, au point qu'on ne sait toujours pas comment est l'allure physique de ce SCAF toujours qualifié de « système de systèmes ». Mais si l'allure du SCAF ressemble à la maquette dévoilée par le Président Macron, c'est vraiment décevant car ce n'est même pas digne d'un avion de 6^{ème} génération, mais c'est plutôt un avion bricolé de la 5^{ème} génération.

Les Etats-Unis ont diffusé le 4 mars 2024 une vidéo montrant à Oklahoma un HAUC projetant devant lui une corolle blanche lumineuse faisant penser à la projection d'une onde de choc. Depuis novembre 2024, les américains du New-Jersey sont préoccupés par une invasion inexplicable de « drones » qui ne sont pas que des jouets. John Radcliffe, Directeur du Renseignement National (National Intelligence) sous la présidence de Donald Trump de 2020 à 2021, et actuel Directeur de la CIA depuis le 23 Janvier 2025 a déclaré : « franchement, les UAP ont démontré une technologie que nous ne sommes pas capables de dupliquer ni de nous défendre contre ».



Fig.28 – En jaune, les pays qui ont un programme d'intérêt sur les HAUC.

En Israël, le Général Haim Eshed, Directeur du programme spatial israélien pendant plus de 30 ans, a déclaré le 8 décembre 2020 que « non seulement des civilisations extraterrestres nous visitent depuis des lustres, mais elles ont conclu avec les Etats-Unis une alliance au sein d'une Fédération Galactique dont le but serait essentiellement scientifique ». Cette coopération se traduit par l'existence d'une base sur Mars où des Américains et des représentants extra-terrestres travaillent de concert. Selon Eshed, Donald Trump est parfaitement au courant de cette association.

Paul Hellyer, Ministre de la Défense du Canada, avait confirmé qu'il y a une Fédération d'espèces extraterrestres galactiques qui est concernée par ce qui se passe sur Terre et ils ont sélectionné quelques terriens pour travailler avec eux. Ces terriens sont régulièrement visités par ces extraterrestres, ils leurs parlent télépathiquement ». Le 30 décembre 2013 il affirme que les extraterrestres visitent la Terre depuis des milliers d'années et collaborent aujourd'hui avec le gouvernement américain. Paul Hellyer avait appelé les gouvernements mondiaux à révéler ce qu'ils savent sur la technologie des extraterrestres afin d'enrayer les changements climatiques.

Le Japon reconnaît que le sujet des HAUC est prioritaire pour la défense du Japon, et manifeste un effort certain pour la création d'un bureau d'étude des HAUC. Des groupes de travail animés par des militaires à la retraite s'activent même en l'absence d'une structure établie. Le Japon a signé avec les USA un accord de coopération en 2020.

En Afrique Centrale, chose rare, des livres sont parus pour raconter des témoignages typiquement africains sur ces 30 dernières années. Les ovnis africains sont folkloriques, ils se déplacent sur des « jambes » lorsqu'ils sont au sol alors qu'ailleurs on n'a jamais entendu parler de cela.

En Irak, le 10 janvier 2024 ont été diffusées les étranges images d'un HAUC en forme de méduse survolant en 2018 une base interarmée américaine. La vidéo a été prise par une caméra de type FLIR embarquée sur un drone MALE (Medium Altitude Long Endurance) de type MQ-1 Predator qui surveillait la base. La méduse ne pouvait être vue qu'en vision thermique, mais ce qui est intéressant, c'est que se sachant poursuivie, elle change sa température, passant instantanément du froid au chaud, toujours dans des fréquences invisibles à l'œil humain, pour tenter de se soustraire à la surveillance. Le Predator a eu du mal à se verrouiller sur sa cible. Après avoir survolé la base pendant un certain temps, le HAUC est parti plonger dans l'eau et est resté 17 minutes sous l'eau. Au bout de 17 minutes il est ressorti à un angle de 45° et a foncé vers l'espace à une vitesse phénoménale et a disparu.

L'Amérique du Sud étudie sérieusement les HAUC depuis le cas de l'île Colares au Brésil en 1977. Des villageois ont signalé au gouvernement plusieurs vagues de descentes d'orbes cruellement agressifs. Ils ont attaqué plus de 400 personnes et on ne comprend toujours pas pourquoi ? L'armée a dû monter « l'opération Prato » pour nettoyer le coin pendant 4 mois. Le cas Varginha est tout aussi intéressant. D'après un sondage, 60 millions de Brésiliens croient maintenant que les aliens existent. Comme aux USA, le Sénat brésilien a mis en place des auditions de témoins.

Le 19 mai 1996, a été « la nuit officielle des ovnis au Brésil ». Ce lundi soir-là, 21 objets volants non identifiés, dont certains mesuraient jusqu'à 100 mètres de diamètre, ont été aperçus par des dizaines de témoins, civils et militaires, dans quatre États : Sao Paulo, Rio de Janeiro,

Minas Gerais et Goiás. Rien qu'à l'intérieur de l'État de Sao Paulo, des observations ont été enregistrées à Caçapava, Taubaté et Mogi das Cruzes.

"Vers 20 heures, environ deux mille soldats, dont des cadets et des officiers, de l'École des spécialistes de l'aéronautique (EEAR) ont été témoins du phénomène à l'œil nu ou avec des jumelles". Les HAUC ont été détectés par les radars du Centre intégré de défense aérienne et de contrôle du trafic aérien (Cindacta). Ce qui signifie, en d'autres termes, que ces objets étaient solides. Le centre des opérations de défense aérienne (CODA) a déployé cinq avions de chasse de l'armée de l'air brésilienne (FAB) pour intercepter les envahisseurs présumés. Selon les pilotes, les objets non identifiés multicolores ont réussi, entre autres manœuvres, à flotter statiquement dans le ciel, à voler en zigzag, à tourner à angle droit, à changer de couleur, de trajectoire et d'altitude, et à atteindre des vitesses allant jusqu'à 15 fois la vitesse du son. "Parfois, les pilotes ont eu un contact visuel avec les objets, mais les radars n'ont rien enregistré. D'autres fois, les radars ont même détecté la présence d'objets, mais les pilotes ne pouvaient pas les voir. L'armée de l'air n'a pris en compte que les observations ayant fait l'objet d'une confirmation simultanée. Les autres ont été rejetées. Le nombre d'objets vus cette nuit-là était bien supérieur à 21", estime le contrôleur aérien Sergio da Silva Mota.

A Sao José dos Campos, dans l'État de Sao Paulo, la "Nuit officielle des ovnis" a commencé vers 20 heures, lorsque le sergent Sergio Mota da Silva a commencé à gérer le décollage du vol 703 de la compagnie Rio Sul, à destination de Rio de Janeiro. C'est alors qu'il a vu une étrange lumière, semblable à un phare, se dresser dans le ciel. Intrigué, il a appelé la tour de l'aéroport international de Guarulhos pour vérifier si un avion se dirigeait vers Sao José dos Campos. La réponse a été négative. Pendant qu'ils parlaient, l'objet a disparu et après un moment, il est réapparu avec une lueur encore plus intense. Sergio a sorti une paire de jumelles pour mieux voir. Elle était lumineuse et multicolore, se souvient-il. À un moment donné, le sergent a baissé les balises de la piste de l'aéroport et la lumière s'est rapprochée. Quand le sergent a augmenté la luminosité des balises de la piste, elle s'est éloignée. "Je ne sais pas s'ils (les occupants de la lumière) essayaient d'interagir avec moi. Ce que je sais, c'est qu'ils se sont comportés intelligemment".

Au moins trois avions ont signalé des observations cette nuit-là. Le premier était un modèle Bandeirante, de la compagnie aérienne TAM, qui était en route de Londrina, dans l'état de Paraná, vers la ville de São Paulo. Le pilote a même informé le centre de contrôle régional de Brasilia (ACC-BS) qu'un objet non identifié s'approchait de lui, sur une trajectoire de collision apparente.

Le second, de Transbrasil, a également détecté un ovni au-dessus de la région d'Araxá, dans l'intérieur du Minas Gerais. Le vol était de Guarulhos à Brasilia.

Le troisième et dernier était un bimoteur Xingu, immatriculé PT-MBZ, revenant de Brasilia à Sao José dos Campos. A bord se trouvent le colonel Ozires Silva, qui revient d'une réunion avec le président de la République, José Sarney, et son copilote, Alcir Pereira da Silva.

A 21H 04, Sergio a contacté le pilote du bimoteur et lui a demandé s'il avait vu "quelque chose d'étrange dans l'air". Sur le radar, le contrôleur avait détecté trois ovnis au-dessus de Sao José dos Campos.

Lorsqu'il a prévenu qu'il allait tenter une manœuvre pour s'approcher de la cible, décrite comme un "point lumineux" et "très énorme", Ozires a entendu Alcir dire, visiblement terrifié : "tu sais que tous ceux qui tentent quelque chose comme ça finissent par disparaître ?".

Cette fois, c'est la mystérieuse lumière qui a disparu, au grand soulagement du copilote. Il a disparu dès que le pilote a commencé à manœuvrer l'avion. Le lendemain, Ozires Silva a prêté serment en tant que nouveau président de Petrobras, la compagnie pétrolière publique. Lors de la conférence de presse, pas un seul journaliste n'a pensé à demander quoi que ce soit sur le pétrole. Tout le monde ne voulait connaître que les soucoupes volantes. Mais Ozires Silva a refusé de commenter l'épisode.

"La nuit officielle des ovnis est l'une des affaires les plus importantes de l'ufologie mondiale. C'est le cas du plus grand nombre de témoins de la planète", explique l'ufologue Jackson Luiz Camargo, auteur du livre "La nuit officielle des ovnis au Brésil", publié en 2021. "Je ne définirais pas ce qui s'est passé comme une invasion. A aucun moment il n'y a eu de comportement hostile de la part des intelligences exploitant ces appareils", précise-t-il. Un mois plus tard, deux fonctionnaires du Centre technique aérospatial (CTA), accompagnés de l'ufologue américain James J. Hurtak, se rendent à la salle de rédaction et demandent au rédacteur en chef les négatifs des photos. Le matériel, explique M. Hurtak, sera analysé par la NASA. Trente-six ans plus tard, il n'a jamais été rendu. "Quelle conclusion ai-je tirée ? Eh bien, je crois que ces objets venaient vraiment de l'espace. Et, à mon avis, ils surveillaient les installations militaires et industrielles au Brésil", observe Hurtak.

Le risque d'une catastrophe aérienne était imminent. Ces objets, en plus de leur intense luminosité, étaient capables d'effectuer des manœuvres impossibles pour tout avion. Pour ne rien arranger, ils survolaient des installations stratégiques de défense aérienne, comme l'Institut national de recherche spatiale (INPE) et le Centre technique aérospatial (CTA) de Sao José dos Campos, ainsi que l'Académie de l'armée de l'air (AFA) de Pirassununga, dans l'État de Sao Paulo. Pour ces raisons, entre autres, le ministre de l'Aéronautique de l'époque, le brigadier Octávio Júlio Moreira Lima (1926-2011), a été rapidement informé de ce qui se passait. En quelques instants, trois avions de chasse des FAB, deux F-5 et un Mirage, ont décollé.

Le premier d'entre eux, un F-5, immatriculé FAB-4848, piloté par le Lieutenant Kleber Caldas Marinho, a décollé de la base aérienne de Santa Cruz à Rio de Janeiro à 22 h 34.

Le second chasseur, un Mirage F-1, immatriculé 4913, commandé par le capitaine Armindo Sousa Viriato de Freitas, a décollé à 22 h 48 de la base aérienne d'Anápolis dans l'état de Goiás.

Le troisième, un F-5, immatriculé FAB-4849, piloté par le capitaine Márcio Brisolla Jordão, a décollé à 22 h 50 de la base aérienne de Santa Cruz.

Les trois chasseurs ont reçu la même mission : une interception non agressive, en approche pacifique. Ils n'ont pas réussi à le faire. Lorsque les avions ont tenté d'approcher les cibles, elles ont disparu de la vue des militaires et des écrans radar. Et après un certain temps, elles sont réapparues ailleurs.

"Tout cela était très curieux et inhabituel. De la taille des objets - le plus grand d'entre eux, probablement le vaisseau-mère de la flotte, mesurait 11 kilomètres de long – avec une

technologie, qui était largement supérieure à la nôtre", analyse le journaliste et ufologue Ademar José. Gevaerd, rédacteur en chef du magazine UFO. "A aucun moment ils n'ont essayé de nous attaquer. Ils ont joué au "chat et à la souris" avec nous", a-t-il ajouté. Quoi qu'il en soit, les pilotes ont reçu l'instruction de manœuvrer l'avion avec les feux de navigation éteints et le système d'armes activé. "Au fil des années, j'ai eu l'occasion d'interviewer des officiers militaires de haut rang qui, entre autres, m'ont dit : 'Au Brésil, on ne tire pas sur les ovnis parce qu'ils ne représentent pas une menace'. Je ne sais pas comment ils réagiraient s'ils étaient attaqués", rapporte l'ufologue Marco Antonio Petit. "Contrairement à ce qui est rapporté officiellement, ils savent très bien à quoi ils s'exposent", ajoute-t-il.

L'un des opérateurs du Centre d'opérations militaires (COPM) a même envisagé l'hypothèse que les phénomènes observés par le lieutenant Marinho étaient, en fait, des avions espions. Dans un rapport, le pilote a demandé une enquête pour savoir si des porte-avions battant pavillon étranger se trouvaient au large des côtes brésiliennes. Rien n'a été trouvé.

A environ 800 kilomètres de là, à Goiás, le capitaine Viriato poursuit sa mission d'interception. A 23h09, un signal non identifié est apparu à 22 kilomètres sur son radar de bord. Immédiatement, le pilote a cadré sa cible et s'est préparé à tirer sur l'ennemi présumé. Le Mirage du Capitaine Viriato a rapidement atteint la vitesse de Mach 1,3 (1 600 km/h). Alors qu'il se trouve à neuf kilomètres de la cible, l'impensable se produit : l'OVNI accélère brutalement. Selon les calculs du pilote, il a atteint l'incroyable vitesse de Mach 15, l'équivalent de 18 375 km/h (11 000 mph). "S'il existe un avion capable d'atteindre cette vitesse, je ne le connais pas", explique le capitaine Viriato dans une interview accordée au programme Globo Repórter de TV Globo en 1993.

Pendant la nuit, deux autres chasseurs Mirage ont été envoyés : l'un, immatriculé FAB-4918, piloté par le capitaine Rodolfo Silva e Souza, et l'autre, FAB-4917, commandé par le capitaine Júlio César Rozemberg. Le premier a décollé à 23h17 et le second à 23h46, tous deux de la base aérienne d'Anápolis à Goiás, sans qu'aucun d'entre eux n'ait eu de contact visuel ou radar avec un quelconque objet volant.

Le capitaine Jordao effectuait des recherches visuelles dans la région de Sao Jose dos Campos lorsque, à 22 h 59, son contrôleur de vol, le sergent Nelson, l'a informé de la présence de "nombreux trafics dans un rayon de six heures autour de son avion". En langage militaire, cela signifie que des objets volaient derrière lui. Le pilote a effectué une manœuvre de 180° pour tenter de visualiser ses poursuivants, mais il n'a rien vu. Selon les images radar, 13 ovnis, sept d'un côté et six de l'autre, "escortaient" le F-5 du capitaine Jordao.

Pour ceux qui ne connaissent pas le F-5 Freedom Fighter construit par Northrop, je rappelle qu'il a été utilisé au Vietnam, d'abord dans l'Armée de l'Air de la République du Vietnam (Không Quân Việt Nam Cộng Hòa) contre les forces du Front de Libération (Viet Cong) commanditées par le Nord contre le Sud avec l'appui de Moscou et de Pékin, ensuite par l'Armée de l'Air de la République Socialiste du Vietnam contre les forces des Khmers Rouges au Cambodge en 1979. Le F-5 E Tiger II est un avion de 3^{ème} génération assez efficace en support aérien rapproché des troupes au sol (close air support) et étonnamment performant pour contrer des chasseurs comme le J-5, J-6, J-7 chinois.

La Suisse, minuscule pays neutre et souverain, l'a choisi en raison de ses nombreuses qualités pour équiper son armée de l'air. Cependant en aucun cas il ne peut poursuivre un Tic-Tac ou

affronter un big HAUC avec ses canons et ses missiles air-air Sidewinder à guidage infra-rouge.



Fig.29 – Un F-5E de l'Armée de l'Air de la République du Vietnam, armé de deux missiles Sidewinder. Entre 1967 et 1975, 226 appareils Northrop F-5 Freedom Fighter dans les versions F-5A (137 exemplaires), F-5B (8 exemplaires), F-5C (17 exemplaires), F-5E (54 exemplaires) et RF-5A (10 exemplaires) ont été utilisés au Sud-Vietnam.



Fig.30 - Un duo formé par un Mikoyan-Gourevitch Mig-21 Fishbed armé de ses missiles air-air Atoll (Vimpel K-13) à guidage infra-rouge et un F-5 Freedom Fighter équipé d'un réservoir

d'essence supplémentaire et armé de ses bombes, tous deux appartenant à l'Armée de l'Air de la République Socialiste du Viet-Nam. Douze F-5 capturés dans les versions F-5A (8 exemplaires), F-5B (3 exemplaires) et F-5E (1 exemplaire) ont combattu contre les forces des Khmers rouges en 1978-79. Ces deux appareils de 3^{ème} génération ont joué un rôle historique dans les conflits du Vietnam. Malgré leur qualité, aucun des deux n'est apte à intercepter un Tic-Tac ou un big HAUC.

Le 23 mai 1986, à 16h30, le ministre de l'Aéronautique de l'époque, le brigadier Octávio Júlio Moreira Lima, a convoqué une conférence de presse pour annoncer que cinq avions de chasse des FAB avaient poursuivi 21 ovnis.

CONFIDENCIAL

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA
COMANDO AEREO DE DEFESA AEREA

OF Nº 008/CMDC/C-138 Brasília-DF, 02 de Junho de 1986

Do Comandante
Ao Exmº Sr Comandante do Comando Ge
ral do Ar

Assunto: Relatório de Ocorrência

Ref. : Nota Nº C 002/MIM/ADM, de
13 Abr 78

Anexo : 01 (un) Relatório

Encaminho a V Exa o documento con
tente do anexo, para vossa apreciação

Brig do Ar

Brig do Ar JOSÉ PESSOA CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE
Comandante Interino do COMOA

NAC/GIN.:
Cópia:
SPM...01
SCC...01
Total..02

CONFIDENCIAL

PROTOCOLO MAer
43.01/1381.86

Fig.31 – Rapport de l'Armée de l'Air Brésilienne

"Il ne s'agit pas de croire ou non (aux extraterrestres ou aux soucoupes volantes). Nous ne pouvons donner que des informations techniques. Il y a plusieurs hypothèses. Techniquement, je dirais que nous n'avons aucune explication", explique le brigadier à l'époque. A l'issue de la conférence de presse, à laquelle ont assisté les cinq pilotes et contrôleurs de vol du FAB qui

étaient de service cette nuit-là, le ministre de l'aéronautique a déclaré que l'épisode ferait l'objet d'une enquête et qu'un rapport complet serait publié dans les 30 jours. Ce n'est que 23 ans plus tard, le 25 septembre 2009, qu'un rapport sur cette affaire a été rendu public, signé par le commandant par intérim de l'armée de l'air (COMDA), José Pessoa Cavalcanti de Albuquerque, et daté du 2 juin 1986.

"En conclusion des faits constants observés dans presque toutes les rencontres, le commandement du COMDA est d'avis que les phénomènes sont « en dur » et reflètent d'une certaine manière l'intelligence, par la capacité de suivre et de garder la distance avec les observateurs, ainsi que de voler en formation, ce qui ne veut pas dire que ces phénomènes soient nécessairement habités", indique le document.

Porto Rico : un HAUC sous forme d'orbe métallique a été observé en 2013 en vol stationnaire au-dessus de l'Aéroport N°7 à Aguadilla. L'orbe métallique a été suivi pendant plus de 10 mn par un avion de la douane équipé d'un FLIR. L'orbe a continué son vol de l'aéroport jusqu'à l'océan où il a plongé dans l'eau. Lorsqu'il est ressorti de l'eau, l'orbe s'est scindé en deux, et les 2 orbes ont continué leur vol à la même vitesse puis ils ont replongé dans l'eau et ont disparu.

Des orbes métalliques similaires sont régulièrement aperçus survolant des bases et des dépôts de munitions nucléaires américaines.



Fig.32 – Colombie : le 4 mai 2023, au-dessus d'Antioquia, la Top Model Valentina Rueda Velez (photo ci-dessus), à bord de son avion privé Beechcraft King Air volant à 300 km/h a vu un objet flottant au loin dans l'air et a voulu le filmer. Lorsque l'avion s'est rapproché de lui, l'objet s'est soudainement déplacé et s'est rapproché de l'avion : il s'agit d'un HAUC qui a volontairement frôlé l'avion de très près.



Fig.33 – Cette vue a été extraite d'une séquence vidéo enregistrée par Valentina Rueda Velez. L'engin a été vu volant de droite à gauche. Comme vous le constatez, il n'y a pas que les vieux rabougris qui vous renseignent sur les OVNI's.

Au Chili, le gouvernement a créé un Comité d'étude de phénomènes aériens anormaux. La Marine chilienne a diffusé une vidéo, filmée à partir d'un hélicoptère, montrant un gros HAUC en forme de cigare très allongé, en train de survoler la côte de San Diego. Pendant 9 mn, le cigare a scindé son bout arrière en un gros Tic-Tac qui s'est ensuite détaché.

Au Canada, la mise en place de Sky Canada a été créée pour surveiller les ovnis sous la responsabilité de scientifiques. Les archives du transport aérien, jusqu'à présent contrôlées par le privé, sera soumis aux chercheurs. Les canadiens, qui font partie du NORAD, sont appelés à travailler avec les américains pour avoir des données. L'affaire du ballon inconnu abattu au Canada n'est toujours pas révélée.

En Europe, parmi les grands pays qui sont le plus en avance, il y a les Pays-Bas et la Belgique, tandis que l'Angleterre est le plus en retard.

Les Pays-Bas portent une attention particulière à la sécurité des vols civils et mettent en place des systèmes de reporting pour les pilotes. Ce pays est très actif auprès de l'Union Européenne.

En Belgique, il y a eu la vague des OVNI's de 1989 où pendant 18 mois au moins 2000 observateurs ont signalé des triangles noirs, et des chasseurs F-16 ont été dépêchés pour les identifier et les intercepter. Ces Triangles sont de tailles considérables et ont largué des petits HAUC. Ces petits HAUC les ont rejoints plus tard et le gros HAUC a disparu dans l'espace. Le Commandant St Appberg, (Milsberg) pilote d'un des F-16, raconte : il est 22 h quand la

gendarmerie de la région de Louvain a eu un contact visuel. Plusieurs stations radars au sol ont aussi détecté les HAUC. Pendant une demi-heure les F-16 ont tenté l'interception mais les HAUC ont eu un comportement erratique : changements d'altitudes considérables vers le haut et vers le bas, accélérations impossibles à suivre, changements de caps dans tous les sens et virages en L, changements de vitesses imprévisibles du supersonique à zéro et inversement (le HAUC rencontré en Belgique est capable de passer de 300 km/h à 3.000 km/h en quelques secondes. Au-delà de 2.000 km/h le F-16 perd le contact), et il est impossible de s'approcher d'eux à moins de 8 km bien que les radars des F-16 les ont bien détectés aussi. Donc les HAUC belges sont visibles simultanément par 3 radars au sol et 2 radars embarqués, mais impossible de s'en rapprocher car les HAUC bougeaient tout le temps et aucune identification visuelle n'a pu être faite par les pilotes car il faisait nuit. Aucun avion ne peut suivre des objets évoluant avec de grands écarts de vitesse et d'accélération faits à grande cadence.

En France : début de mise en place d'un réseau de caméras détecteurs initialement prévus pour l'astronomie (temps de pose très long) auxquelles on a ajouté des fonctionnalités supplémentaires (augmenter le taux de rafraîchissement d'images pour détecter des objets lumineux à déplacements ultra-rapides). Une image d'un objet rapide sur une caméra lente, c'est un trait mince sans signification. Pour le moment on s'attache à améliorer la collecte de données de différentes natures, de mieux les caractériser et de mieux les croiser. On en est toujours à la phase collecte, pas encore à la phase investigation scientifique et on ne voit toujours pas les plans d'actions. Et pourquoi ? Parce que les données collectées n'étaient pas à un grade scientifique. Et même si on les avait, qu'est ce qu'on en ferait ? Quel est le processus qui conduit à un plan d'action, et pour l'intérêt de qui et de quoi ? Autre bizarrerie : la Commission Sigma 2 persiste à traduire le mot « all domain » par « tous milieux » (sous-entendu air, eau, espace cosmique) et restreint volontairement son champ d'investigation, alors que les américains qui s'intéressaient au départ à un véhicule qui se déplace dans l'air, l'eau, l'espace, élargissent leur sujet d'intérêt en englobant les orbes, les abductés, les prélèvements d'organes sur les animaux, les blessures provoquées par les phénomènes surnaturels, les effets psychiques et psioniques des rencontres récurrentes, les capacités de télékinésie induite, les matériaux inclassables sur Terre, les comètes qui n'en sont pas, les rencontres sous-marines inexpliquées, les créatures s'apparentant à des démons ou à des êtres de légendes, les emplacements fréquentés par tout ce qui est paranormal dans tous les domaines. Le Pentagone soupçonne un lien entre les NHI et la conscience humaine, les phénomènes comme la précognition ou l'apparition des chimères par exemple, d'où l'appellation « all-domain anomaly ».

La Chine et la Russie ont actuellement leurs programmes secrets sur les HAUC, ce qui pourrait signifier que russes et chinois ont réussi à récupérer des éléments de HAUC. Un des sujets très sensibles est la course pour la récupération d'épaves de HAUC hors des territoires nationaux par les équipes spécialisées des Etats-Unis, de la Chine et de la Fédération de Russie. C'est un sujet encore interdit aux Etats-Unis et chez les Alliés des Etats-Unis, mais des fuites font état de plusieurs « récupérations », dont certaines avec l'aide des Jésuites du Vatican, en Italie et ailleurs.

Fin 2024, on a appris par Luis Elizondo, le Directeur de l'AATIP que les services de contre-espionnage américain ont cherché à créer une SAP ayant pour mission de concevoir un piège pour attraper des HAUC. Ils ont commencé à réfléchir sur les dispositifs et les exigences particulières qui pourraient les faciliter dans cette tâche. Le projet était à un stade assez avancé mais a été arrêté par crainte que cela ne soit interprété comme une provocation. En

attendant l'arrivée d'une loi d'amnistie permettant de libérer la parole des gens qui, par le passé, ont commis des crimes sous des justificatifs de patriotisme, ce sont les fuites causées en 2018 par le démantèlement de l'AATIP en 2012 qui ont entraîné la publication du document officiel américain montré en Fig.34. A ce jour, le gouvernement américain estime qu'il est inacceptable qu'une puissance puisse dépasser l'Amérique dans ce domaine. Pour le moment les fuites sont toujours sanctionnées, les publications sont censurées et non encouragées, on stigmatise les témoins et on menace les lanceurs d'alertes. Comment voulez-vous que le Ministère de la défense, qui est le garant de la sécurité nationale, puisse avouer que l'espace national est violé par des objets dont on ne sait rien et contre lesquels on ne peut rien ? Comment avouer que les budgets qui sont alloués aux armées sont impuissants pour parer une menace ? Reconnaître son impuissance, c'est prendre le risque d'un effondrement de l'architecture sociale ; ne pas avouer, c'est une dérégulation de la force... qui normalement doit être soumise au contrôle des lois. Chez la plupart des gens, c'est la peur de la stigmatisation et de la honte qui les empêchent de parler librement des ovnis. Demandez à un scientifique s'il croit à des extraterrestres ou des HAUC ? Ils vous répèteront prudemment la fameuse réplique de Fermi « **s'ils sont là, où sont-ils ?** ». Ou encore, « regardez : les téléphones portables sont partout, pourquoi n'y a-t-il de ces trucs que des photos floues ? Pourquoi les OVNI ne sont-ils pas en lévitation lorsqu'ils se posent au sol alors que les extra-terrestres sont si en avance par rapport à nous ? Pour eux, le simple fait que les témoins disent que les soucoupes se posent à même le sol, ou sur un ou plusieurs supports, est déjà la preuve que les soucoupes sortent de l'imaginaire d'un terrien. Et donc elles n'existent pas. D'autres, qui veulent passer pour des érudits, vous citent l'équation de Drake :

La formule de Drake évalue le nombre moyen N de civilisations présentes dans notre galaxie dont les émissions radio sont détectables. Elle se présente sous la forme d'un produit de sept facteurs :

$$N = R^* f_p n_e f_l f_i f_c L$$

R^* , taux de formation d'étoiles dans la galaxie (par an) ;

f_p , fraction de ces étoiles avec des systèmes planétaires ;

n_e , nombre de planètes, par système planétaire extrasolaire, présentant un environnement favorable à la vie ;

f_l , fraction de n_e sur lesquelles la vie est effectivement apparue ;

f_i , fraction de f_l sur lesquelles une vie intelligente est apparue ;

f_c , fraction de civilisations ayant développé une technologie susceptible d'envoyer des signaux détectables dans l'espace ;

L , durée moyenne (en années) pendant laquelle ces civilisations envoient de tels signaux dans l'espace.

(d'après SETI 2020, *A Roadmap for the Search for Extraterrestrial Intelligence*, SETI Institute, 2002)

Et alors ? ne vous laissez pas impressionner et ne perdez pas votre temps à chercher à acquérir des données chiffrées pour résoudre une telle bêtise, vous ne les trouverez pas. Il y a des équations qui ne servent à rien.

UNCLASSIFIED



OFFICE OF THE DIRECTOR OF NATIONAL INTELLIGENCE

**Preliminary Assessment:
Unidentified Aerial Phenomena**

25 June 2021

UNCLASSIFIED

Fig.34 : *Rapport du Pentagone sur les UAP*

Le rapport préliminaire du Pentagone sur les UAP (Unidentified Aerial Phenomena – Phénomènes Aériens Non-identifiés), a eu le mérite de reconnaître officiellement pour la première fois dans l'Histoire des Etats-Unis qu'il **existe aux Etats-Unis des HAUC qui présentent une réelle menace pour la navigation aérienne.**

Ce document « Preliminary Assessment : Unidentified Aerial Phenomena » émane du Directeur du Renseignement National (DNI). Il est le chef exécutif de la communauté du renseignement des Etats-Unis, chargé de diriger et de superviser les 18 agences de renseignement du pays, dont la CIA, la DIA, la NSA et les autres organismes à 3 lettres. Le DNI est le principal conseiller du Président des Etats-Unis, du Conseil de Sécurité Nationale et du Conseil de Sécurité intérieure sur toutes les questions du renseignement. Il produit, avec l'aide de l'ODNI, le brief classifié qui informe chaque matin le Président des remontées de toutes les agences du renseignement. C'est le DNI qui discute et coordonne sur tous sujets concernant les HAUC avec les gouvernements alliés, surtout l'activité des Five Eyes.

Le document, en réponse à une demande du Congrès de 2021, examine 144 cas d'observations de HAUC par les militaires entre mars 2001 et novembre 2004, 80 de ces cas impliquant l'utilisation de nombreux capteurs. Sur les 144 cas, 143 sont restés inexplicés.

Le DNI reconnaît que les HAUC sont de technologie très avancée, peut-être non humaine. Leurs caractéristiques de vol viennent d'une technologie pouvant présenter un défi à la sécurité nationale s'ils deviennent des adversaires. Les HAUC sont multiples et exigent des explications différentes selon la gamme des apparitions et leurs comportements. Les organisations qui ont aidé à comprendre la menace sont : USD (I&S), DIA, FBI, NRO, NSA, USAF, US Army, US Navy/ONI, DARPA, FAA, NOAA, ODNI/NIM Emerging and Disruptive Technology, ODNI/National Counterintelligence and Security Centers, ODNI/National Intelligence Council.

L'évaluation de la menace posée par les HAUC a été faite à partir des résultats obtenus par l'UAPTF (Unidentified Aerial Phenomena Task Force). Ce groupe de travail est une « force opérationnelle » créé le 4 Août 2020 par le Department of Defense pour exécuter une mission temporaire : mieux connaître la nature et l'origine des phénomènes volants non identifiés, et de caractériser ceux qui posent une menace pour la sécurité des Etats-Unis.

Au mois de Juillet 2022, le Département de la Défense des Etats-Unis a dévoilé l'existence de l'AARO (All-domain Anomaly Resolution Office), un « Bureau » du Pentagone destiné à rassembler les données sur les « anomalies » observées par les organismes gouvernementaux civils et militaires et du renseignement. L'AARO doit rendre compte de ses résultats d'études « d'anomalies » à la Chambre des Représentants et au Sénat. De quelles anomalies s'agit-il ? Pourquoi le Pentagone a-t-il fermé l'AATIP, qui étudie les menaces causées par des HAUC, pour le remplacer par l'AARO, un bureau qui résout des « anomalies dans tous les domaines » ? Comment se fait-il que le HAUC, qui est un engin hybride aérospatial sous-marin jusqu'ici étudié par toutes les forces armées et les services de renseignement et du contre-espionnage s'est-il tout d'un coup transformé en « **anomalies dans tous les domaines** » ?

En 2022 il n'y avait pas de réponse claire. Au départ on pensait que ce fut une tentative du Département de la Défense de fourrer sous ce label des objets comme les ballons météo et les ballons de surveillance chinois, les sacs en plastique qui volent dans l'air, les phénomènes spatiaux non identifié (UAP) dans une catégorie appelée « Temporarily Non-Attributable Object » (objet temporairement non attribuable) pour mieux les ignorer. Le Congrès a tenu à préciser qu'il ne fallait pas mélanger les objets non-fabriqués par l'homme avec des objets d'origine humaine mais non-identifiés. Le Congrès voulait que le Pentagone fasse des investigations sur ne serait-ce qu'une petite anomalie si cette anomalie présente une sérieuse menace pour le peuple américain. Il ne fallait pas que le DOD puisse délibérément ignorer un dossier en prétextant qu'il n'en a pas eu la connaissance ou qu'il n'a pas obtenu assez d'information, comme l'AARO l'a encore fait cette année.

L'AARO a été interpellé par le Congrès pour :

- *faire le point sur les affaires récentes de HAUC (Tic-Tac, Go-Fast, Gimbal, etc) mais aussi sur les affaires anciennes : cas de survol de sites militaires (bases d'aviation, silos de missiles stratégiques, sites de stockage de munitions nucléaires,...) et survol des centres nucléaires (labos de recherches nucléaires, sites de production d'armes atomiques, centrales électriques nucléaires, etc)*
- *répondre avec précision et en détail à la question : y-a-t-il un programme secret d'ingénierie inverse sur les HAUC aux USA ?*

Contrairement aux attentes, les autorités chargées par le Congrès de faire la lumière sur les HAUC ont trouvé que les UAP (alias HAUC) ont un lien avec des phénomènes surnaturels et paranormaux, caractérisés par exemple par l'apparition dans notre monde d'êtres s'apparentant à des êtres de lumière, des êtres chamaniques ou des êtres de légendes antiques (l'effrayant effet auto-stoppeur), ou des phénomènes d'incursions d'animaux semi-préhistoriques, l'apparition de farfadets (sprites) et d'orbes, de spectres et des créatures inclassables ou encore des êtres qui ont été sur Terre bien avant l'avènement de l'homme et qui y sont encore, ou plus surprenant encore de probables descendants d'humains venus du futur. Et puis il y a eu une autre catégorie de phénomènes : abductions de toutes sortes,

ALL-DOMAIN ANOMALY RESOLUTION OFFICE

UAP Reporting Trends

1996-2023

REPORTED-UAP ALTITUDES

Altitude (feet)	Percentage
10K	1.0%
15K	0.07%
20K	1.0%
25K	1.0%
30K	2.0%
35K	4.2%
40K	0.4%
45K	0.8%
50K	11.8%
55K	18.7%
60K	14.5%
65K	9.5%
70K	9.9%

TYPICALLY-REPORTED UAP CHARACTERISTICS

Appearance	Morphology	Round
	Size	1-4 meters
	Color	White, Silver, Translucent
Performance	Altitude	10K – 30K feet
	Velocity	Stationary to Mach 2
Signatures	Propulsion	No thermal exhaust detected
	Radar	Intermittent, X-Band (8-12 GHz)
	Radio	1-3 GHz, 8-12 GHz
	Thermal	Intermittent, Shortwave Infrared, Medium-Wave Infrared

REPORTED UAP-MORPHO

Morphology	Percentage
Orb. Round, Sphere	47%
Ambiguous Sensor Correl.	10%
Other	43%

REPORTED-UAP HOTSPOTS

AAR

L'AARO a publié 3 rapports :

- Le suppléant nommé en intérimaire pour le remplacer dénonce « les rapports circulaires dans lesquels un petit groupe d'individus a répété des affirmations inexactes qu'il a entendues de la part d'autres personnes sur une période de plusieurs décennies ». L'AARO a conclu que la plupart des UAP peuvent être attribués à des phénomènes naturels ou à des erreurs d'identification d'objets du genre ballon, avion de reconnaissance U-2 ou drone.

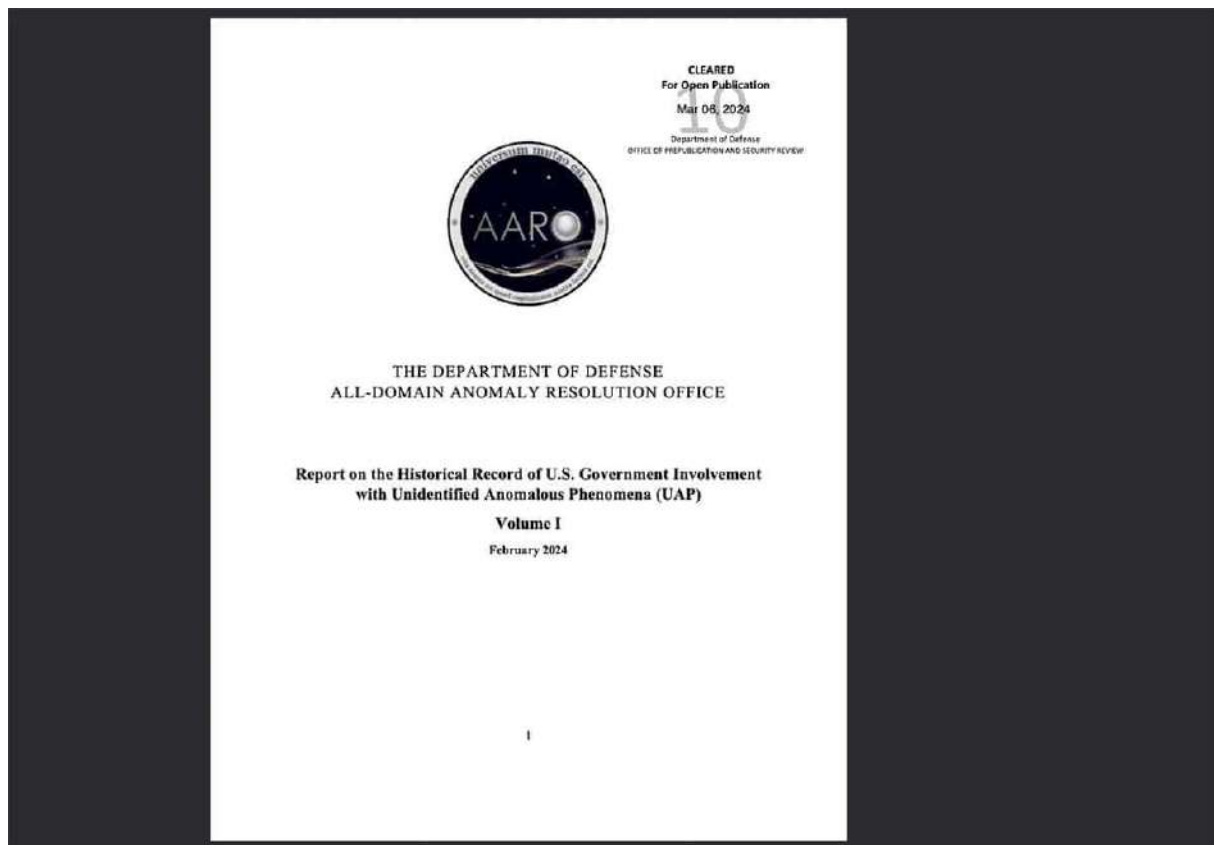


Fig.36 : Le Rapport de l'AARO sur les Anomalies dans tous les domaines est vide de sens.

- Un autre rapport paru le 6/3/2024 portant le titre "Report on the Historical Record of U.S. Government Involvement with Unidentified Anomalous Phenomena (UAP), Volume I" déclare qu'il existe un grand nombre d'observations qui restent non résolus principalement en raison du manque de données concrètes ou encore qu'il n'existe aucune preuve montrant que les Forces Armées ont effectué la réingénierie d'un vaisseau spatial d'origine extra-terrestre et l'ont caché au Congrès ». Cependant, les rapports de l'AARO sont bourrés d'erreurs et ne disent rien sur le côté « anomalies tous domaines ». D'où viennent ces anomalies et qui les provoquent ? L'AARO contredit d'autres sources qui révèlent des SAP cachés aux membres du Congrès. Comme « Immaculate Constellation » par exemple, qui est un SAP fédérateur dirigeant des sous-SAP qui étudient les HAUC, mais on ne sait pas sur quoi exactement. Ce programme créé en 2017 reste si secret que « le simple fait d'en parler vous mettra sur une liste qui vous mettra en danger ». Les services de renseignement du gouvernement américain et de l'US Air Force sont en pleine contradiction avec le Congrès américain. La branche Executive a fait de l'obstruction d'information pour que la branche Législative ne cherche pas à trop savoir sur les HAUC. Personne ne peut compter sur un organisme officiel pour obtenir des explications. Quand on demande d'où proviennent les éléments de HAUC donnés en études dans des centres privés, la réponse est « ils sont tombés des HAUC et on les a rachetés à des pêcheurs étrangers ». Cela fait penser aux « marchandises tombées du camion » qu'on trouve en vente aux bouches du métro parisien. Des objets obtenus grâce à de l'argent public se retrouvent chez quelques sociétés privées qui interdisent aux universitaires l'accès aux informations pour la recherche scientifique. Dans une démocratie libérale,

comment expliquer que le gouvernement prive de libre-concurrence les sociétés technologiques rivales de celles qui ont reçues des informations classifiées sur la technologie des HAUC ? Où est la rationalité dans tout cela ? Les auditeurs du Congrès et l'Inspection Générale des Services de Renseignements des Etats-Unis enquêtent mais les investigations sont encore confidentielles et classées « Top Secret », avec des dispositions les rendant plus secrètes encore que les informations classées « Top Secret » concernant la fabrication des armes nucléaires, c'est pourquoi les journalistes qualifient ce classement de « Above Top Secret ».

Examinons les statistiques publiées : en 2023, l'AARO a reçu 757 cas signalés, dont 708 dans l'air, 49 dans l'espace, rien dans le milieu maritime (alors qu'on savait que le milieu privilégié des HAUC c'est plutôt la mer...). L'AARO indique qu'il y a des organes officiels qui n'ont pas répondu à ses requêtes (Ah bon, on croyait que l'AARO a reçu l'autorité du Département de la Défense pour faire toute la lumière...). Dans l'analyse faite, 59 cas ont été « éclaircis », 243 cas ont été « identifiés » et 21 cas « durs » posent problème malgré tous les moyens d'investigations dont l'Amérique dispose. « Les cas sont durs car ils ne correspondent à rien de connu. Il reste environ 444 cas sur lesquels on manque d'infos et de données pour analyser, alors on les garde de côté mais ne vous inquiétez pas on les regardera à la lumière des infos et des moyens qu'on recevra plus tard... »

- Le rapport du 15 novembre 2024 : l'AARO indique dans ce rapport que dans le courant de l'année 2024, 900 cas se sont ajoutés aux 400 cas restants. En gros, un cas « dur » par mois. L'AARO a reconnu ne pas avoir eu accès aux données les plus intéressantes pour ses études. L'AARO explique qu'il a vérifié, y compris dans les 21 cas « durs » qu'il n'y a rien chez les UAP qui soit une véritable rupture dans les technologies aéronautiques et spatiales par rapport à nos avions et fusées, et donc les UAP ne peuvent pas être nos adversaires.

On se demande pourquoi l'AARO ne rapporte aucune observation par satellites, ne donne aucune information SIGIN captée par le réseau d'écoute électronique, ne diffuse pas de photos nettes et ne donne aucune information brute sur les données utilisées pour les études.

L'AARO ne dit pas qui n'a pas répondu aux requêtes de l'AARO alors que l'AARO a été accrédité par le Congrès et le Pentagone pour questionner, et n'explique pas pourquoi telle ou telle agence n'a pas répondu. Les questions sur les Tic-Tac et Go-Fast ont été éclipsées, les attentes du public et du Congrès n'ont pas été satisfaites. Même aujourd'hui, quand l'AARO présente son rapport, c'est d'abord une partie à huit clos, et une autre partie publique, entretenant la frustration.

Depuis 2021, puisque le gouvernement ne donne pas d'informations et déclare tout ignorer des HAUC, il revient aux universités et aux laboratoires privés de s'organiser pour acquérir eux-mêmes leurs propres données et pour, de leurs propres aveux, aider le gouvernement à comprendre le phénomène. En 2021 j'avais signalé dans Good Morning le Projet Galileo du professeur Avi Loeb de l'Université de Harvard qui allait installer un observatoire d'UAP réalisé par son équipe. En un an l'observatoire installé a détecté 500.000 cas potentiels à analyser. Les chercheurs de Harvard vont concevoir un système AI pour l'analyse des cas collectés et caractériser les cas vraiment anormaux. Deux autres plateformes d'observations seront mises en place en 2025 pour couvrir 500 km et permettre des triangulations de trajectoires. L'Université de Harvard a fait une levée de fonds auprès des philanthropes. Ceux-ci ont déjà financé la fabrication de nouveaux outils et plusieurs expéditions en mer pour ratisser les fonds

d'océan afin de récolter des matériaux provenant des HAUC. L'opération a été un grand succès et de nouvelles expéditions sont en cours. Des chercheurs civils, financés par des civils, se basant sur les données civiles déjà disponibles, et au besoin en recourant au Freedom of Information Act pour les obtenir, arrivent à des résultats étonnants. De nombreux groupes hors gouvernement ont lancé des tas de projets et d'initiatives intéressantes (comme l'installation de réseaux de capteurs sur Mars ou sur Terre aux endroits où les HAUC se manifestent assez fréquemment. Par ailleurs, les sociétés travaillant pour la DARPA et les start-ups de haute technologie commencent à recruter les plus brillants cerveaux pour travailler sur des sujets vraiment exotiques. Les associations de policiers du nord-est américain se sont concertés pour sortir un guide destiné à éclairer les chefs de la police de la conduite à tenir sur les UAP, pour que ceux-ci expliquent à leurs troupes les bonnes pratiques à adopter au cas où. Les fonds d'investissements s'activent pour essayer de deviner où seront les start-ups les plus prometteuses pour asseoir leurs placements. Aux Etats-Unis, l'affaire des HAUC attire l'attention des milieux de la haute finance. Enfin, retenons une phrase empreinte de sagesse de notre camarade de l'aejrr : « Si nous sommes là, c'est que nous ne sommes pas seuls dans l'Univers ».

NOTRE FIL CONDUCTEUR : LES OBSERVABLES

Revenons maintenant à l'observable N°1 : comment expliquer l'accélération foudroyante d'une masse énorme comme celle d'un gros HAUC en une fraction de seconde ? Cette accélération ne cadre pas nos convictions scientifiques.

Toutes les observations montrent qu'en fonctionnant un gros HAUC n'éjecte rien. Donc il n'utilise pas un système de propulsion éjectant de la masse pour produire du mouvement. Et pourquoi ne l'utilise-t-il pas ?

Réponse possible : s'il ne l'utilise pas, c'est avec raison : les concepteurs de HAUC savent que le mode de propulsion que les humains utilisent pour aller dans l'espace **ne permet pas d'aller bien loin**.

Pourquoi la propulsion par des moteurs-fusées, même poussée dans d'ultimes perfectionnements, ne permet-elle pas d'aller loin ?

Parce que le principe d'éjection de la masse pour obtenir « par réaction » du mouvement impose qu'avant de se délester de quelque chose pour acquérir de la vitesse, il faut d'abord construire le moteur et le carburant et la structure permettant de les contenir, en plus de la charge utile (équipage, nourriture, habitat et supports, etc.). On ne peut se délester que de ce qu'on transporte avec soi. On ne peut se délester de tout et indéfiniment. Et en plus, comment se ravitailler en « masse à éjecter » quand il n'y a que du vide autour de soi à des milliers de milliards de milliards de kilomètres à la ronde ? La célèbre équation des fusées de Tsiolkovski

$$\Delta V = V_e \ln (m_i/m_f)$$

montre une limite imparable : elle montre que le différentiel (ou accroissement) de vitesse de la fusée (le Delta V) ne peut être acquis que si la vitesse d'éjection des gaz de la fusée est proportionnelle au logarithme du rapport des masses (entre la masse initiale de la fusée au départ et sa masse finale en fin de combustion du propulsif). Le terme de gauche **Delta V** c'est la variation de vitesse d'un état initial à un état final. C'est la variation de vitesse d'une fusée, autrement dit son accélération sous l'effet du travail de son moteur entre deux instants donnés.

A droite du signe « égal », on découvre ce que cette accélération va lui coûter en termes d'énergie et de masse : l'énergie est donnée dans ce **Ve** qui est la vitesse d'éjection de la matière qui la propulse. Plus vous expulsez vite et davantage sera forte l'accélération. Le terme **mi/mf** indique la masse que la fusée va perdre dans l'opération. Donc plus le rapport **mi/mf** est grand, plus la fusée va gagner en vitesse. Vous avez sans doute remarqué la fonction **Ln** qui est un logarithme, signifiant que plus vous augmentez le rapport entre la masse initiale et la masse finale, plus vos efforts seront de plus en plus vains parce que la courbe logarithmique va atteindre une asymptote. La conséquence, c'est que pour multiplier par deux l'accélération il faut multiplier le rapport de masse par bien plus que 2, et plus ce rapport est grand plus la différence de masse nécessaire à donner de l'accélération devient démesurée. A chaque destination possible est associé un Delta V fourni par les lois de la mécanique céleste de plus en plus grand à mesure qu'on veut aller de plus en plus loin et, à chacun de ces Delta V pour un vaisseau donné, l'équation nous dit combien de propulsif (carburant + oxydant) il faudra dépenser pour espérer l'atteindre. Une fusée chimique utilise 90% de sa masse pour sa structure, moteur et carburant, pour transporter seulement 10% de charge utile. Pratiquement, l'équation signifie que pour envoyer une même charge utile de plus en plus vite et de plus en plus loin dans l'espace, il faudrait construire une fusée de plus en plus grosse pour emporter de plus en plus de carburant, au point que la fusée et la quantité de carburant à emporter va grossir de manière exponentielle. Et le logarithme amène très vite vers des infinis, c'est-à-dire des situations impossibles.

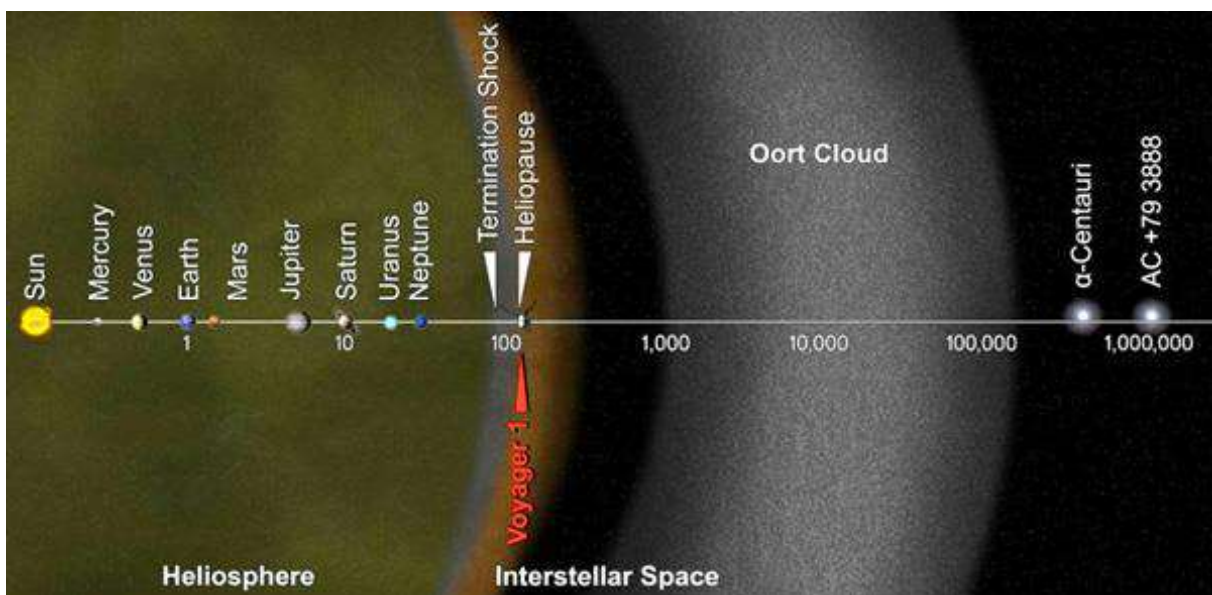


Fig.37 - Aux frontières du système solaire, il existe une vaste zone contenant des milliards de comètes, appelé Nuage d'Oort. Avec les fusées chimiques, aucun vol habité par un humain n'ira plus loin que le Nuage d'Oort, distante de 10.000 AU. (1 Unité Astronomique correspond à la distance Terre-Soleil).

Certes, Elon Musk avec l'équipe de Space-X a légèrement contourné les effets de la redoutable équation des fusées. Comment ? En innovant avec les fusées à plusieurs étages réutilisables, les fusées à structures légères et moteurs optimisés, le ravitaillement des propulsifs sur orbite, l'utilisation du méthane (un carburant permettant d'être fabriqué par des installations érigées sur place par des robots et pouvant être produits à partir de matériaux récoltés sur place) et la récupération du lanceur sur une tour. Mais finalement, ces réalisations

géniales ne sont que de petites améliorations pour voyager dans le système solaire, pas plus. Serions-nous capables de faire comme les HAUC si nous continuons à perfectionner notre mode de propulsion par éjection de la masse ? Non, car **c'est notre mode de propulsion par éjection de la masse qui nous empêche d'aller vite et loin.**



Fig.38 – A gauche, le Projet Daedalus, comparé à la fusée Saturn V qui a permis d'aller sur la lune. Daedalus est un concept de 1978 pour réaliser une sonde interstellaire non pilotée devant être lancée en 1998 et atteindre l'incroyable vitesse de 130 millions de km/h. Jusqu'à présent tous les projets sont limités par la vitesse de la lumière, ce qui signifie que pour les observateurs restés sur Terre, la perception du temps de transit interstellaire des engins va porter sur des décennies, des siècles sinon plus.

Pour prendre conscience du problème de propulsion dans l'espace, considérez Voyager 1, un petit vaisseau spatial lancé en 1977 par une fusée, la meilleure de l'époque. Il est actuellement à ~ 116 unités astronomiques (AU) après 33 ans de vol à une vitesse de croisière de 3,6 AU par an. C'est le vaisseau à plus haute énergie jamais lancé par l'humanité à ce jour, mais il lui faudra environ 75.000 ans pour atteindre Proxima du Centaure, le système planétaire voisin du notre situé à 4,3 années-lumière. Plusieurs groupes de travaux ont évalué les capacités émergentes des systèmes de propulsions électriques associés à des générateurs nucléaires légers pour accomplir une mission appelée TAU de mille unités astronomiques en ~ 15 ans. Les calculs suggèrent qu'une mission robotique de propulsion nucléo-électrique dépasserait Voyager 1 en quelques années pour atteindre 1000 UA en 15 ans. Bien qu'il s'agisse d'une amélioration par rapport à Voyager 1 (près de 2 ordres de grandeur), ce vaisseau robotique rapide prendrait encore des milliers d'années pour traverser l'océan de vide spatial jusqu'à Proxima du Centaure.

L'une des études les plus connues est le projet Daedalus parrainé par la British Interplanetary Society. L'objectif de l'étude de Daedalus était d'envisager une mission robotique de 50 ans vers l'étoile de Barnard, qui est à environ 6 années-lumière.

Le vaisseau spatial décrit en détail dans le rapport pesait assez lourd (54.000 mT), dont 92% du poids concerne le carburant (propulsif) pour alimenter le système de propulsion par fusion nucléaire. À titre de comparaison, la Station Spatiale Internationale pèse environ 400 mT. Le vaisseau spatial Daedalus est l'équivalent en poids de 150 stations spatiales internationales.

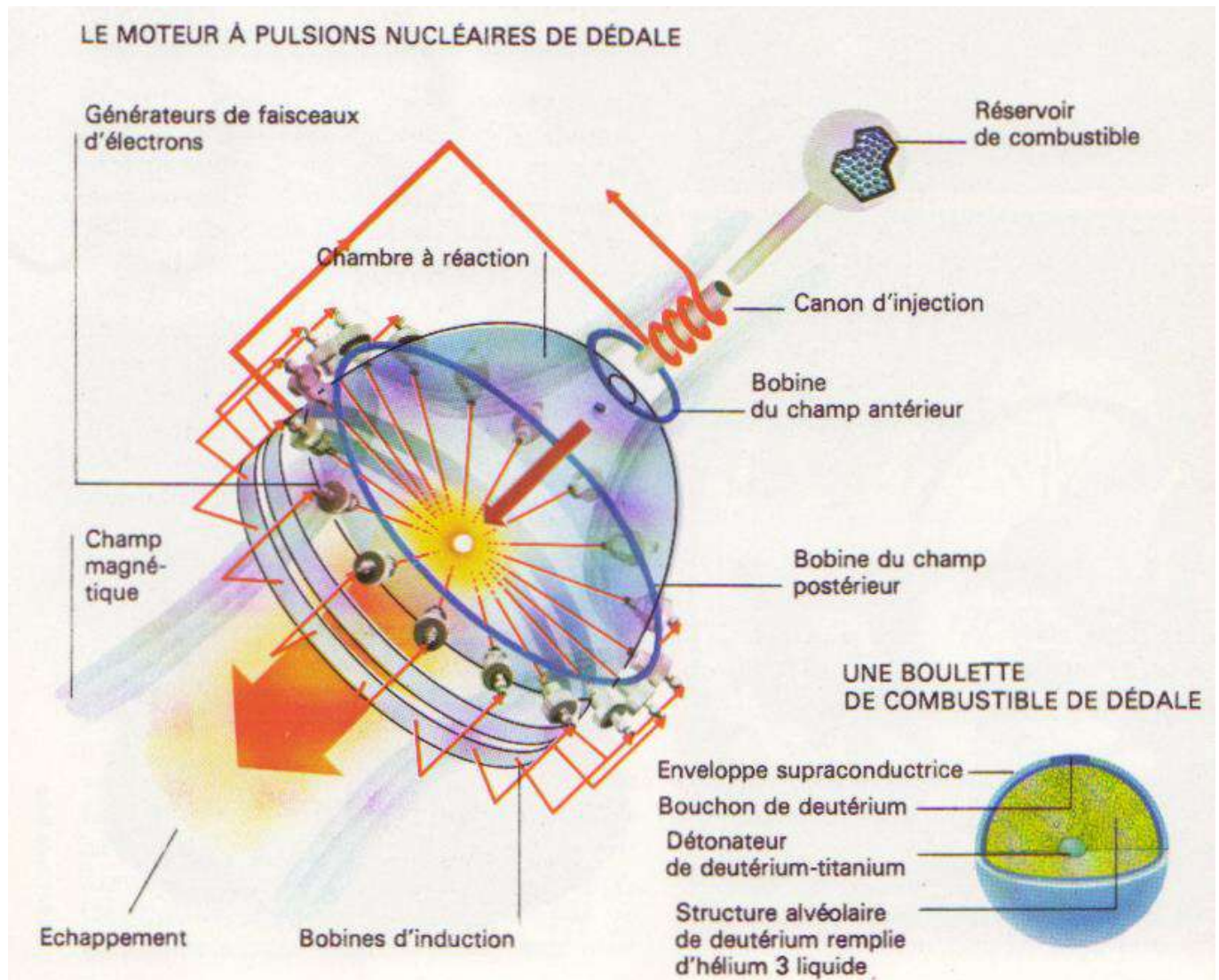


Fig.39 – Le moteur à fusion pulsée de Deadalus (Dédale) développe sa poussée grâce aux continues explosions d'un flot de boulettes de combustible de fusion. Celles-ci sont stockées à très basse température pour garder à l'hélium sa forme liquide et à l'enveloppe extérieure sa supraconductivité. Les boulettes, de la taille d'une balle de Ping-Pong, sont injectées à la cadence de 250 par seconde au moyen d'un canon magnétique dans une énorme chambre à réaction de 100 m de diamètre et qui constitue le premier étage de Deadalus. Là, elles explosent sous l'effet de bombardements des canons à électrons placés sur le pourtour de la chambre. La boulette compressée et chauffée par les faisceaux d'électrons à haute énergie explose en libérant une puissance équivalente à 90 T de TNT.

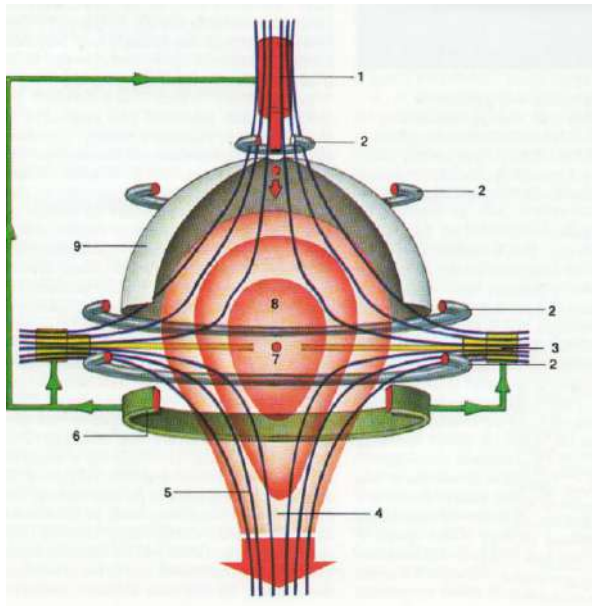


Fig.40 – De puissants champs magnétiques tapissent la chambre de combustion en molybdène, absorbant le souffle des explosions thermonucléaires et repoussant les produits de la réaction vers l'arrière où ils s'échappent à la vitesse de 10.000 km/s.

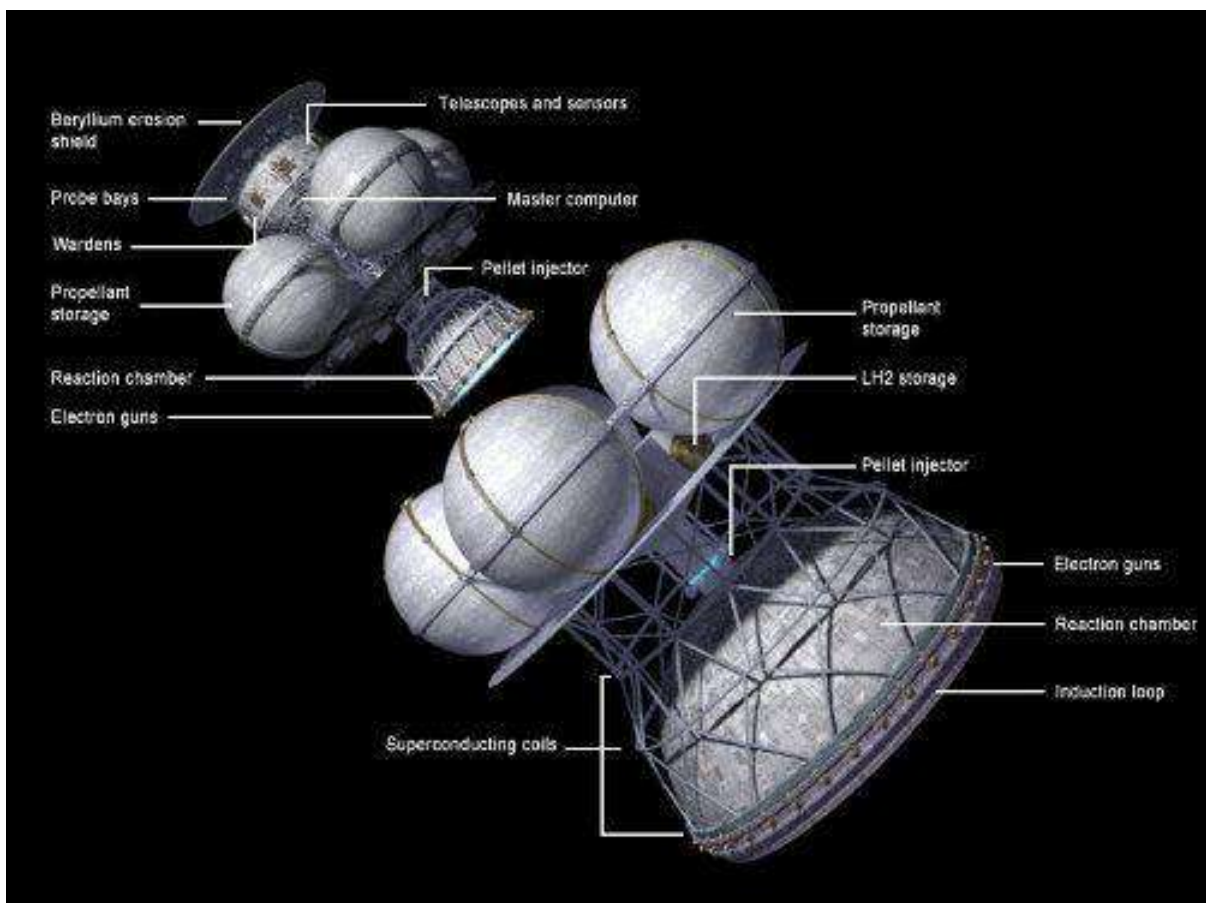


Fig.41 – Daedalus est un projet à 2 étages. Il incorpore une structure rotatoire à l'avant pour simuler la gravité dans les 4 compartiments destinés aux instruments scientifiques. On distingue en haut le bouclier destiné à le protéger de l'érosion provoquée par les poussières stellaires.



Fig.42 – Vue d'artiste de Daedalus, un des grands projets de propulsion par éjection de la masse utilisant l'énergie thermonucléaire de fusion.

Le Project Longshot est une étude conjointe NASA/US NAVY à la fin des années 80 pour faire atteindre à une sonde inhabitée le système stellaire Alpha Centauri en 100 ans seulement, et 4,3 ans de plus pour que les informations transmises arrivent sur Terre.

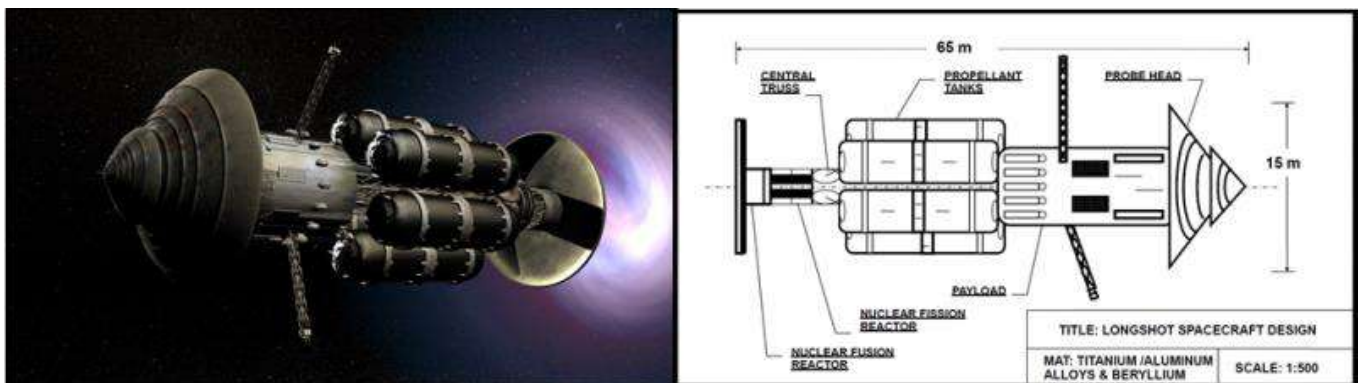


Fig.43 – Projet Longshot : une mission de 100 ans pour arriver sur Proxima du Centaure avec un vaisseau spatial robot de 400 mT (67% de propulsif). Pour une masse identique à l'ISS, ce véhicule est plus crédible (ce qui ne veut pas dire qu'il est réalisable) que celui de Daedalus. Il existe de nombreuses autres études qui ont été réalisées au fil des ans, chacun ayant de légères variations sur la réponse à la mission, principalement en fonction de l'efficacité de la conversion de la masse propulsive directement en énergie cinétique pour la propulsion de l'engin spatial, l'annihilation matière-antimatière étant parmi les meilleures propositions.

Contrairement au projet Daedalus, le projet Longshot impliquait d'entrer dans l'orbite d'un système stellaire (Alpha et Beta Centauri). Cela compliquait considérablement la tâche et allongeait le temps de vol, mais permettait une étude détaillée de l'environnement des étoiles lointaines.

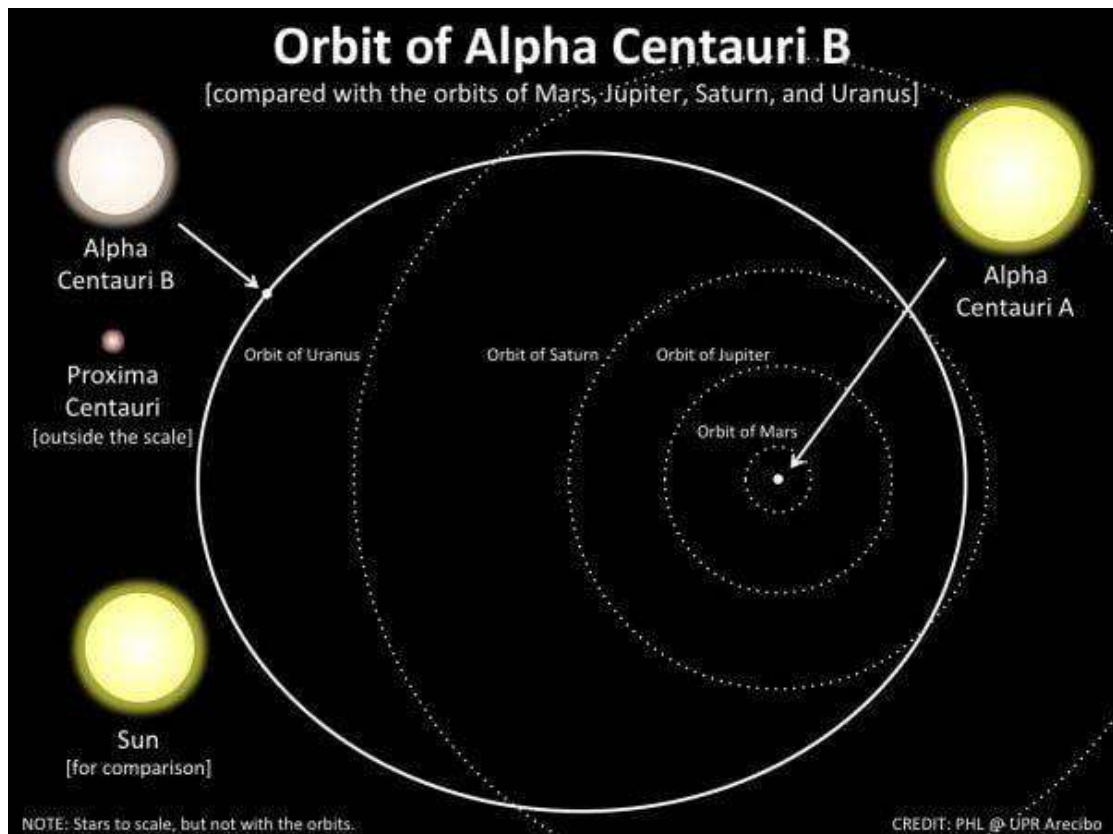


Fig.44 - Système Alpha Centauri comparé au système solaire

Comment accélérer un vaisseau interstellaire à des vitesses de plusieurs milliers de kilomètres par seconde ? La réponse est évidente : vous avez besoin d'un moteur doté d'une impulsion spécifique d'au moins 1.000.000 s.

L'impulsion spécifique, c'est la durée de fonctionnement (en seconde) qu'un kilogramme de propergol (carburant et comburant d'une fusée) permet de fournir un kilogramme de poussée. L'impulsion spécifique est une mesure de l'efficacité d'un moteur à réaction. Cela dépend du poids moléculaire, de la température et de la pression du gaz dans la chambre de combustion. Plus la différence de pression dans la chambre de combustion et dans l'environnement extérieur est grande, plus le débit du fluide de travail est important. Et, par conséquent, une efficacité accrue du moteur. Les moteurs de fusée à carburant chimique, sur lesquels repose toute l'exploration spatiale actuelle, ont une poussée énorme mais l'impulsion spécifique maximale avec un propulsif à trois composants (lithium / hydrogène / fluor) est juste de 542, avec un débit de sortie de gaz légèrement supérieur à 5 km / s. C'est l'ultime limite. Les meilleurs échantillons de moteurs électriques modernes ont une impulsion spécifique de 10000 ; La vitesse d'éjection en sortie des faisceaux de particules chargées : 100000 km / s. La consommation de propulsif (xénon / krypton) est de quelques milligrammes par seconde. La propulsion électrique impressionne par sa relative simplicité, son faible coût et son potentiel d'atteindre des vitesses élevées (plusieurs dizaines de km / s), mais en raison d'une faible poussée (inférieure à un Newton), les accélérations peuvent prendre des dizaines d'années. Les créateurs de "Longshot" ont pensé que le seul moyen réaliste d'atteindre les étoiles est un moteur thermonucléaire pulsé. Le principe de fonctionnement est basé sur la fusion thermonucléaire laser, qui est bien étudiée en laboratoire. Elle permet théoriquement une concentration d'une grande quantité d'énergie dans de petits volumes de matière en un court laps de temps ($<10^{-10}$ s) avec la technique du confinement plasma inertiel (ICF).

Le combustible est un mélange d'hélium-3 / deutérium. Le carburant nécessaire pour le vol interstellaire sera de 264 tonnes.

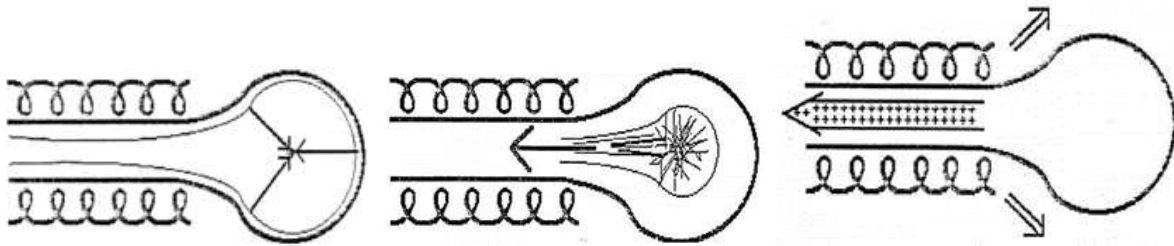


Fig.45 – Etapes de la propulsion par confinement inertiel du Longshot. Le principe diffère peu de celui de Daedalus : le carburant est fusionné dans une chambre magnétique puis canalisé dans un tunnel magnétique (ce qui permet de récupérer par induction l'énergie électrique nécessaire au tir suivant). Comme la fusion ICF ne permet pas d'alimenter le vaisseau, il est pourvu d'un réacteur nucléaire conventionnel de 300 kW. Dans le cas de Longshot, un confinement plasmatique prolongé n'est pas nécessaire. Le jet de poussée, un plasma à haute température "repousse" immédiatement un champ magnétique. A gauche, injection du combustible ; au centre l'ignition ; à droite la poussée de particules chargées et la décharge électrique.

Les calculs prédisent une efficacité sans précédent : 1,02 millions de secondes. La principale source d'alimentation en énergie : un réacteur nucléaire classique de 300 kW, mais capable de fonctionner pendant au moins cent dix ans sans recharge. Poids maximal 6 tonnes. Pour contrôler la sonde, on aura besoin d'une AI embarquée, dotée de Deep Learning. Lorsque le temps de transmission du signal est supérieur à 4 ans, impossible de contrôler efficacement la sonde depuis la Terre. Les systèmes de communications : pour une transmission en toute confiance des informations à distance de 4,36 années il faudrait un système de lasers de 0,532 micron d'onde et d'une puissance de rayonnement de 250 kW. Le taux de transfert de données à partir de la distance maximale sera de 1 kbps. À titre de comparaison, la puissance d'émetteur de la sonde Voyager 1 n'est que de 17,5 W (puissance d'une ampoule de votre réfrigérateur). Cependant, cela suffit amplement pour transmettre la télémétrie à la Terre à une vitesse de plusieurs kbps.

La thermorégulation : un réacteur nucléaire de classe mégawatt et un moteur thermonucléaire pulsé sont des sources d'énergie thermique énorme. De plus, dans le vide, seules deux méthodes d'élimination de la chaleur sont possibles : l'ablation et le rayonnement. L'installation de radiateurs et de surfaces rayonnantes, ainsi que d'un tampon céramique isolant thermiquement le compartiment moteur et les réservoirs de carburant du navire peut résoudre le problème. Au début du voyage, le vaisseau spatial aura besoin d'un écran de protection supplémentaire contre le rayonnement solaire (similaire à celui utilisé à la station orbitale de Skylab). A l'arrivée sur l'orbite de l'étoile Beta Centauri, il y aura également un risque de surchauffe de la sonde. L'isolation thermique de l'équipement scientifique et un système permettant de transférer l'excès de chaleur de toute la structure et des instruments scientifiques aux radiateurs rayonnants sont nécessaires.

La protection du Longshot contre les micrométéorites et les particules de poussière cosmique est extrêmement complexe. À une vitesse de lumière 4,5% de c (c est la vitesse de la lumière dans le vide), toute collision avec un objet microscopique peut sérieusement endommager la sonde.

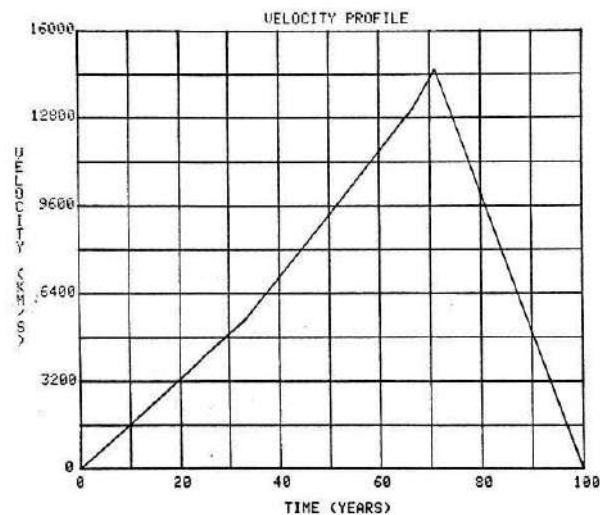


Fig.46 – Profil de changement de vitesse dans le temps

Les créateurs de "Longshot" proposent de résoudre le problème en installant un écran de protection devant le vaisseau qui serait également un radiateur de chaleur, mais quelle serait la fiabilité de cette protection? Et est-il possible d'utiliser des systèmes de protection sous la forme de forces/champs magnétiques ou de nuages de particules microdispersées maintenues par un champ magnétique en amont du cap du navire? Réponse à trouver. La sonde disposera de plusieurs étapes avec des réservoirs largables. Le matériau utilisé pour la fabrication des structures de coque est constitué d'alliages aluminium / titane. La masse totale du Longshot assemblé en orbite proche de la Terre sera de 396 tonnes, avec une longueur maximale de 65 mètres. À titre de comparaison, la masse de l'ISS est de 417 tonnes, pour 109 m de long.

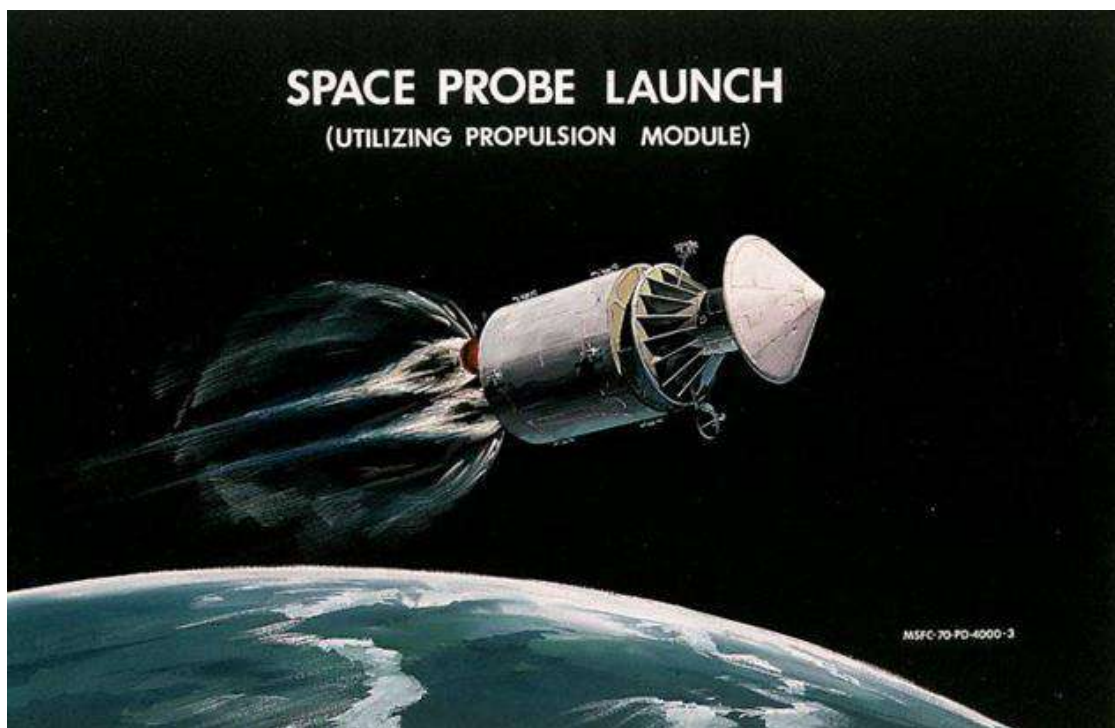


Fig.47 - Comme pour l'ISS, l'assemblage par Longshot peut s'effectuer en orbite terrestre. Les dimensions réalistes du vaisseau spatial permettent d'utiliser les lanceurs existants pour

l'assembler. Il convient de noter que le lancement d'un moteur thermonucléaire pulsé du sol est très risqué, cependant l'assemblage des réservoirs en orbite haute limite les risques.

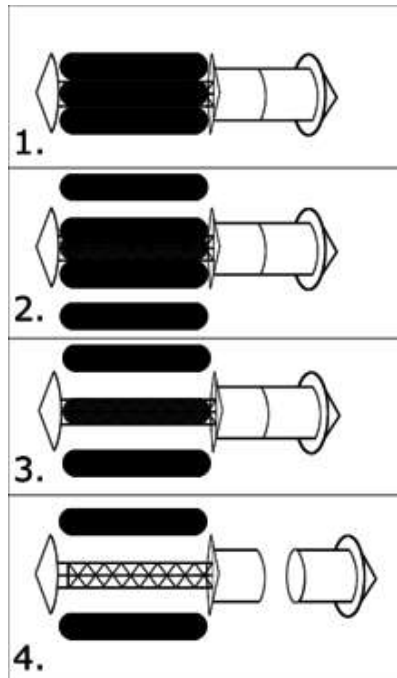


Fig.48 – Configurations de vol du Longshot

- 1) Configuration de démarrage en orbite terrestre.
- 2) 33^{ème} année de vol, la séparation de la première paire de réservoirs.
- 3) 67^{ème} année de vol, séparation de la deuxième paire de réservoirs.
- 4) 100^{ème} année de vol - arrivée à la cible à la vitesse 15-30 km/s.
Séparation de la dernière étape, accès à une orbite permanente autour de Beta Centauri.

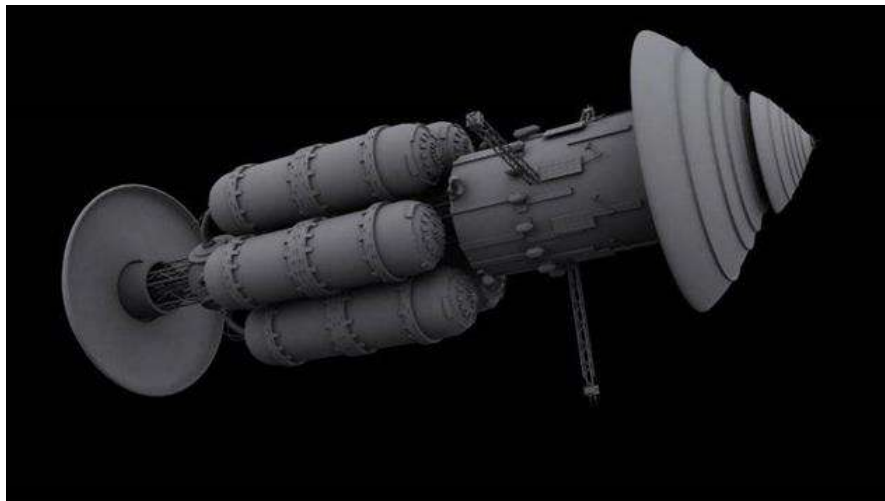


Fig.49 – Les réservoirs sont préalablement mis sur orbite haute. L'étape initial les rejoint pour l'assemblage final en orbite haute.

Le projet Longshot prévoyait des moteurs-fusées chimiques supplémentaires pour vectoriser les vitesses et forcer le vaisseau spatial à quitter le plan écliptique, le système Alpha Centauri étant situé sur 61 ° au-dessus du plan de rotation de la Terre autour du Soleil. De même, il est

possible qu'une manœuvre dans le champ gravitationnel de Jupiter soit justifiée, comme des sondes actuelles, qui ont réussi à s'échapper du plan écliptique en utilisant un effet de fronde gravitationnelle pour bénéficier d'une accélération «gratuite» au voisinage d'une planète. Toutes les technologies et tous les composants pour un vaisseau spatial interstellaire existent dans la réalité. Les dimensions globales de la sonde Longshot correspondent aux capacités de l'astronautique moderne. Si nous commençons à travailler aujourd'hui, il est probable que, vers le milieu du XXI^e siècle, nos heureux arrière-petits-enfants verront de près les premières images du système Alpha Centauri. Et pourtant, le chemin vers les étoiles est trop éloigné pour en parler sérieusement, car où trouver cent tonnes d'Hélium-3 nécessaires à la propulsion du Longshot, si la production annuelle d'hélium-3 est seulement de 60000 litres (8 kilogrammes) par an à un prix pouvant aller jusqu'à 2000 euros par litre? Une idée audacieuse a fait naître l'espoir d'une extraction de l'hélium-3 sur la lune et dans l'atmosphère des planètes géantes, mais personne ne peut en donner la garantie.

Des doutes subsistent quant à la possibilité de stocker un tel volume de carburant et son alimentation dosée sous la forme de «comprimés» gelés nécessaires pour alimenter un moteur thermonucléaire pulsé. Cependant, en tant que principe de fonctionnement du moteur, cela n'a été démontré en laboratoire qu'en 2023, et on est loin du labo à un moteur opérationnel qui tient sur 110 ans sans interruption ni révision. La même fiabilité est exigée aux autres systèmes et mécanismes de la sonde.

Quelle est l'intérêt scientifique d'un projet d'exploration de Proxima du Centaure ? Inestimable pour évaluer l'apparition de la conscience sur un système solaire autre que le nôtre. Mais l'une des conséquences importantes de la mission LongShot serait la capacité de mesurer les déplacements parallaxiques des étoiles avec une base de 4.4 années-lumière, **alors qu'aujourd'hui une telle base est égale au diamètre de l'orbite terrestre** (2 AE = 300 millions de km). En d'autres termes, les astronomes pourront mesurer les angles de directions des étoiles à partir de deux points, dont l'un est situé sur Terre et l'autre sur la sonde LongShot. Le théorème du sinus nous permet de trouver la distance à un objet éloigné, si la base de mesure et deux angles entre lui et les directions de l'objet sont connus. **Cela permettrait de passer de la mesure précise des parallaxes des étoiles à moins de 20 parsecs du Soleil, qui sont disponibles aujourd'hui, à des distances de mesures de parallaxe allant jusqu'à 1.2 million de parsecs.** En conséquence, il sera possible de déterminer les distances exactes de centaines de milliards d'étoiles situées non seulement dans notre galaxie, mais aussi dans la nébuleuse d'Andromède.

Toutes les mesures actuelles de distances dans l'espace **sont conditionnelles et peu fiables**. Une mesure fiable ne peut être que des mesures angulaires à partir de différents points de l'espace... enfin, si vous ne tenez pas compte de la géométrie et de la courbure de l'espace. Un simple test de la courbure de l'espace donnera à l'humanité immédiatement plus d'informations sur le cosmos et permettra des tests supplémentaires sur la théorie de la relativité, ou les mesures de la vitesse **réelle** de la lumière et des ondes radio - ce n'est qu'à de telles distances que des différences peuvent être observées.

Mais revenons un moment sur **l'impulsion spécifique**, car **elle nous aide définir les frontières de notre technologie**. Ainsi, la limite pratique est de 470 s pour une propulsion de nature chimique (oxygène + hydrogène), de 10.000 s pour une propulsion nucléo thermique à fission du noyau de l'atome, de 60.000 s pour une propulsion nucléo thermique à fusion du noyau de l'atome. On peut fabriquer des systèmes de propulsion nucléo électriques ioniques

ou plasmatiques permettant des impulsions spécifiques plus longues, en éjectant des particules de plus en plus légères, mais le problème est que plus l'impulsion spécifique est longue, plus la force de poussée est ridiculement faible et on ne peut espérer utiliser ces modes de fonctionnement pour faire décoller des charges lourdes. C'est un problème de densité d'énergie et de conversion d'énergie insoluble. En résumé, la propulsion par éjection de la masse n'a pas fondamentalement changé depuis 1920. L'énergie fournie par une propulsion fusée par un carburant chimique n'est que de 0,000.000.14 Mégajoules/microgramme.

Si un gros HAUC utilise ce type de propulsion, il lui faudrait 30.000 ans pour couvrir la distance Terre-Proxima B qui est de 4,24 années-lumière, soit 38.000.000.000.000 km. Si ce même HAUC adopte une propulsion atomique basée sur du plutonium, l'énergie fournie est de 0,002 Mégajoules/microgramme. Et s'il utilise une propulsion basée sur l'antimatière, l'énergie fournie au HAUC est de 90 Mégajoules/microgramme.

A ce niveau d'énergie le HAUC aurait atteint Proxima B en 50 ans. Même si nous arrivons à fabriquer un moteur super performant permettant d'approcher une bonne fraction de la vitesse de la lumière, la structure de la fusée et le volume de carburant pour alimenter ce moteur est démentiellement élevé. En tout cas c'est largement insuffisant pour les voyages interstellaires. Pour faire un voyage d'exploration interstellaire, il faudrait emporter des années, des décennies, voire des siècles de nourriture, d'oxygène et de carburant.

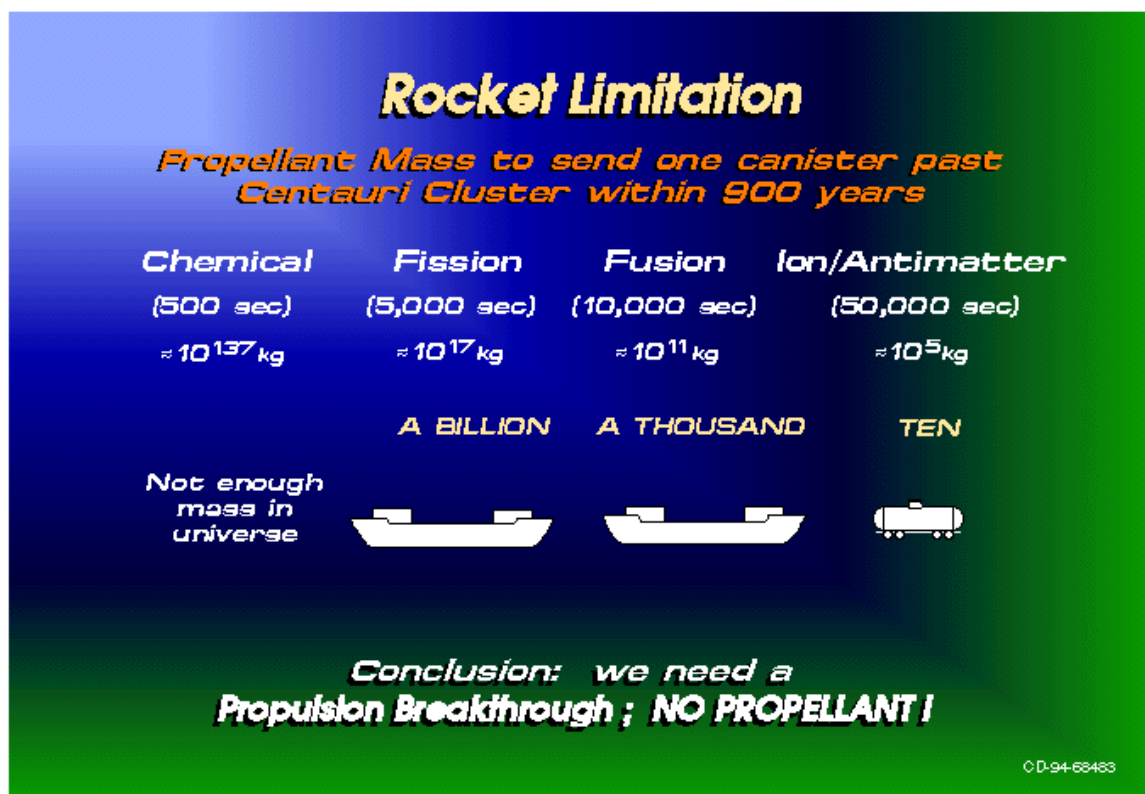


Fig.50 - Le tableau ci-dessus montre les limitations de la propulsion par fusées. Pour envoyer dans un délai de 900 ans un vaisseau au-delà du groupe d'étoiles Proxima du Centaure, si la fusée était à propulsion chimique avec un propulsif super énergétique puisque son isp (impulsion spécifique) est à 500 secondes, il lui faudrait embarquer 10^{137} kg de propergol, c'est-à-dire plus que la masse de matière existante dans l'univers.

Si la fusée était à propulsion nucléaire, par l'énergie nucléaire de fission, avec un isp très performant de 5.000 s, il lui faudrait embarquer 10^{17} kg de carburant, soit l'équivalent de 1 milliard de pétroliers. Si la fusée était à propulsion nucléaire, par l'énergie thermonucléaire de fusion, avec un isp ultra performant de 10.000 s, il lui faudrait embarquer 10^{11} kg de carburant, soit l'équivalent de 1.000 pétroliers.

Au mois de décembre 2022, les meilleurs chercheurs en fusion nucléaire en sont arrivés là exactement. Au NIF (National Ignition Facility à Los Alamos), en appliquant la technologie du Z-Pinch, ils ont apporté pour la première fois au monde la preuve qu'il est possible de produire de l'énergie de fusion contrôlée avec un gain d'énergie de 1,5. Les américains sont arrivés avant tout le monde à ce résultat extraordinaire parce qu'ils ont trouvé la bonne combinaison pour réaliser un hohlraum plus efficace que celui conçu par les français, les chinois, les russes, et les autres. L'espoir de voir à court terme l'arrivée de centrales nucléaires compactes à fusion contrôlée pour produire de manière rentable de l'énergie électrique à très bas prix, sans pollution et presque sans risque de contamination radioactive, est devenu plus crédible. Malheureusement pour le voyage spatial, même si dans un lointain futur on arriverait à pousser à fond cette technologie, la gigantesque fusée devrait embarquer l'équivalent de 100.000.000.000 kg de carburant de fusion pour atteindre Proxima du Centaure en 900 ans !

Si la fusée était à propulsion par annihilation de la matière par de l'antimatière, c'est-à-dire l'énergie la plus puissante que nous avons pu démontrer (démontrer n'est pas réaliser), avec un isp ahurissant de 50.000 s, il lui faudrait embarquer 10^5 kg de carburant, soit l'équivalent de 10 citernes roulantes. La conclusion du tableau de la Fig.50 est évidente : **si nous voulons aller loin dans le cosmos, il faudrait :**

- **Inventer une physique de rupture totalement différente de la propulsion classique, ou**
- **Apprendre à copier la technologie de propulsion des gros HAUC.**

Dans l'espace, les distances entre étoiles sont considérables. Si vous réduisez la taille de la Terre à un grain de sable, le soleil aura la taille d'une balle de tennis et le système solaire aura la taille du carré rouge du court de tennis. La balle de tennis la plus proche, Alpha Centauri reposera sur la place Saint-Marc à Venise.

Plaçons-nous maintenant à la place de ces NHI et posons-nous des questions. Quelle vitesse de libération doivent-ils faire atteindre à leur HAUC pour quitter leur planète, leur système stellaire, leur galaxie, leur amas de galaxies, ... pour arriver jusqu'à nous ?

Réponse : au moins 720.000 km/h s'ils ne viennent pas de notre galaxie, et une espérance de vie individuelle de plusieurs dizaines de milliers d'années. Or nous ne pensons pas qu'un NHI peut vivre aussi longtemps et d'après de nombreuses sources officielles, ils sont déjà chez nous, donc leur HAUC peuvent largement dépasser la vitesse de la lumière. C'est le seul moyen d'aller loin tout en restant encore jeune.

Connaissons-nous une technologie crédible pour atteindre de très, très grande vitesse, en dehors de la technologie des fusées ? Oui, c'est la pression de poussée.

Connaissons-nous une technologie qui permet, à l'instar des HAUC, de dépasser de plusieurs magnitudes la vitesse de la lumière ?

Oui, c'est la pression de poussée.

C'est quoi, la pression de poussée ?

Quand vous étiez en terminale à JJR ou MC, il arrive que la pression des hormones laisse pousser sur votre visage un vilain petit point noir.



Fig.51 - Et vous voulez enlever ce point noir. Qu'avez-vous fait ? Vous avez attendu que le bouton mûrisse un peu, puis vous appuyez de vos deux doigts autour du bouton pour faire émerger le comédon, puis vous appuyez plus fortement et « ploc ! » le comédon s'éjecte.



Fig.52 : Bien comprendre l'éjection d'un comédon par application d'une « pression de poussée », c'est déjà le premier pas vers la fabrication d'un vaisseau interstellaire.

Pourquoi s'éjecte-il ? Parce que vous produisez une pression de poussée. Parce que la pression que vous exercez derrière lui est plus forte que la pression atmosphérique qui se trouve au niveau de votre peau. C'est donc la différence de pression qui fournit une poussée. Vous en déduisez que si vous avez un objet qui se trouve entre deux pressions, l'objet va se déplacer vers la zone de moindre pression.

Si le comédon était une voile, pourrait-on appliquer une pression de poussée sur la voile pour faire mouvoir un vaisseau spatial doté d'une voile ? Oui.

Sur Terre nous avons des voiliers dont les voiles utilisent la poussée de pression du vent, c'est-à-dire la pression des molécules d'air mues à une certaine vitesse pour transférer leur énergie cinétique à la voile, et donc pousser la voile et le voilier. Dans l'espace il suffit de faire pareil, mais comme il n'y a pas de vent dans le vide spatial, on utilisera le « vent solaire » qui exercera sur la voile une pression de poussée fournie par les rayonnements solaires. Le principe de la voile solaire est qu'elle est propulsée par la pression produite par les photons qui viennent la percuter. Plus la voile est grande et réfléchissante, plus grande est la force de propulsion. On peut alors, en inclinant la voile ou en agissant sur sa voilure, modifier la surface offerte à la lumière et ainsi doser l'équilibre des forces pour ainsi « piloter » la voile. À la manière d'un voilier utilisant la force de l'eau et du vent, un engin spatial à voile solaire peut utiliser la force gravitationnelle et la force de poussée photonique pour naviguer dans l'espace. Le principal intérêt réside dans l'absence de carburant pour un véhicule muni d'un tel dispositif. Cela permet d'envisager une très grande autonomie de déplacement dans le système solaire. Pour accélérer une voile de 1 kg d'1 m/s², il faut donc au minimum une surface de 106 383 m², soit un carré de 326 m × 326 m, la masse de cette voile étant à déduire pour obtenir la charge utile. Une voile de cette taille utilisant moins d'1 kg de matière se romprait immédiatement sur Terre sous n'importe quel courant d'air, mais ce problème n'existe pas dans l'espace. La difficulté va être alors de transporter cette voile lors des mises en orbites de ces engins, de la déployer et de la diriger dans le vide spatial.



Fig.53 – Phases de déploiement en orbite terrestre d'un concept de voile solaire

Différentes formes de voiles existent :

- les voiles carrées solides et faciles à diriger mais complexes à déployer et moins performantes car offrant moins de surface utile aux rayons solaires ;
- les voiles rondes déployées par mouvement de rotation sont plus faciles à transporter mais très complexes à diriger ;
- les voiles héliogyres constituées de pales fixées autour d'un axe central plus faciles à déployer et à diriger mais moins rigides et donc plus fragiles.

La qualité de la voile est aussi importante. Elle doit être solide et légère et avoir un pouvoir de réflexion de la lumière maximal. Lors de la conception d'un moyen de propulsion pour le futur satellite d'étude de la comète de Halley en 1973, la voile solaire était conçue en polymère de Mylar et de Kapton de seulement quelques micromètres d'épaisseur.

La Propulsion par voile nucléosolaire

Johannes Kepler avait remarqué il y a environ 400 ans que le vent solaire arrive à faire courber les queues des comètes. En 1921, Ziolkovsky avait émis l'idée d'un voile solaire poussé par des rayons du soleil.

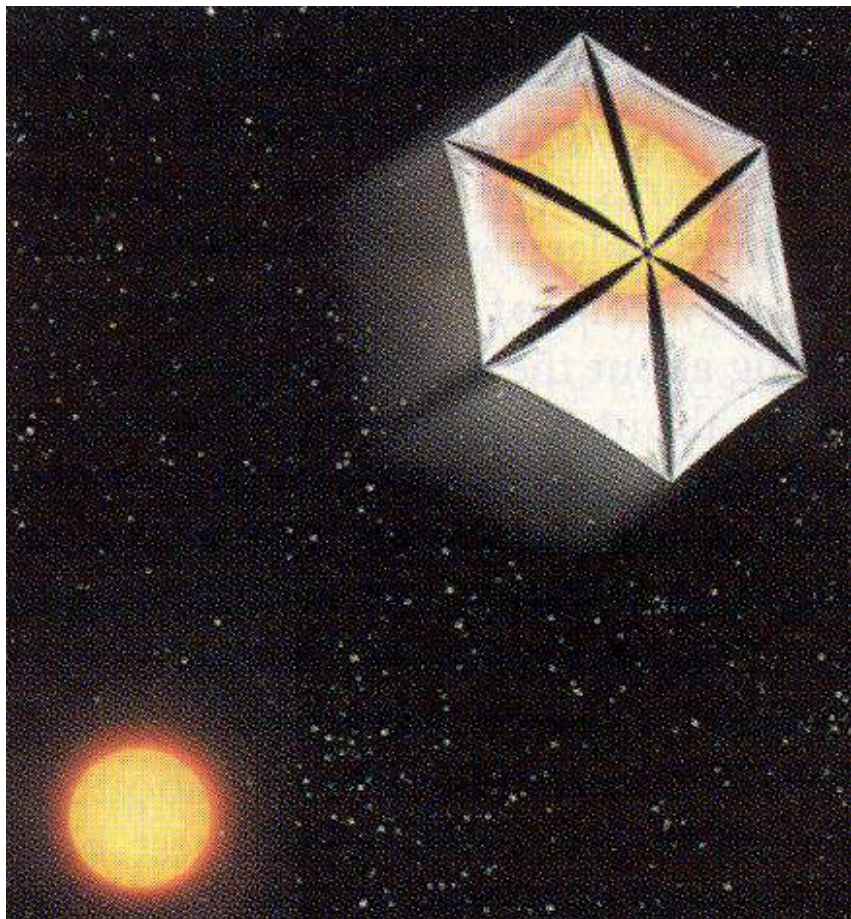


Fig.54 – La voile solaire est poussée quand le soleil est encore proche. Mais loin du soleil l'énergie solaire doit être supplée par l'énergie nucléaire, autant pour pourvoir aux besoins des équipements de bord et des équipements scientifiques ou de l'équipage que pour la propulsion du vaisseau spatial.

Comme un voilier, un vaisseau à voile solaire collecte son énergie grâce à une voile. Un voile solaire moyen fait au moins 1 km de côté. Car si l'énergie solaire est gratuite, la pression des rayons solaires est très faible : 0,93 milligramme/force par mètre carré, soit 93 kg pour une surface de 1 km de côté. Cependant, dans l'espace il n'y a pas de traînée et la poussée la plus faible peut à la longue avoir un effet important. Une voile solaire doit être extrêmement légère pour aller vite. Les matériaux avancés à base de Mylar sont légers : 6 grammes par mètre carré. Les fibres de carbone ne pèsent que 5 grammes par mètre carré. Mais les ingénieurs voudraient que le poids de la matière baisse à 2 grammes par mètre carré pour qu'une voile offre un bon rendement, car il faut aussi ajouter une structure pour soutenir la voile et des équipements de guidage, sans compter la charge utile scientifique. Le poids n'est pas le seul problème. L'espace est traversé de radiations UV qui dégradent très vite les matériaux. Le plastique par exemple craque et s'émiette. Si l'énergie solaire est gratuite, le voile solaire ne peut produire qu'une poussée d'environ 100 kg par km² de surface. Mais cette force propulsive étant continue, le voile accélère en continu et peut atteindre une grande vitesse. Si on envoyait aujourd'hui un vaisseau à voile solaire dans l'espace, elle ferait en 8 ans le trajet que la sonde Voyager avait mis 41 ans pour l'accomplir. L'espace est constitué de vide mais il n'est pas vide. Comme la voile est immense, il y a des tas d'objets qui risquent de la percer. La structure de la voile doit aussi pouvoir supporter des chocs de météorites par exemple. Cependant, les avantages potentiels de la voile solaire contrebalancent largement les défis techniques à surmonter pour sa réalisation.

Propulsion par voile nucléoélectrolaser : La quantité de mouvement reçue par une voile solaire tombe dramatiquement lorsqu'elle s'éloigne du soleil. Il y a 50 ans, Robert Forward démontrait qu'un laser pointé sur une large voile la maintiendrait accélérée jusqu'à dépasser le système solaire.

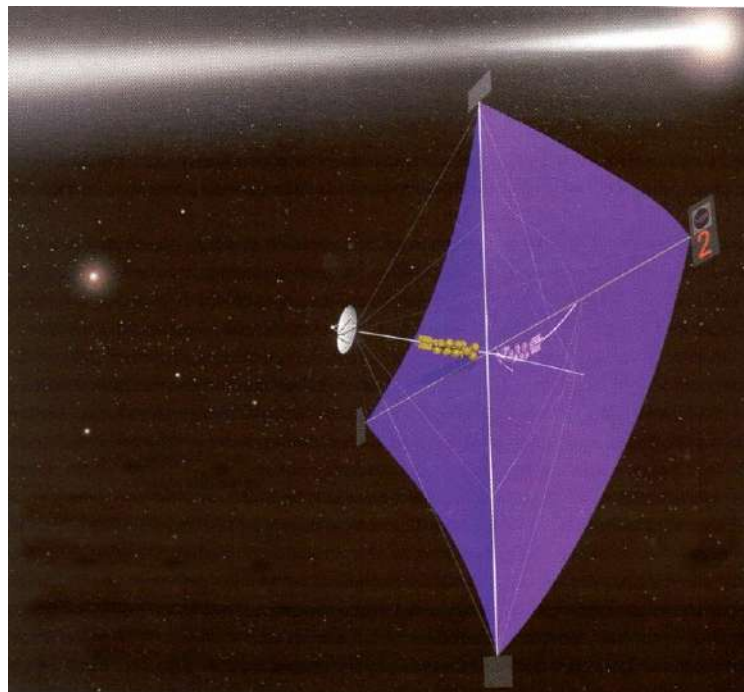


Fig.55 – La technologie des voiles poussées par la pression différentielle de la lumière, du vent magnétique solaire, ou des sources de rayonnements diverses permet d'atteindre de grandes vitesses grâce à des accélérations en continu, sans aucun emport de carburant et de moteur.

En fait, une voile poussée par l'énergie d'un rayon laser fonctionne comme une voile solaire, sauf que l'énergie est beaucoup plus forte avec un laser et la voile accélère beaucoup plus vite. C'est à l'heure actuelle la méthode la plus mature pour espérer voyager à une vitesse proche de la vitesse de la lumière car elle se base sur des lois physiques connues et des technologies connues. Des concepts similaires sont apparus depuis, utilisant des micro-ondes ou des accélérateurs de particules pour pousser des voiles qui peuvent atteindre 30% de la vitesse de la lumière.

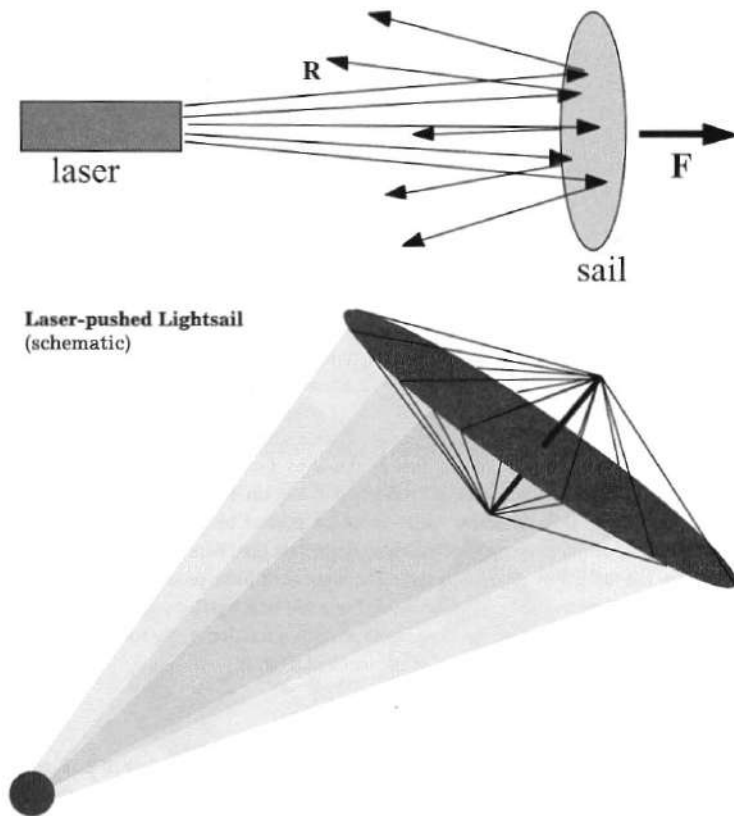


Fig.56 – Principe de la voile nucléoélectrolaser : Des centrales nucléaires classiques installées au sol produisent de l'électricité et alimentent des lasers au beryllium de 26 GigaWatts basés sur Terre seraient nécessaires pour propulser la voile (ceci représente environ 12% de toute l'électricité générée aux Etats-Unis). Si la voile emporte un équipage, il faudrait un laser beaucoup plus puissant, de l'ordre de 1.500 TéraWatts. Or toute l'électricité produite sur Terre n'est que d'environ 13 TéraWatts. Les rayons laser envoyés dans l'espace sont recueillis par un miroir de 100 kms de diamètre situé en orbite constitué de lentilles en film de matière plastique, qui le focalise vers une voile de 300m de diamètre mais de faible masse. Celle-ci s'accélère en permanence jusqu'à atteindre 30.000 km/sec ($1/10^{\text{ème}}$ de la vitesse de la lumière).

Une variante du projet envoie une centrale nucléo-électrique-laser de 65 GigaWatts en orbite. Le laser pointe directement sur une voile de 3,6 km de diamètre et pesant 1 Méga-gramme. L'accélération de 0,036 G serait maintenue pendant 3 ans et ferait atteindre 11% de la vitesse de la lumière à la voile. Le moteur et la source d'énergie est au sol, ou sur orbite, ou sur une planète quelconque. Ainsi, la mise à niveau du système est possible en permanence. La maintenance est aisée. La redondance met le système à l'abri d'une panne inopinée. L'énergie

peut être totalement gratuite si elle est solaire, ou peu coûteuse si c'est de l'électricité nucléo-solaire.

En 2.000, le Jet Propulsion Laboratory (JPL), un organisme de la NASA avait indiqué que le concept marche et formule un projet de 100 milliards de dollars (l'équivalent du programme Apollo) pour lancer 2 missions par an pendant 20 ans pour visiter 40 systèmes solaires se trouvant à moins de 50 années-lumières de la Terre. Un voyage à $1/10^{\text{ème}}$ de la vitesse de la lumière permettrait d'atteindre l'étoile Alpha du Centaure en 43 ans. A cette durée il faut ajouter la durée que mettraient les ondes radio pour arriver sur Terre. La lentille faite de films minces de plastique représenterait à elle seule un défi technique. Les calculs exigent une voile de 100 à 1.000 km de côté, montée sans doute sur une structure à fibre de carbone. La voile aurait un diamètre de 300 m au minimum, et jusqu'à 1 km au maximum. Cette voile doit tourner lentement sur elle-même pour aider à conserver sa forme. La conception de la voile nucléolaser fait appel à des voiles étagées complémentaires les unes des autres. Une partie centrale peut se détacher pour fonctionner comme une voile solaire. Lorsque le vaisseau nucléolaser atteint sa destination, la partie centrale se sépare de la partie extérieure. Le laser va se réfléchir sur la voile externe en anneau pour se focaliser sur la voile interne. Ceci va ralentir la voile interne pour amorcer le rendez-vous.

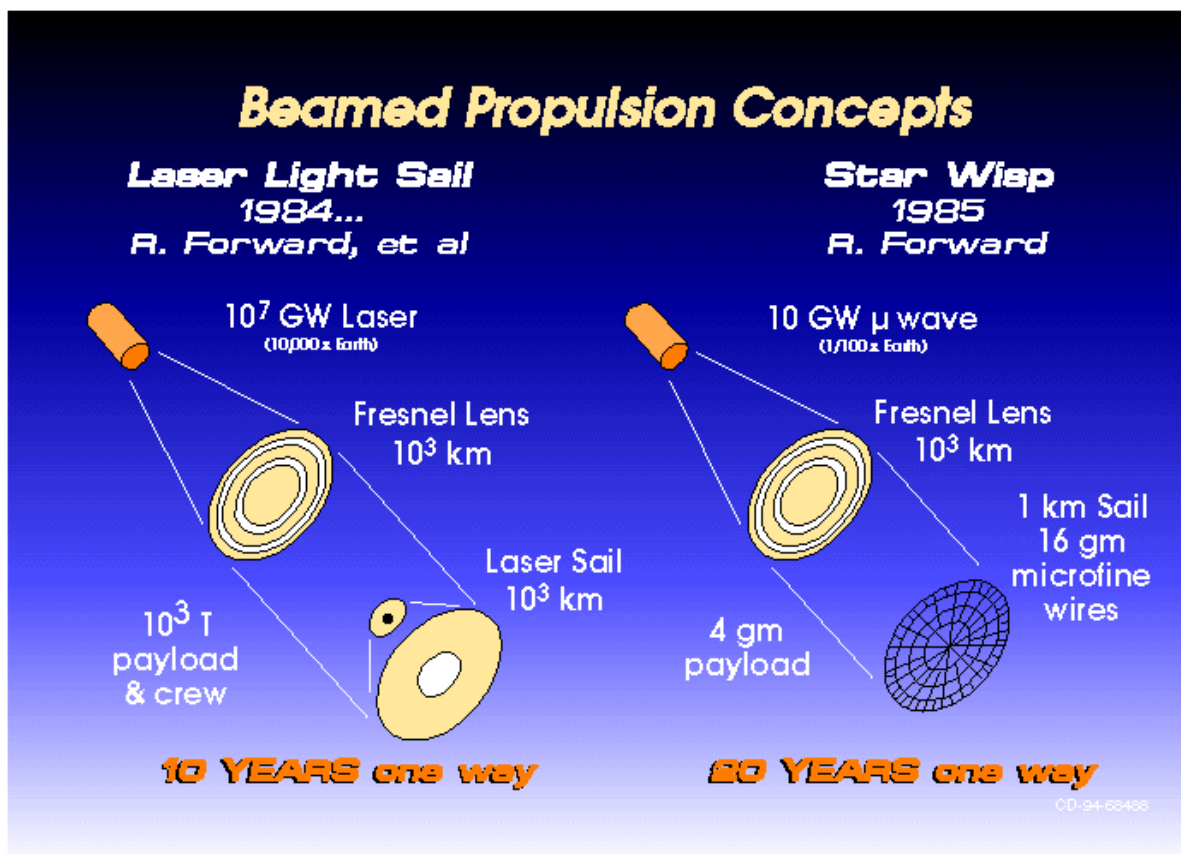


Fig.57 - Les voiles lasers habitées sont des concepts à long terme, qui attendent que des progrès significatifs soient réalisés dans les matériaux, nanostructures, lanceurs, et générateurs à haute puissance pour pouvoir enfin voir apparaître un projet concret.

Un scénario du voyage prévoyait qu'à 0,4 année-lumière de Epsilon Eridani le segment de 320 km de diamètre prévu pour le rendez-vous se détachera du centre de la voile et se mettra en arrière (de la direction du vol) du segment de 1.000 km. Celui-ci va réfléchir le faisceau laser

vers le segment de 320 km et le ralentira jusqu'à l'arrêt dans le système de l'étoile Epsilon Eridani. La durée du vol aura été de 20 ans vu de la Terre, mais seulement de 17 ans vu de l'équipage.

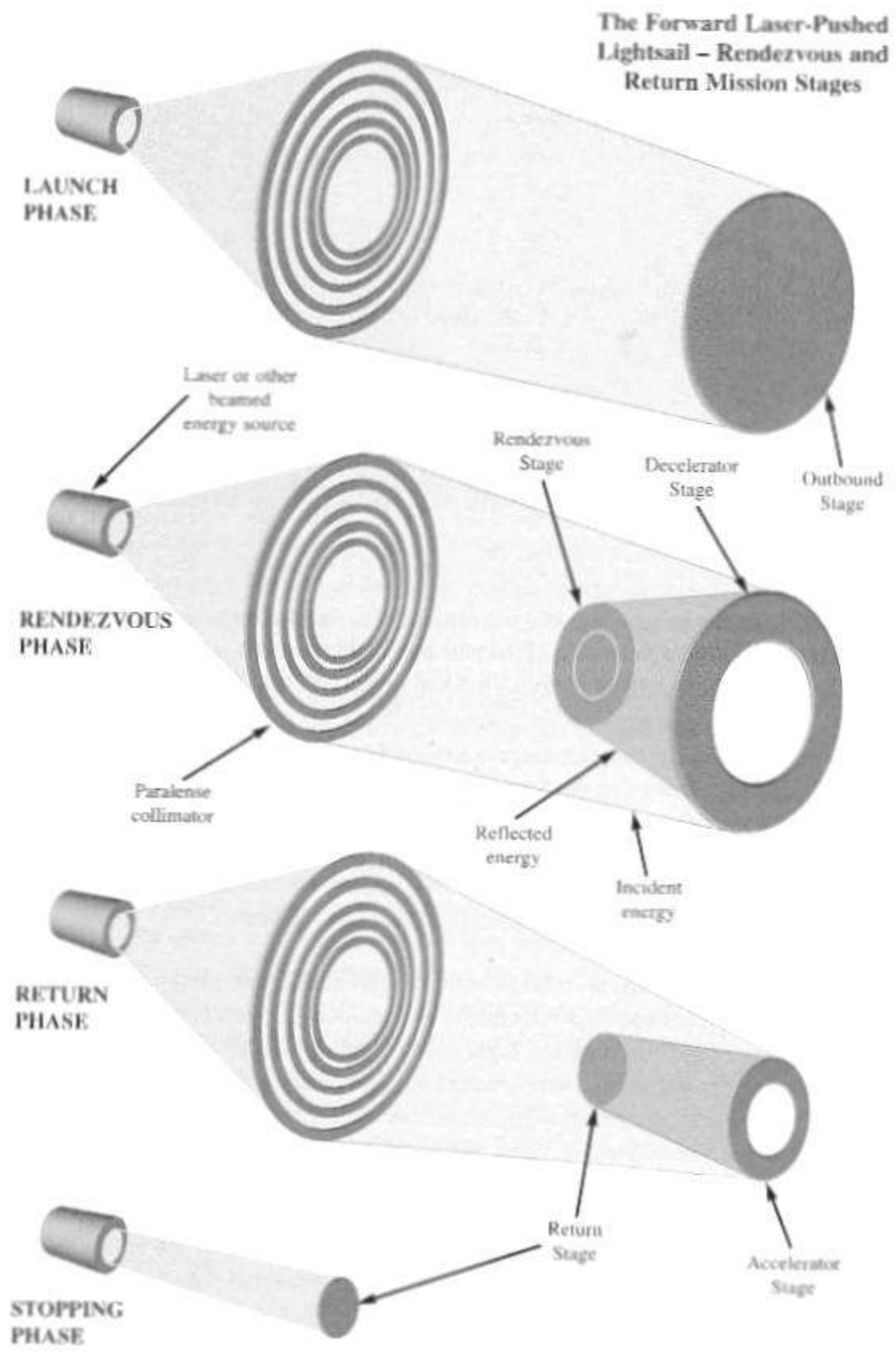


Fig.58 – Projet Forward de voile nucléolaser : la voile est constituée de disques ou de lentilles imbriquées et/ou détachables. De haut en bas, les différentes phases de rendez-vous de la

voile avec une planète extra-solaire, et les phases de retour. On remarquera que seul le disque revient sur Terre, ou du moins dans les parages de la Terre.



Fig.59 – Un laser basé au sol, sur orbite ou dans l'espace fournit l'énergie pour pousser la voile. La station laser tire son énergie d'un réacteur nucléaire compact ou d'un générateur isotopique selon la puissance à fournir.

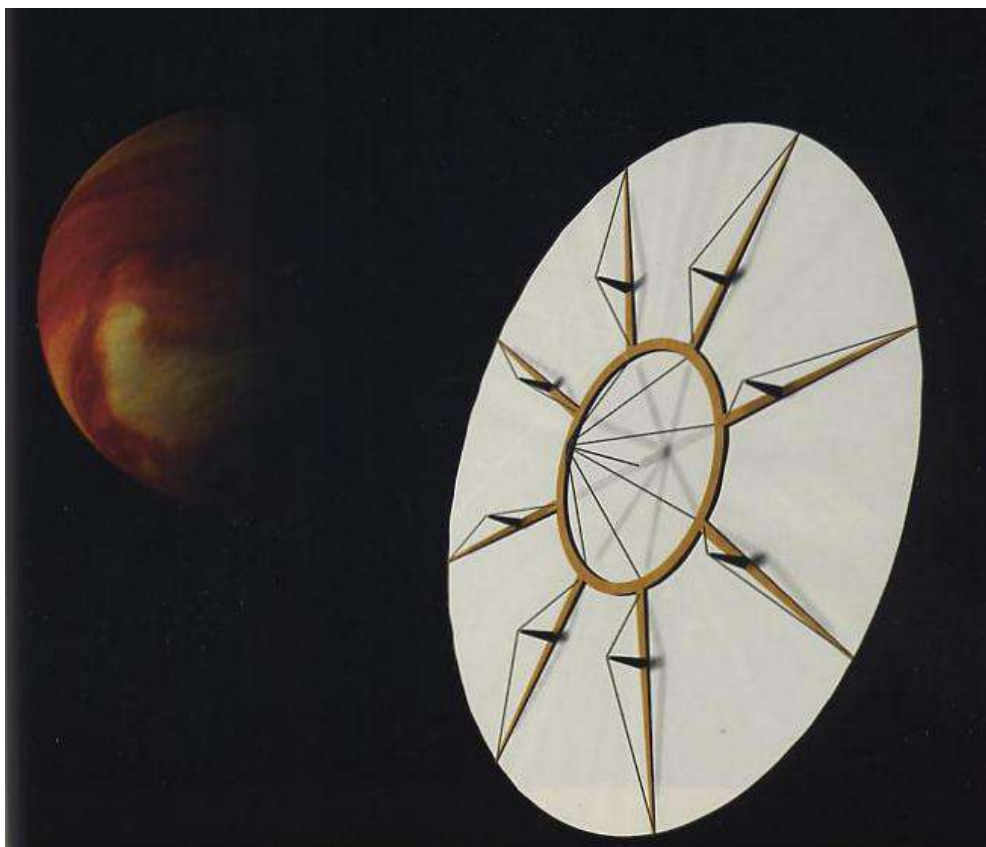


Fig.60 - L'équipage utilisera ce segment de 320 km pour explorer tout le système Eridani pendant 5 ans.

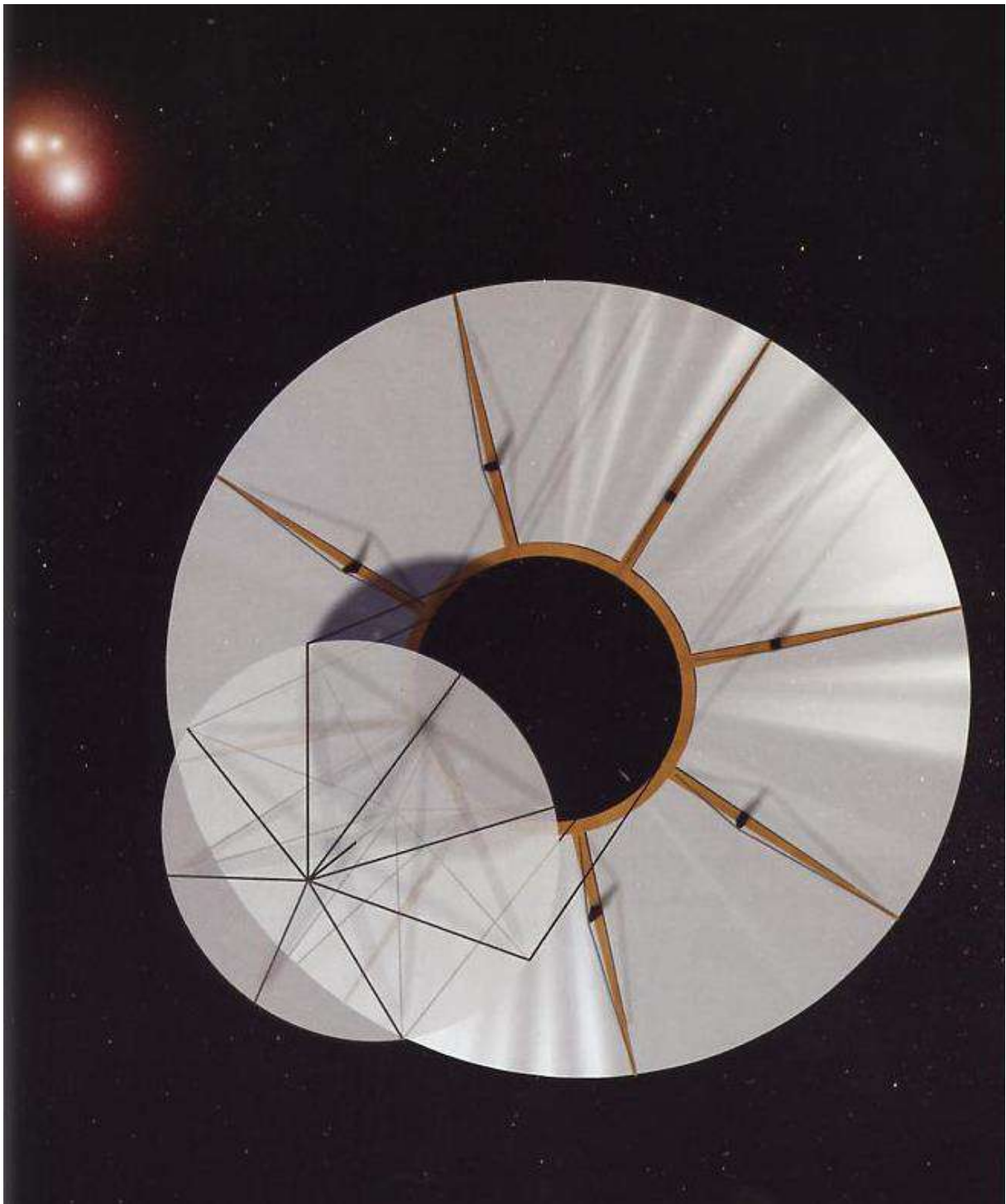


Fig.61 - Pour le retour, un segment de 100 km sera détaché du centre du segment de 320 km et fera volte-face pour se mettre en avant (de la direction du retour) de ce qui reste du segment de 320 km de diamètre. Celui-ci va renvoyer le faisceau laser venu du système solaire pour propulser la voile de 100 km prévue pour le retour. Lorsque cette voile approchera du système solaire 20 ans plus tard, elle sera freinée jusqu'à 25.000 km/h par un surcroît de puissance laser et la partie habitée rentrera dans l'atmosphère par des moyens classiques.

Vu de la Terre, l'équipage aura voyagé 51 ans mais pour l'équipage le voyage n'aura duré que 39 ans et un enfant né au moment du départ n'aura que 39 ans.

Propulsion de la voile par faisceaux d'énergie dirigée

Les voiles solaires (ou légères) sont depuis longtemps considérées comme un moyen rentable d'explorer le système solaire. Plutôt que de compter sur des fusées ou du propulseur, une voile s'appuie sur la pression de rayonnement d'une étoile pour pousser une grande surface réfléchissante à grande vitesse. L'avantage évident d'un tel système est qu'il est léger et ne nécessite aucun carburant. Mais dans le cas des missions interstellaires, la voile devrait être accélérée par des faisceaux focalisés d'énergie dirigée (c'est-à-dire des lasers ou des micro-ondes) pour atteindre une vitesse telle qu'elle pourrait atteindre un système stellaire proche dans un délai raisonnable.

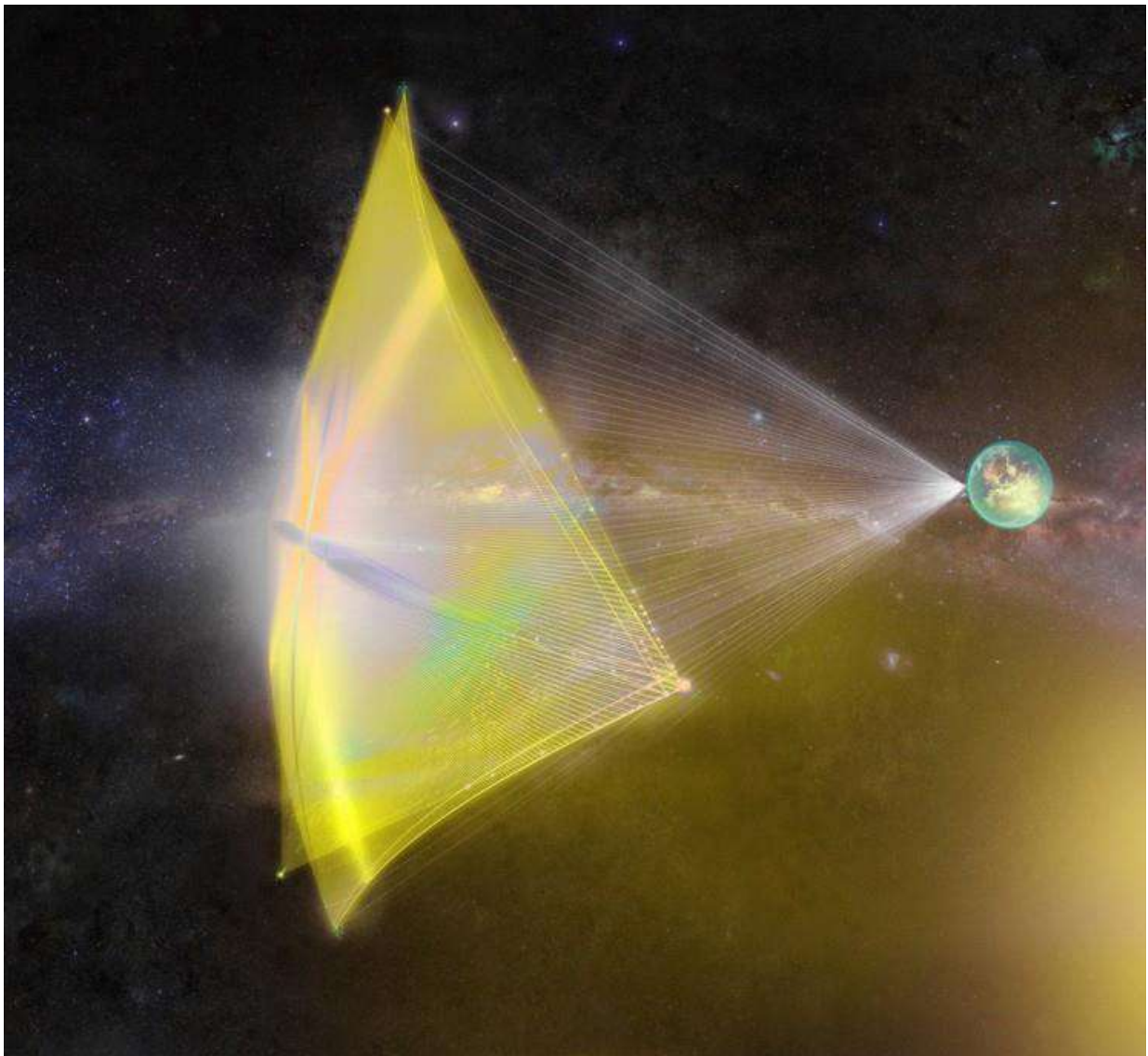


Fig.62 – Vue d'artiste d'un projet très abouti en cours de réalisation actuellement sur le principe de pression de poussée pour une exploration interstellaire.

Tout comme une voile solaire, une voile interstellaire bénéficie du fait qu'elle ne transporte pas de carburant, mais aussi du fait que l'énergie laser ne se dissipe pas avec la distance autant

que le rayonnement solaire. Ainsi, alors qu'il faudrait du temps pour accélérer une voile solaire, une voile laser pourrait accélérer sur de longues distances. En 1999, Geoffrey A. Landi a mené une étude de concept de phase 1 pour le NASA Institute for Advanced Concepts (NAIC) sur la possibilité d'une voile laser poussée par le laser. Le concept consisterait en une voile composée de couches minces diélectriques qui seraient accélérées jusqu'à des vitesses allant jusqu'à 30 000 km / s ou 10% de la vitesse de la lumière (0,1 c). Un tel vaisseau spatial, selon lui, serait idéal pour "des missions de transit rapide vers les planètes extérieures, des missions dans les nuages de Kuiper et Oort et des missions de précurseurs interstellaires". Utilisé pour une mission à Proxima du Centaure, un vaisseau spatial de ce type pourrait faire le voyage dans environ 43 ans.

Une autre version a été proposée dans une étude réalisée en 2000 par Robert Frisbee, directeur des études de concept de propulsion avancées au Jet Propulsion Laboratory de la NASA. Selon sa variation, une voile légère de 320 km (200 miles) de diamètre pourrait être accélérée à 0,35 c et ferait le voyage en un peu plus de 12 ans. Pendant ce temps, une voile d'environ 965 km de diamètre pourrait être accélérée à 0,47c et faire le voyage en moins de 9 ans. Cependant, selon la propre étude de Frisbee, les lasers nécessiteraient un flux constant de 17.000 térawatts d'énergie – soit près de ce que le monde entier consomme en une seule journée.

Ces dernières années, le concept de la voile lumineuse a été mis à jour et de nouvelles variantes sont proposées. En avril 2016, le milliardaire russe Yuri Milner a lancé Breakthrough Starshot, un programme dédié à la création d'un «wafercraft» à voile légère (surnommé le StarChip) qui ferait le voyage jusqu'à Proxima du Centaure de notre vivant en tirant parti des progrès réalisés dans la miniaturisation. Le vaisseau spatial lui-même ne serait pas plus grand qu'un smartphone ou qu'une carte de crédit et serait parsemé de minuscules capteurs, d'un système de guidage et de navigation et de minuscules propulseurs. Cet engin serait ensuite remorqué par une grande voile légère qui serait accélérée par un réseau laser terrestre. Avec une vitesse maximale d'environ 60000 km / s - ou 20% de la vitesse de la lumière - l'engin serait en mesure de faire le voyage jusqu'à Proxima du Centaure en seulement 20 ans. Comme l'a déclaré le professeur Avi Loeb, astrophysicien à l'Université de Harvard: "La seule méthode qui semblait potentiellement faisable lorsque nous avons commencé à considérer ce défi était la technologie de la voile légère où, plutôt que de transporter du carburant, vous utilisez un laser puissant pour pousser contre une voile légère. Nous avons établi les périmètres pour cela environ six mois plus tard, constatant qu'il faudrait utiliser un laser très puissant (environ 100 gigawatts de puissance) qui servira à pousser la voile pendant quelques minutes. Si la voile pèse environ un gramme, et la charge utile (y compris la caméra, l'appareil de navigation, et appareil de communication) pèse environ un gramme, il est possible d'atteindre un cinquième de la vitesse de la lumière en poussant sur la voile, qui mesure quelques mètres, avec le laser. "

Un concept de mission similaire est connu sous le nom de Project Dragonfly, qui s'appuierait également sur une voile laser pour atteindre des vitesses relativistes. Mais contrairement à Starshot, le concept Dragonfly nécessite un vaisseau spatial considérablement plus lourd pour permettre d'inclure plus d'instruments scientifiques. Le vaisseau spatial porterait également une voile magnétique pour la ralentir à son arrivée à Proxima du Centaure.

Ces deux concepts sont le résultat de la même étude, qui a été hébergée par l'Initiative for Interstellar Studies (i4iS) en 2013. Dragonfly et Starshot étaient les deux meilleurs concepts

et qui ont été présentés avec deux autres finalistes lors d'un atelier qui s'est tenu au British Interplanetary Society en juillet 2015. Le concept Dragonfly a gagné et l'équipe derrière (de l'Université technique de Munich) a ensuite lancé une campagne Kickstarter pour collecter des fonds pour leur conception. Pendant ce temps, le concept soumis par l'équipe de l'Université de Californie à San Diego a évolué vers le concept de Breakthrough Starshot.

Projet Breakthrough Starshot

Il s'agit d'une propulsion photonique d'une myriade de microvoiles par des faisceaux lasers basés au sol. Ce projet, financé à plus de 100 millions de \$ a pour but de lancer des milliers de sondes spatiales de taille d'un microcomposant d'ordinateur à destination des exoplanètes et autres systèmes solaires. Le budget initial de 100.000.000 \$ ne permet pas de réaliser l'objectif, aussi plusieurs dizaines de milliards de \$ viendront le compléter par la suite pour arriver au but. Pour Yuri Milner, l'entrepreneur russe et philanthrope milliardaire qui finance les prix scientifiques les plus richement dotés et la recherche de vie extraterrestre, le ciel n'est pas la limite – et le Système solaire non plus. Soutenu par les physiciens Stephen Hawking, Freeman Dyson et d'autres appuis de poids, Yuri Milner a annoncé début 2016 son investissement le plus ambitieux à ce jour : 100 millions de dollars pour un programme de recherche visant à envoyer des sondes robotiques vers le système stellaire le plus proche en seulement une génération. « L'histoire de l'humanité est faite de bonds en avant », avait déclaré le milliardaire russe peu après l'annonce de son investissement. « Il y a 55 ans, Yuri Gagarine est devenu le premier humain à aller dans l'espace. Aujourd'hui, nous nous préparons pour le prochain grand saut – vers les étoiles ».



Fig.63 – Yuri Milner tenant dans sa main un prototype du microchip Starshot, à côté de sommités scientifiques comme Stephen Hawking, Freeman Dyson, Avi Loeb.

Breakthrough Starshot a pour objectif de faire rentrer tous les composants d'une sonde robotique – les caméras, les détecteurs, les propulseurs de manœuvre et l'équipement de communication – dans une « nanosonde » pesant à elle seule 1 gramme et mesurant 15 mm sur 10 mm.

Celle-ci serait suffisamment petite pour être accélérée à des vitesses très élevées, à l'aide de technologies également en développement : un réseau de lasers terrestres de taille kilométrique, capable d'émettre des impulsions de 100 gigawatts (à peu près le pic de la consommation électrique en France le 8 février 2012 à 19 h.) pendant plusieurs minutes à travers l'atmosphère ; impulsions qui frapperaient des « voiles solaires » de quelques atomes d'épaisseur et plusieurs mètres de large et les propulseraient vers les étoiles.

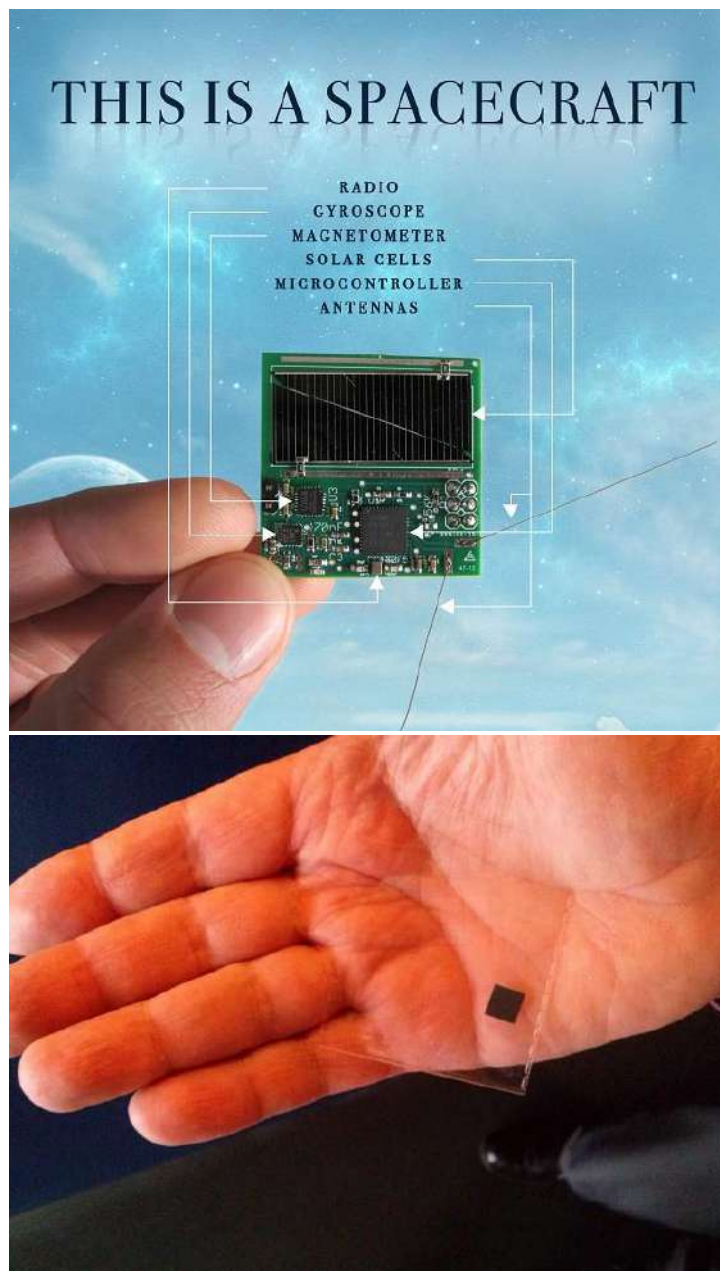


Fig.64 – La sonde Sprite est un composant électronique à haute intégration nommée Starship. La version définitive aura la dimension montrée sur la paume de la main mais intégrée dans un voile de 4 m2 pesant 1 gramme. Le Starship pèse aussi 1 gramme.

HOW TO REACH INTERSTELLAR SPACE

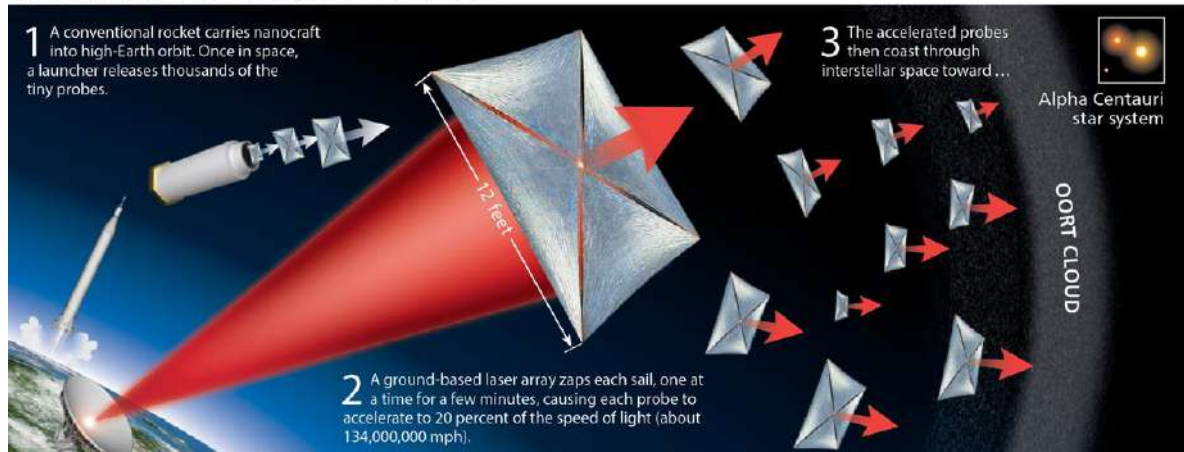


Fig.65 – Pour atteindre l'espace interstellaire, une fusée amène les sondes (appelées Nanocrafts) sur orbite terrestre haute et les relâche à raison de une par jour pendant 3 ans.

Chaque photon de l'impulsion laser délivrerait une petite quantité de mouvement à la voile et à son chargement, mais dans le vide et l'apesanteur de l'espace, le torrent de photons libérés par un laser de l'ordre du gigawatt amènerait la nanosonde à des vitesses relativistes. « La lumière est la technologie la plus accessible. Sans de nouvelles méthodes de propulsion, nous ne pouvons tout simplement pas aller très loin, » a expliqué Stephen Hawking lors de l'annonce. Lancées par milliers depuis un vaisseau mère mis en orbite autour de la Terre, chaque nanosonde déploierait sa voile et profiterait d'une impulsion laser pour accélérer à 20 % de la vitesse de la lumière – soit quelques 60 000 kilomètres par secondes. En utilisant un système d'optique adaptative sophistiqué (des miroirs qui se déforment en temps réel) pour conserver la cohérence et la précision de chaque impulsion malgré les turbulences de l'atmosphère, chaque impulsion posséderait une énergie équivalente à celle d'une fusée au décollage. Le réseau de lasers pourrait ainsi propulser une nanosonde par jour.

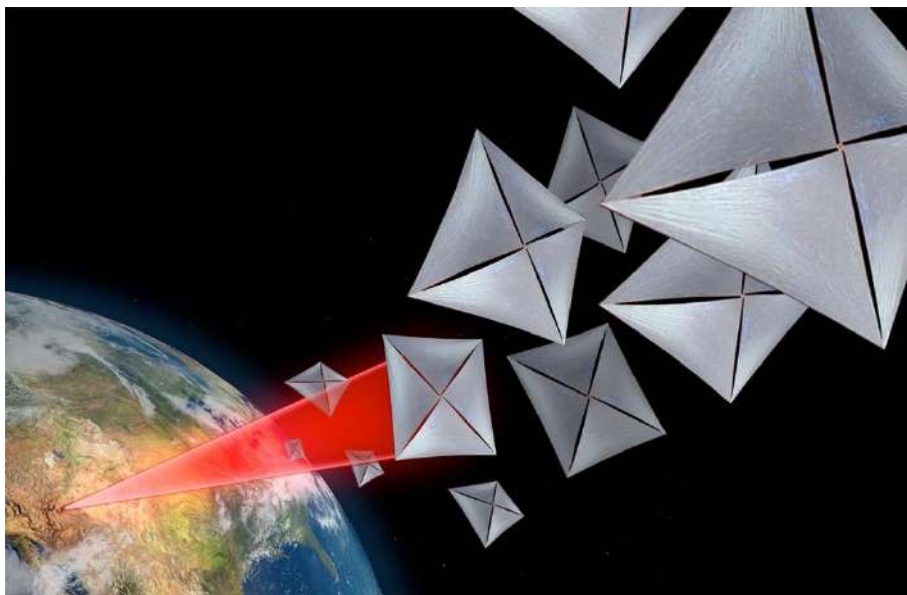


Fig.66 – Un rayon laser pousse chaque nanosonde l'une après l'autre à 143.000.000 km/h (20% de la vitesse de la lumière). L'impulsion durera 10 minutes, délivrant 1 Tétrajoule à la voile. Le voyage durera 20 ans.

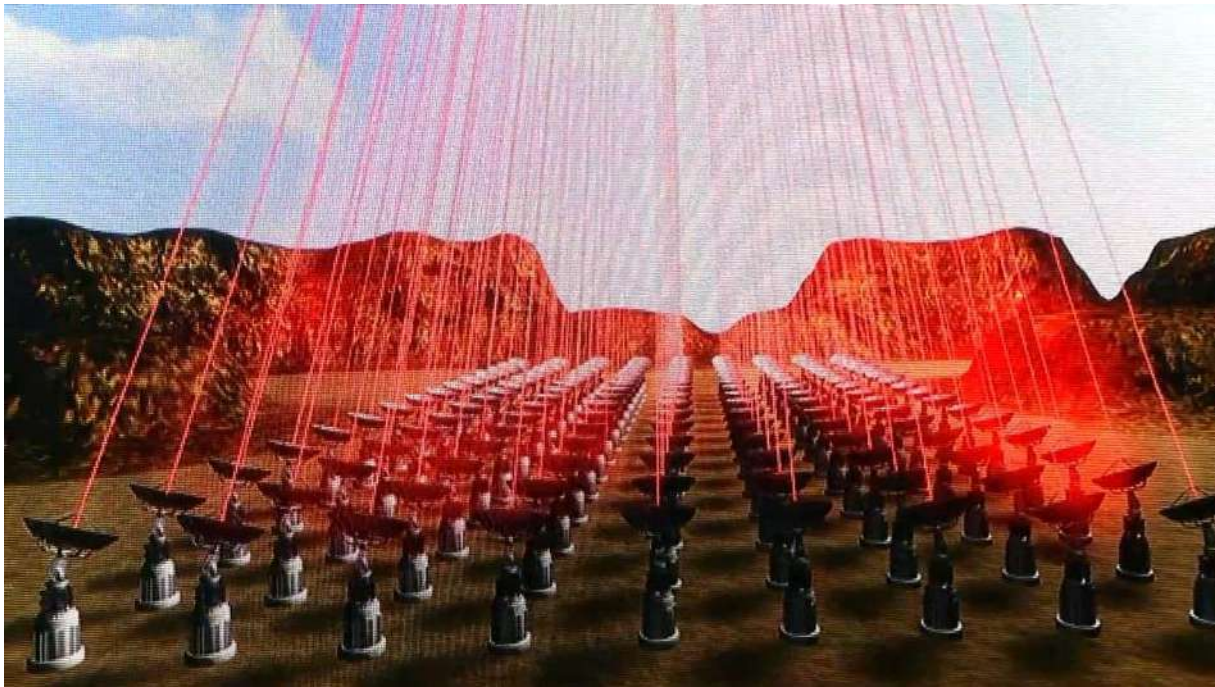


Fig.67 – Le rayon laser pousseur est une « corrélation de phases » d'un champ de 10^7 lasers de 1 km² de côté. La Nanosonde est propulsée par la poussée exercée en réaction à la pression de radiation des lasers.

Ce réseau devrait être construit à haute altitude, dans un environnement aride, et dans l'hémisphère Sud (peut-être au sommet d'une montagne du Chili, d'Afrique du Sud ou même d'Antarctique), quelque part où l'on voit directement la cible du projet Breakthrough Starshot : l'étoile double Alpha Centauri qui, à 4,37 années lumières, forme avec Proxima du Centaure le système stellaire le plus proche du nôtre.

La Nasa a déjà envoyé cinq sondes sur des trajectoires qui les conduisent au-delà des limites du Système solaire, mais même la plus rapide d'entre elles mettrait plus de 30 000 ans à atteindre Alpha du Centaure. Les nanosondes du projet Breakthrough Starshot accompliraient ce même voyage interstellaire en seulement 20 ans. Dépourvues de système de freinage, elles récolteraient brièvement des informations sur les éventuelles planètes du système Alpha du Centaure, qu'elles nous enverraient avant de s'enfoncer plus profondément dans l'espace interstellaire, hors de portée de toute communication.

Pour Yuri Milner, « si cette mission se concrétise, elle nous en apprendra autant sur nous-mêmes que sur Alpha Centauri ». Breakthrough Starshot est le concept le plus récent des initiatives Breakthrough, un ensemble de projets multidisciplinaires qui mobilisent des fonds privés pour tenter de répondre à des questions sur la vie dans l'univers. En 2015, toujours avec Stephen Hawking, Yuri Milner avait annoncé Breakthrough Listen, un projet à 100 millions de dollars s'étalant sur 10 ans, qui consiste à écouter plus d'un million d'étoiles et une centaine de galaxies pour tenter de détecter les signaux d'une potentielle civilisation extraterrestre. Il avait aussi annoncé le projet (à 1 million de dollars) Breakthrough Message, dont l'objectif est de composer des communiqués à diffuser vers l'espace à destination d'une éventuelle civilisation extraterrestre attentive. Comme Breakthrough Starshot, qui représente la plus grosse somme d'argent jamais dédiée exclusivement aux recherches sur le voyage interstellaire, ces autres initiatives constituent un tournant dans le financement de ces

champs de recherche qui, en raison de leur nature particulièrement spéculative, ont longuement végété dans les tréfonds des financements scientifiques publics.

Les plans sérieux pour ce projet ont débuté quand Yuri Milner a consulté des experts qui ont réfléchi concrètement aux options envisageables pour rendre le voyage interstellaire possible. L'un d'entre eux, Avi Loeb, astrophysicien à l'université de Harvard et nouveau président du conseil consultatif de Breakthrough Starshot, a déjà proposé des idées étonnantes pour rechercher la vie extraterrestre. Avi Loeb et ses collègues consultants ont souligné que nous sommes déjà capables chaque jour d'accélérer des particules subatomiques à une vitesse proche de celle de la lumière et que plus une sonde est petite, plus elle pourra voyager vite. « Si vous retirez la coque et l'interface d'un iPhone, ses composants électroniques, y compris la caméra et les dispositifs de communications, ne pèsent que quelques grammes, » explique Avi Loeb. « C'est presque tout ce dont vous avez besoin pour une nanosonde et nous sommes sur le point de l'avoir grâce à la miniaturisation de l'électronique. »

Après avoir considéré, puis rejeté, des options aussi exotiques que des fusées propulsées par l'annihilation d'antimatière ou par la fusion nucléaire, les consultants se sont intéressés aux voiles solaires propulsées par laser, un concept apparu pour la première fois dans les années 1960. Ils se sont concentrés sur les travaux récents de Philip Lubin, un physicien de l'université de Californie à Santa Barbara, qui venait juste de mettre au point la « feuille de route » pour développer de minuscules sondes interstellaires propulsées par laser, dans le cadre d'une étude modestement financée par la Nasa. Après quelques modifications, ces plans ont fourni un modèle pour Breakthrough Starshot et Philip Lubin est désormais l'un des membres clés du projet.

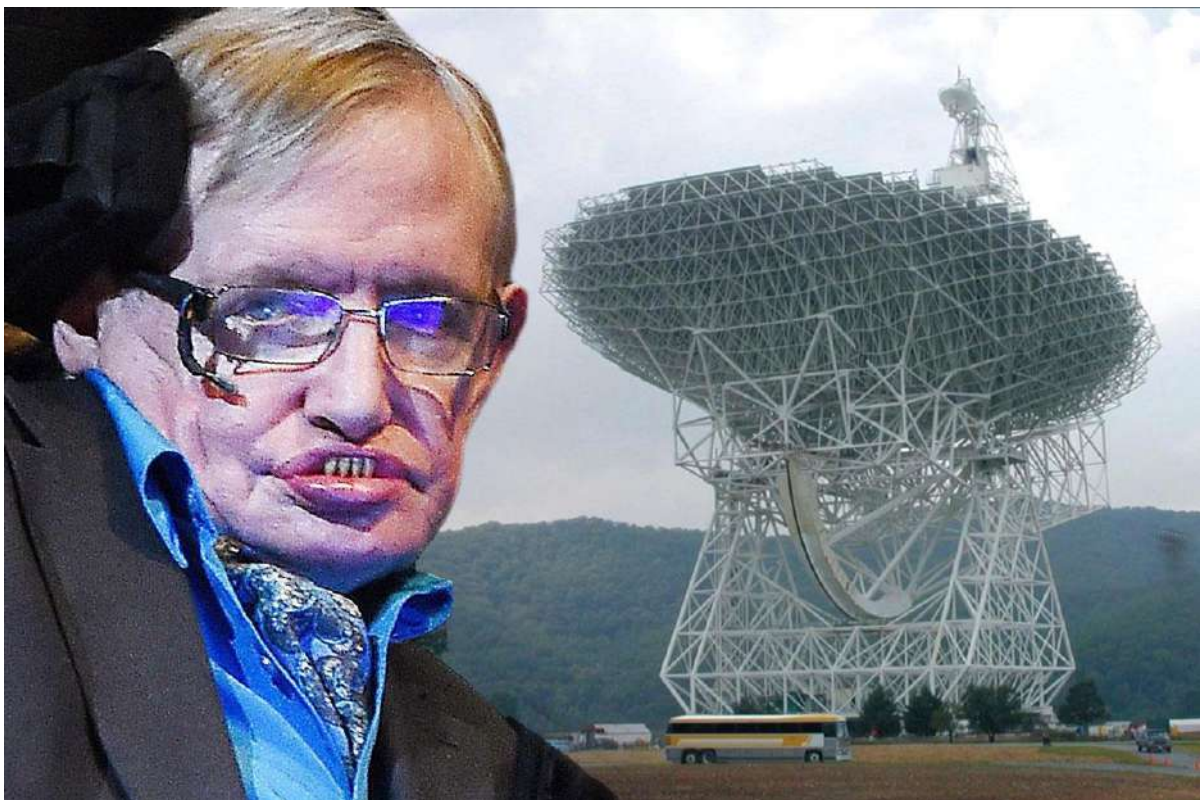


Fig.68 – Les lasers sont aussi des radiotélescopes pour communiquer avec les nanosondes.

« Le problème du voyage interstellaire peut être abordé de deux manières, explique Lubin. Les fusées à antimatière ou à fusion nucléaire font partie d'une approche "réelle". Les lois physiques connues indiquent que ce sont des solutions réalistes, même si nous ne savons pas encore bien comment les mettre en pratique. La propulsion par distorsion de l'espace-temps ou par les trous de ver font partie d'une approche plus "imaginaire" – ce que j'appellerais des solutions fictives, parce que personne n'a la moindre idée de comment les réaliser. » Le concept de propulsion laser est, selon lui, une approche tout à fait réelle parce qu'il est à la fois « réaliste et réalisable ».

La feuille de route de Philip Lubin énonce les nombreux obstacles qu'une mission interstellaire à propulsion laser devra surmonter, comme la synchronisation d'une multitude de petits lasers en un réseau de taille kilométrique et la fabrication d'une voile légère et fine comme une toile d'araignée, mais capable de résister à des impulsions laser de l'ordre de plusieurs gigawatts. Un autre problème sera de convaincre les responsables politiques d'autoriser la construction d'un tel système laser qui pourrait, en principe, être utilisé comme une arme. Les sondes devront transmettre leurs observations à la Terre en utilisant des lasers embarqués d'une énergie de quelques watts seulement – un problème potentiellement soluble en utilisant le réseau laser terrestre comme récepteur. Mais l'obstacle le plus important est simplement une question de prix : à un coût estimé d'environ 10 \$ par watt, la construction du réseau de laser à 100 gigawatt de Breakthrough Starshot coûterait 1000 milliards de \$.

Mais si élevé cela que cela puisse paraître, il faut se souvenir que les prix du marché d'il y a 10 ans auraient rendu le projet 100 fois plus cher. Poussé par la forte demande des systèmes de télécommunications et par les projets de défense, le coût des technologies nécessaires à un réseau de lasers géant est divisé par 2 tous les 18 mois, selon Philip Lubin. Cette baisse exponentielle des coûts suggère que d'ici 10 ans, le prix des lasers pourrait passer de 10 dollars par watt à seulement 10 centimes. « Le projet Breakthrough Starshot consiste au fond à améliorer et à développer à une échelle bien plus grande des technologies critiques, en examinant ce qui permet ou empêche ce changement d'échelle », explique le physicien. « Si les prix ne bougent pas dans les 30 prochaines années, nous aurons de gros problèmes pour mener à bien ce projet. »

Selon Avi Loeb, il existe un autre obstacle, plus subtil, d'ordre social : le « facteur dérision », c'est-à-dire la tendance des gens à se moquer des concepts avant-gardistes. « Toute révolution scientifique ou technologique passe par une première phase durant laquelle elle est moquée, » développe Avi Loeb. « Parfois, la moquerie est issue de critiques valides, mais parfois elle n'existe que parce que le projet est différent et peut paraître étrange... Ce qui est sûr, c'est que la majeure partie de la communauté scientifique qui travaille sur des sujets dont on n'est pas censé se moquer – sujets dont le facteur dérision est de zéro – font eux même une grande erreur en se moquant ». « Nous sommes sérieux, poursuit Avi Loeb. Nous découvrirons si, oui ou non, ce projet est réalisable et s'il ne l'est pas, nous l'admettrons et passerons à autre chose ».

C'est beau de pouvoir faire du 143.000.000 km/h et d'atteindre 20% de la vitesse de la lumière pour aller jusqu'à l'étoile la plus proche.

Mais alors pourquoi les concepteurs de HAUC ont-ils rejeté cette technologie ?

Pour 5 raisons :

- Cette manière de faire ne permet pas d'échapper à l'équation $E = mc^2$ et aux lois de la relativité restreinte. Et donc même si les concepteurs de HAUC poussaient dans d'ultime perfectionnements la technologie des voiles, ils ne pourront jamais atteindre les vitesses supraluminiques requises pour traverser des distances intergalactiques.
- Les voiles à énergie dirigée ne permettent que l'envol d'une masse très faible. Une sonde de quelques grammes pour le survol rapide d'une planète, oui. Mais jamais un engin de la dimension d'un gros HAUC, qui nécessiterait une voile de dimension impossible et un lanceur de dimension impossible pour le mettre sur orbite.
- Pour pouvoir aller très loin avec une voile à énergie dirigée, il faudrait déjà baliser la route et installer des relais de projection d'énergie et les maintenir. Le coût de ces installations deviendrait vite exorbitant.
- La voile ne permet pas à un vaisseau d'être autonome et de manœuvrer lorsqu'elle sera arrivée à destination, et encore moins de redécoller, donc pas d'exploration interstellaire ou intergalactique possible avec un être humain ou un NHI.
- La voile ne permet pas à un vaisseau d'être un hybride air, eau, espace cosmique. Or il faut que le moyen de propulsion soit hybride pour explorer des mondes différents.

Ces 5 raisons nous conduisent à penser que les concepteurs de HAUC ont dû réfléchir à un mode de propulsion dont le coût en énergie est encore meilleur que celle de la voile. Alors, qu'est ce qui, dans l'univers, peut provoquer une pression de poussée plus forte encore sans recourir à un carburant ? L'Univers, ce n'est que de l'espace vide, et il faut se débrouiller avec ? Oui, c'est sûr, on n'a pas le choix. Quand on n'a que ça jusqu'à un milliard d'années lumières en distance, on n'a que le choix entre renoncer ou trouver à exploiter le vide. Alors, examinons d'abord la notion d'espace, ensuite regardons le vide. Que savons-nous de l'espace ? Que dit Albert Einstein ?

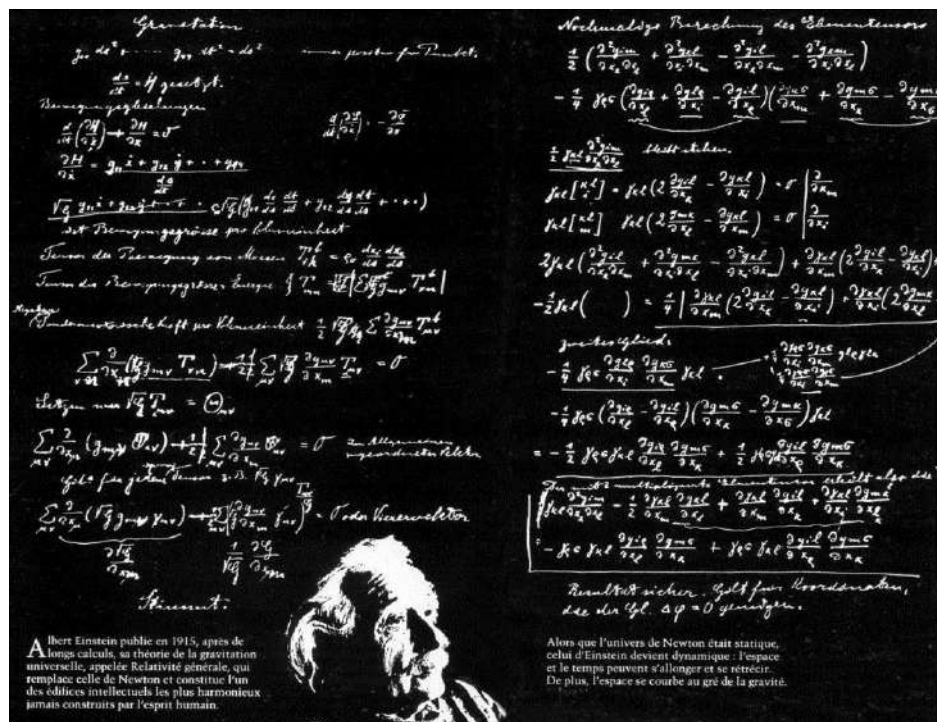


Fig.69 – Albert Einstein (1879 – 1955) : « l'espace et le temps sont les modes par lesquels nous pensons et non les conditions dans lesquelles nous vivons ».

Ah bon ? si nous étions des NHI, ce qui serait important, ce seraient donc les conditions dans lesquelles nous allons vivre, voyager et naviguer ? Alors voyons cela.

A très grande échelle, l'univers peut être vu comme une gigantesque toile d'araignée : des nœuds de matières (planètes, étoiles et autres structures cosmiques) reliés par des filaments. Les étoiles ne naissent pas seules. Elles se regroupent en galaxies. La Voie Lactée, c'est-à-dire la galaxie qui englobe notre système solaire, est logée dans un « trou » situé dans cette toile d'araignée. Ce trou a un rayon de 300 Mégaparsec (1 parsec = 3,26 années-lumière), signifiant que notre galaxie errerait dans un désert 24.000 fois plus grand qu'elle. Si notre galaxie a la dimension d'un grain de sable, elle errerait dans un désert de vide de la dimension d'une piscine olympique. Les galaxies ne naissent pas seules. Elles se groupent en amas et les amas sont groupés en superamas entourés de zones où règne majoritairement le vide.

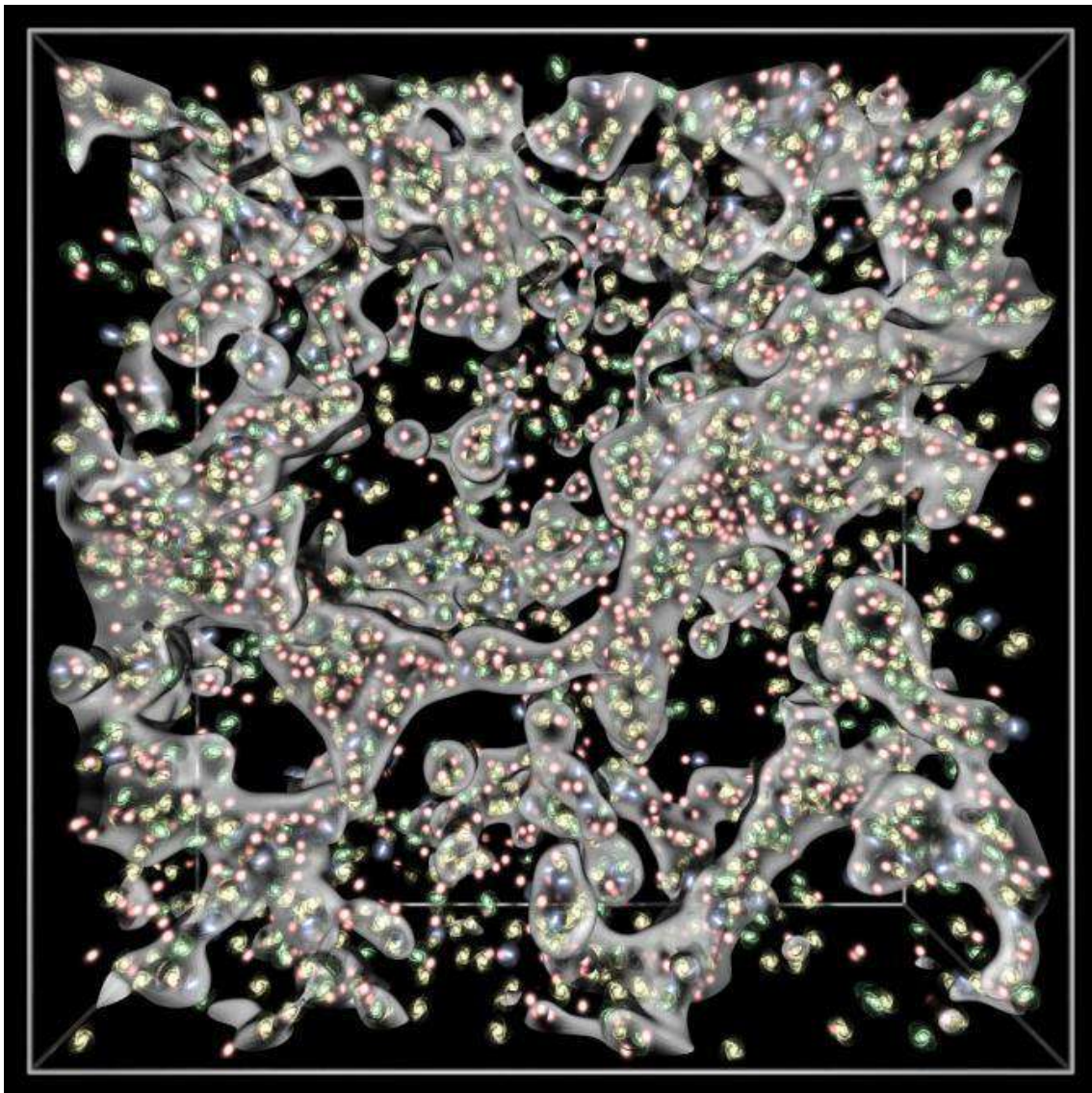


Fig.70 - La matière se répartie de manière fractale dans le vide. C'est la gravitation qui est responsable de cette tendance à grouper la matière. On peut aussi interpréter la matière comme le produit d'une pression du vide.

Nous vivons sur la Terre, qui appartient au système solaire, qui appartient à la galaxie « la Voie Lactée » qui est proche de la Galaxie « d'Andromède », et les deux font partie du

« Groupe Local », un ensemble d'une cinquantaine de Galaxies. Une galaxie est un ensemble d'étoiles, de poussières et de gaz interstellaires dont la cohésion est assurée par la gravitation. Le Groupe Local fait lui-même partie d'un ensemble formé d'une centaine de groupes locaux et d'amas de galaxies appelé le Superamas Local ou Superamas de la Vierge. Ce superamas s'étend sur 100 millions d'années-lumière. Il est centré sur l'amas de la Vierge distante de nous de 50 millions d'années-lumière.

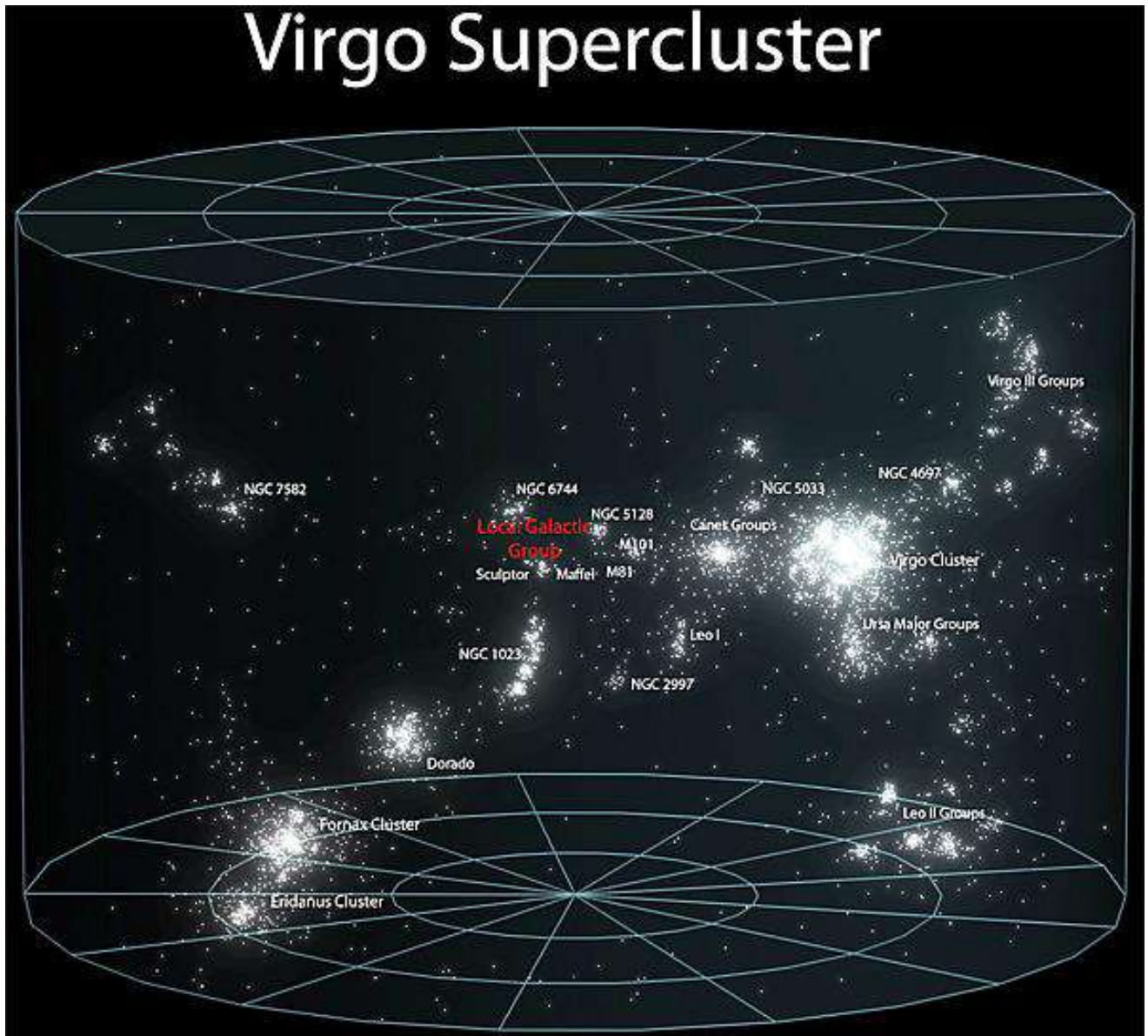


Fig.71 – Une vue du Superamas de la Vierge. En rouge, le Groupe local qui contient une cinquantaine de galaxies dont la nôtre, la Voie lactée. Le Groupe Local fait lui-même partie d'un ensemble formé d'une centaine de groupes et d'amas de galaxies appelé Superamas de la Vierge. Remarquez l'immense vide qui entoure les galaxies, les Groupes Locaux, les amas et les Superamas de galaxies. Les galaxies naissent autour de grosses bulles de vide. La matière s'ordonne dans l'espace aux limites de bulles de vide. La matière a une tendance à se concentrer mais elle a également une tendance à grande échelle à s'éloigner appelée expansion et une tendance à petite échelle à se repousser suivant le principe de Pauli. Il en résulte que la matière est organisée, structurée en niveaux avec à l'intérieur et autour de ces niveaux de structure : du vide.

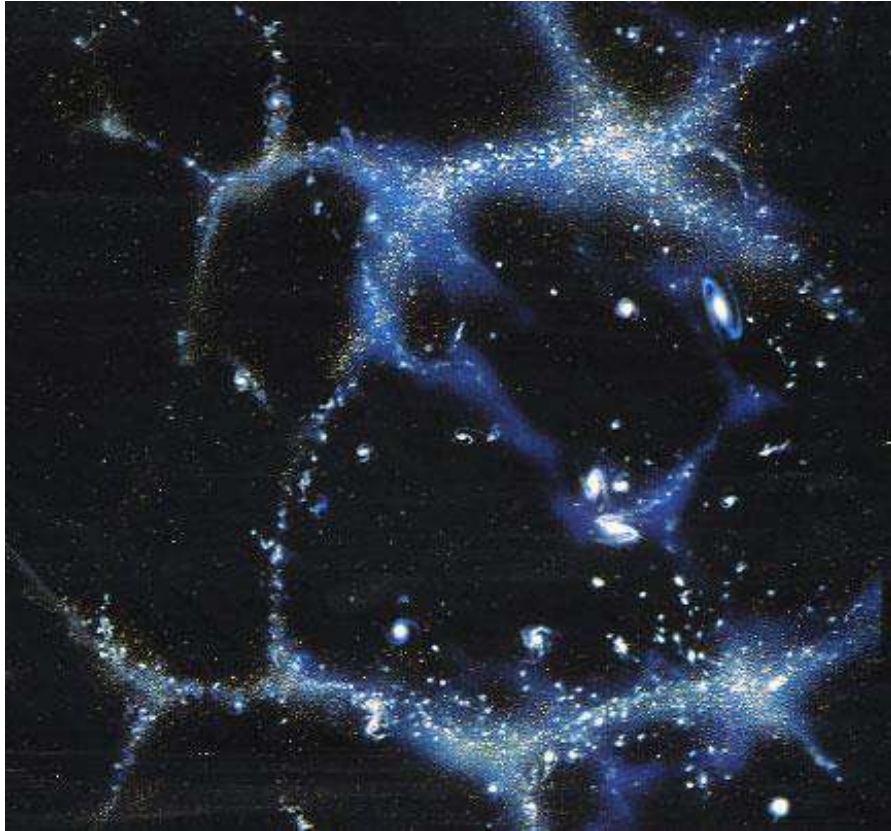


Fig.72 – La figure montre les superamas englobant des bulles de vide. Un superamas est une grande concentration de centaines ou de milliers de groupes de galaxies inclus dans de vastes feuillets et murs entourant de grands vides. La matière est en effet produite aux interstices des bulles de vide, et on peut dire que la matière est un produit du vide et la gravitation pourrait bien n'être que le produit d'une somme de pressions des bulles de vide....

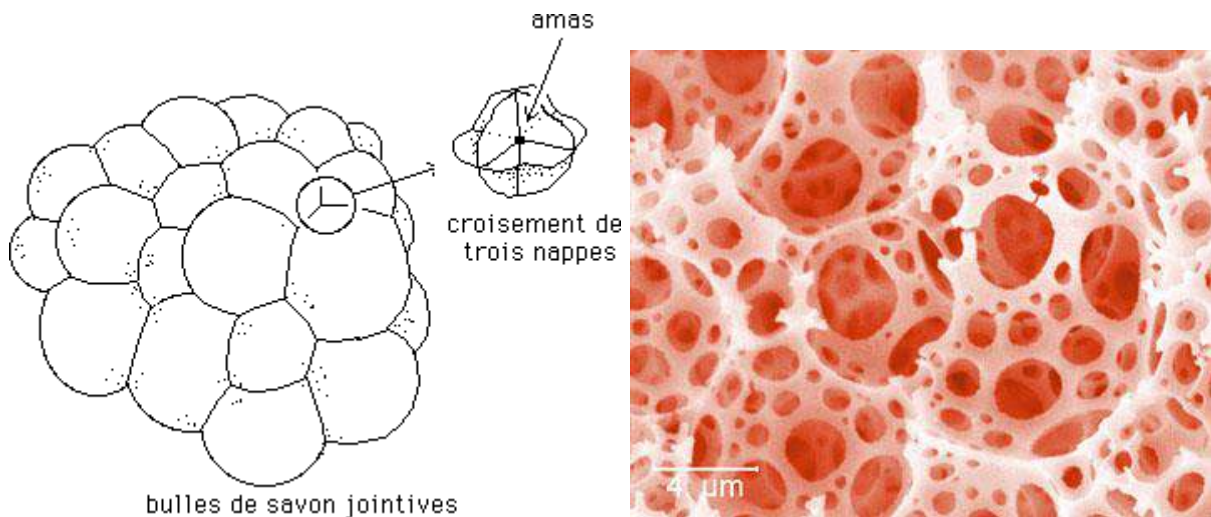


Fig.73 – La Nature du réel de l'Univers : des trous, des petits trous, encore des petits trous, de toutes les tailles jusqu'à au moins 1 milliard d'années lumière !

Les superamas ne sont pas disposés au hasard : l'univers aurait une structure en éponge. Il serait constitué de "bulles " pratiquement vides de 100 Megaparsecs (300 milliards d'années-lumière) de diamètre, les galaxies et amas de galaxies se trouvant à la frontière de ces bulles,

regroupés en "filaments" ou "murs" ou "parois". On trouverait alors les superamas aux intersections entre les filaments. De grands vides : voilà la structure dominante de l'univers. Tout se passe comme si les galaxies se distribuaient sur les parois d'une structure cellulaire, comme si le vide n'était pas là où il n'y a pas de matière, mais plutôt la matière là où il n'y a pas de vide. Les régions vides ont un diamètre moyen de 160 millions d'années-lumière. En 2007, une immense zone vide a été découverte dans la constellation de l'Eridan. Sa taille ? Un milliard d'années-lumière...

En quittant le Superamas Local (de la Vierge) nous entrons dans Laniakea. Laniakea est une zone proche de notre Terre qui couvre 1% de l'Univers. Raisonons à la louche et supposons que les NHI des HAUC vivent dans cette zone bleue de la Fig.74, c'est-à-dire Laniakea.

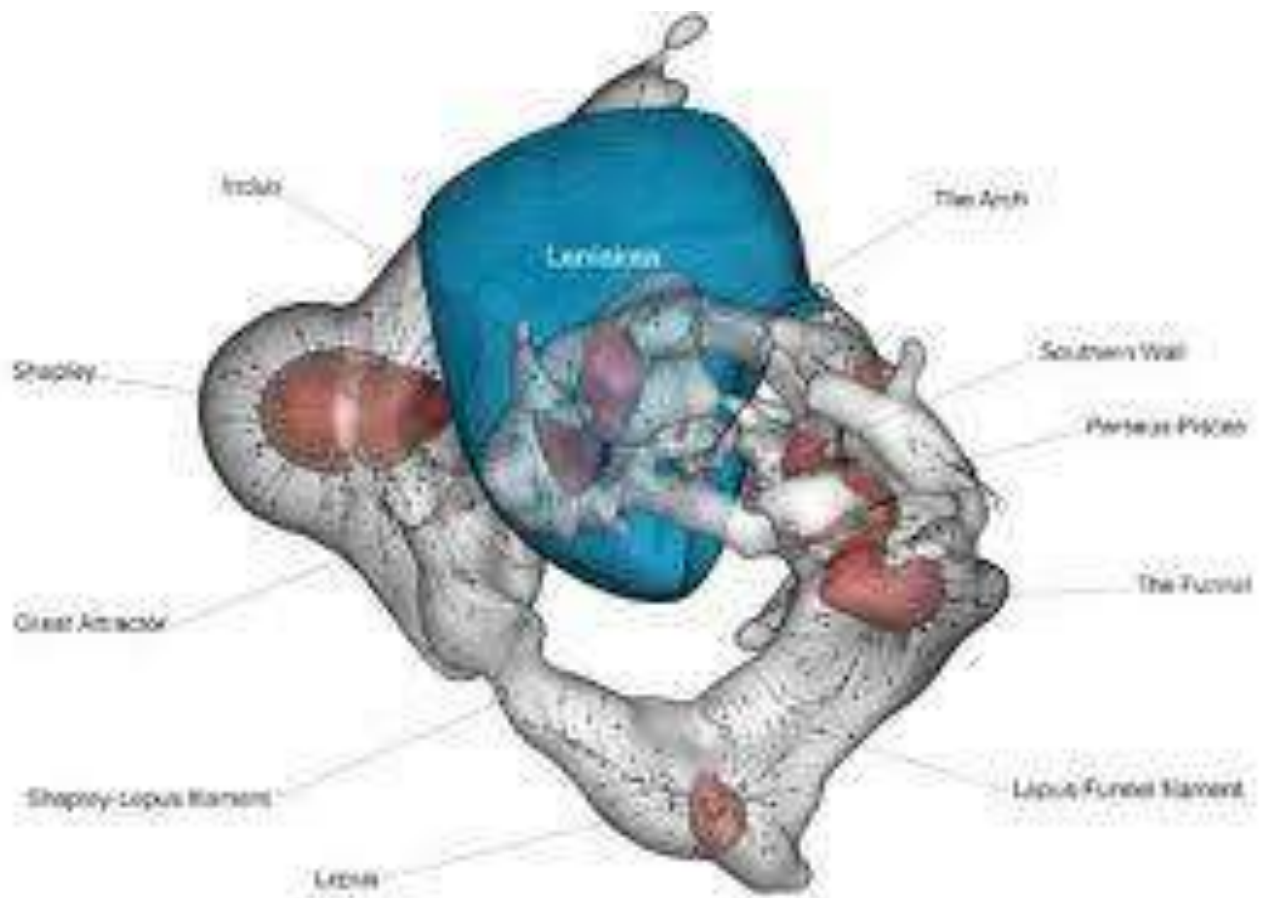


Fig.74 – Voici comment se présente Laniakea en 3D. Les HAUC sillonnent le Superamas Laniakea, en gros un cube de 500 millions d'années-lumière de côté dans lequel nous y sommes, nous aussi. Pour référence, la Voie lactée atteint environ 100 000 années-lumière.

Laniakea contient 100.000 grosses galaxies comme la nôtre, qui comptent environ 100 milliards d'étoiles chacune, et un million de galaxies naines (environ 10 milliards d'étoiles). Autour de chaque étoile, tournent une cohorte de planètes. A ce niveau vertigineux de chiffre, il n'est même pas nécessaire d'appliquer l'équation de Drake pour dire avec certitude que les HAUC sont quelque part dans Laniakea.

En utilisant un algorithme Monte Carlo hamiltonien, les chercheurs ont pu reconstituer que le Superamas Laniakea est intégré dans une structure encore plus vaste, le bassin de Shapley. Cela a permis de mettre en évidence les bassins gravitationnels les plus

influent dans le mouvement des galaxies et de dresser une vue dynamique des flux de gravité et de mieux comprendre comment les structures géantes régissent la danse des galaxies. Un bassin d'attraction gravitationnelle est une région de l'Univers où la gravité domine, attirant les galaxies et la matière environnante vers un centre commun. Ces zones se forment autour des grandes concentrations de masse, comme les superamas de galaxies. Ces bassins agissent comme des "puits" gravitationnels, influençant les mouvements à grande échelle des galaxies à l'intérieur de la région. Ils sont essentiels pour comprendre la distribution et l'évolution des structures cosmiques dans l'Univers.

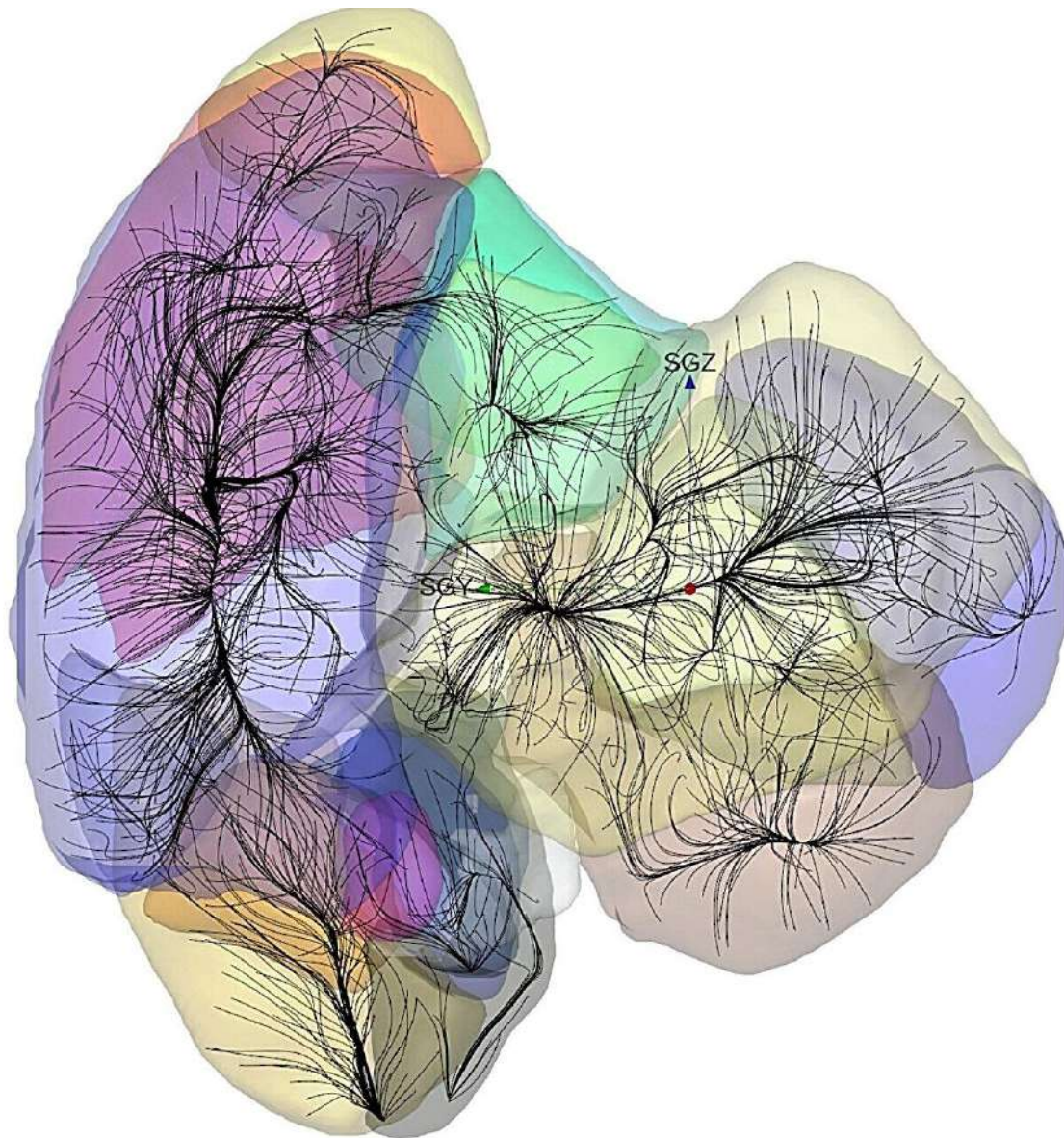


Fig.75 – Le Superamas Laniakea bat au rythme des lignes noires de flux en mouvement permanent qui façonnent dynamiquement sa structure. Cette structure fait partie de la toile cosmique de l'Univers, où les galaxies et amas de galaxies s'organisent le long de filaments, formant ainsi des murs et des vides intergalactiques. Les HAUC sont forcément obligés de se positionner par rapport à ces filaments pour naviguer jusqu'à notre Terre. La figure 75 est une photo statique d'un ensemble où tout bouge dans une structure qui s'expande à 15.000 km/s.

Laniakea et son architecture donne un début de réponse à une question qui hante les astrophysiciens depuis 1986 : pourquoi la Voie lactée et les autres galaxies se dirigent-t-elles à 630 km/seconde dans une direction donnée ? Une vitesse démultipliée, jusqu'à parfois 15.000 km/seconde, en raison de l'expansion de l'Univers. La première piste évoquée était qu'un amas très dense de matière attirait les galaxies vers lui, comme un aimant. Cet amas avait d'ailleurs été surnommé « le Grand Attracteur ». En fait l'attraction est exercée par plusieurs amas de galaxies qui forment un large vallon où se déverse la matière, un peu comme le point le plus bas d'une baignoire. Les galaxies ne s'agitent pas tous azimuts à une vitesse folle, mais suivent une sorte de courant convergent. Notre coin d'Univers fonctionne comme une série de bassins versants, similaires à un paysage en relief où s'écoulent des rivières. Les galaxies et la matière dessinent ainsi une sorte de réseau de filaments qui contournent de grands espaces vides contenant de la matière noire non observable. Ce réseau évoque l'aspect d'un réseau neuronal. Comparable à une immense vallée gravitationnelle, le réseau neuronal étend son influence sur l'ensemble de Laniakea attirant les galaxies et les amas de galaxies qui semblent couler vers lui de toutes parts dans un rayon de plusieurs centaines de millions d'années-lumière, comme autant de ruisseaux, de rivières et de fleuves. La limite de notre superamas dans toutes les directions devient ainsi semblable à la frontière du partage des eaux entre des bassins versants. Regardons maintenant Laniakea sous l'angle des lignes de flux des vitesses associées aux principaux bassins d'attraction. Ces flux convergent vers des zones de forte concentration de galaxies. La Fig.76 montre Laniakea, ce Superamas Galactique" avec ses lignes de flux en blanc et à droite la Voie Lactée.

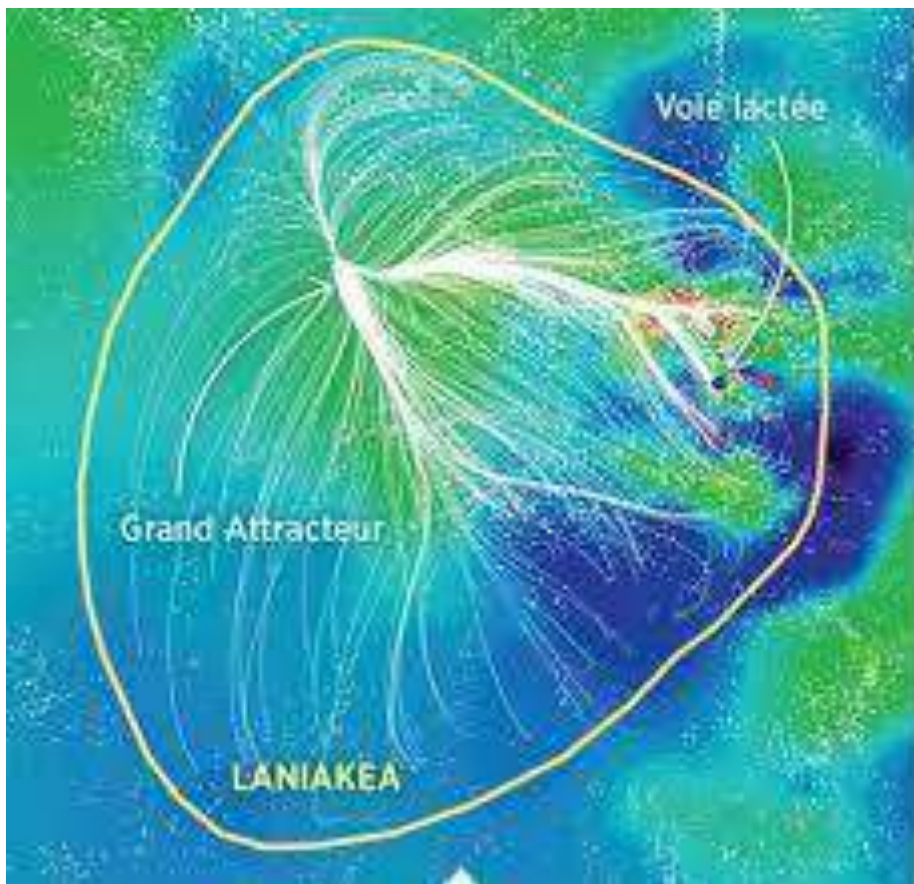


Fig.76 – Regardez la belle couleur verte et bleue des Fig.76 et 77. Le tracé blanc entoure notre Superamas de Galaxies. Les couleurs représentent la densité de matière avec, en rouge,

les régions les plus denses et, en bleu, les vides sans matière. Chaque point blanc est une galaxie ; le point bleu représente la Voie lactée. Les surfaces grises et rouges représentent les filaments et les nœuds de la toile cosmique. Le vert c'est par-ci par-là un peu de matière, c'est du quasi-vide. Le bleu-vert, c'est du quasi-vide dilué dans un grand vide. Et le bleu, du vide tout court.

Pour comprendre ce qu'est Laniakea par rapport à la Terre, disons que si la Terre est l'appartement parisien dans lequel vous résidez, le système solaire est Paris, la Voie Lactée la région parisienne, le Groupe Local nommé Superamas de la Vierge est la France et Laniakea est le Continent Européen. Laniakea est un Continent Céleste dans lequel se déplacent des HAUC microscopiques.

Avant 1995, les HAUC n'étaient pas censé exister, les exo-planètes non plus. On n'en avait aucune preuve de leur existence.

Parler d'exoplanète relevait de la métaphysique.

La découverte de la première exoplanète fut annoncée en 1995, depuis environ 6.000 exoplanètes ont été détectées dans plus de 4.000 systèmes stellaires.

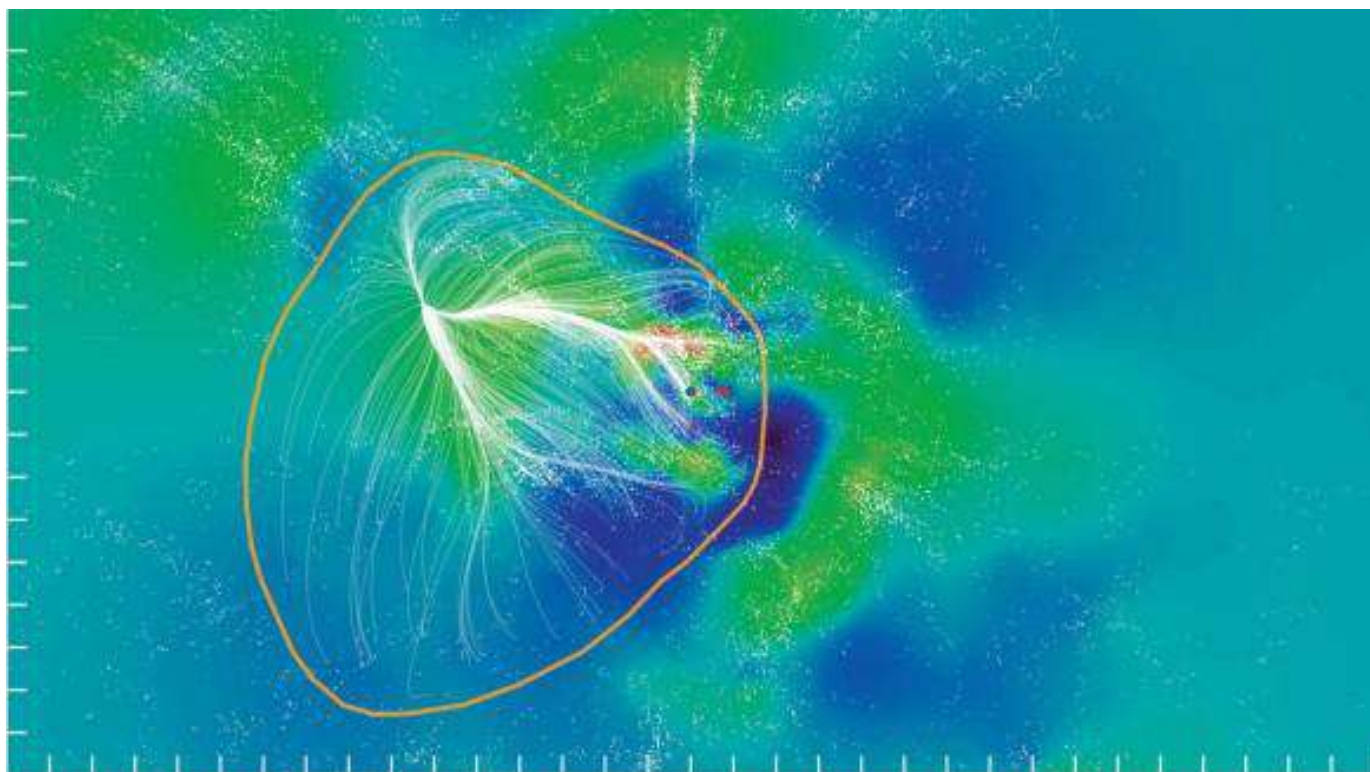


Fig.77 – *Elargissons la vue, que voyons-nous ? Toujours du vide et du quasi-vide, partout !*

Combien de systèmes stellaires dans toutes les galaxies ? 1×10^{24} , un dix suivi de 24 zéros, ou un million de trillions, c'est le nombre estimé.

Mais seulement 20% des planètes qui gravitent autour des étoiles seraient en zone habitable.

Il y aurait 200 milliards de planètes habitables dans la seule Voie Lactée.

A 40.000 années-lumière de la Terre, le système Trappist-1 est actuellement le plus prometteur pour voir sillonner des HAUC en permanence.

Dans un futur proche, si nous trouvons la preuve de la vie sur une exoplanète, cela voudrait dire que la vie grouille dans notre galaxie sur des millions de planètes.

Pour traverser l'immense vide qui nous sépare de leur monde les NHI n'ont qu'une seule solution : prélever de l'énergie sur place, localement, au fur et à mesure de la progression d'un voyage qui « suit les ruisseaux et les fleuves », c'est-à-dire les réseaux des filaments.

Mais puisqu'il n'y a que du vide autour d'eux, leur seule alternative est d'apprendre à tirer de l'énergie du vide, puis de transformer cette énergie en matière, enfin de fabriquer de la nourriture avec de la matière, ainsi que tous les éléments nécessaires à un voyage au long cours.

Ils savent donc comment faire pour construire un système qui vit en vase clos en prélevant de l'énergie du vide local, énormément d'énergie, puis de convertir cette énergie d'une part en ressources de vie, et d'autre part en moyen de propulsion.

Nous sommes certains qu'ils viennent de très loin, parce que dans notre système solaire, nous ne voyons pas quelle planète pourrait abriter une vie plus intelligente que la nôtre.

Nous ne savons même pas si la vie existe ailleurs dans notre système solaire. Faute de pouvoir discuter avec un NHI pour savoir comment il extrait de l'énergie du vide, nous sommes obligés de nous référer aux publications de nos plus imminents chercheurs.

Imaginons que la Terre, tout d'un coup, est retirée de l'espace.

L'espace-temps courbe qui recouvrait la Terre redeviendrait plat, et la pomme qui était en train de tomber de mon pommier vers le sol « tomberait » à la vitesse de la lumière, puisque selon Einstein la déformation de l'espace-temps se propage à la vitesse de la lumière.

L'espace redevient « naturellement » plat parce qu'il obéit aux lois fondamentales de symétries de l'univers énoncées par le Théorème d'Emmy Noether.

Il faut savoir que l'espace et les corps qui sont dans l'espace se répondent comme par un accord secret sous-jacent et incontournable.

Ces accords secrets, appelés **symétries**, sont des harmonies cachées qui se rencontrent dans le corps humain, les figures géométriques, les cristaux, les minéraux, ... dans les arts, la peinture, la sculpture, la musique.

Ces harmonies sont la clé de bien des mystères. L'histoire de notre univers se résume à une succession de « changements d'états », de « brisures de symétrie », et de « symétries violées ».

La Nature et le cosmos en équilibre se brisent spontanément à mesure qu'ils s'étendent et se refroidissent suivant les lois de l'entropie.

Les particules élémentaires et les forces seraient nées de ces imperfections de symétries.

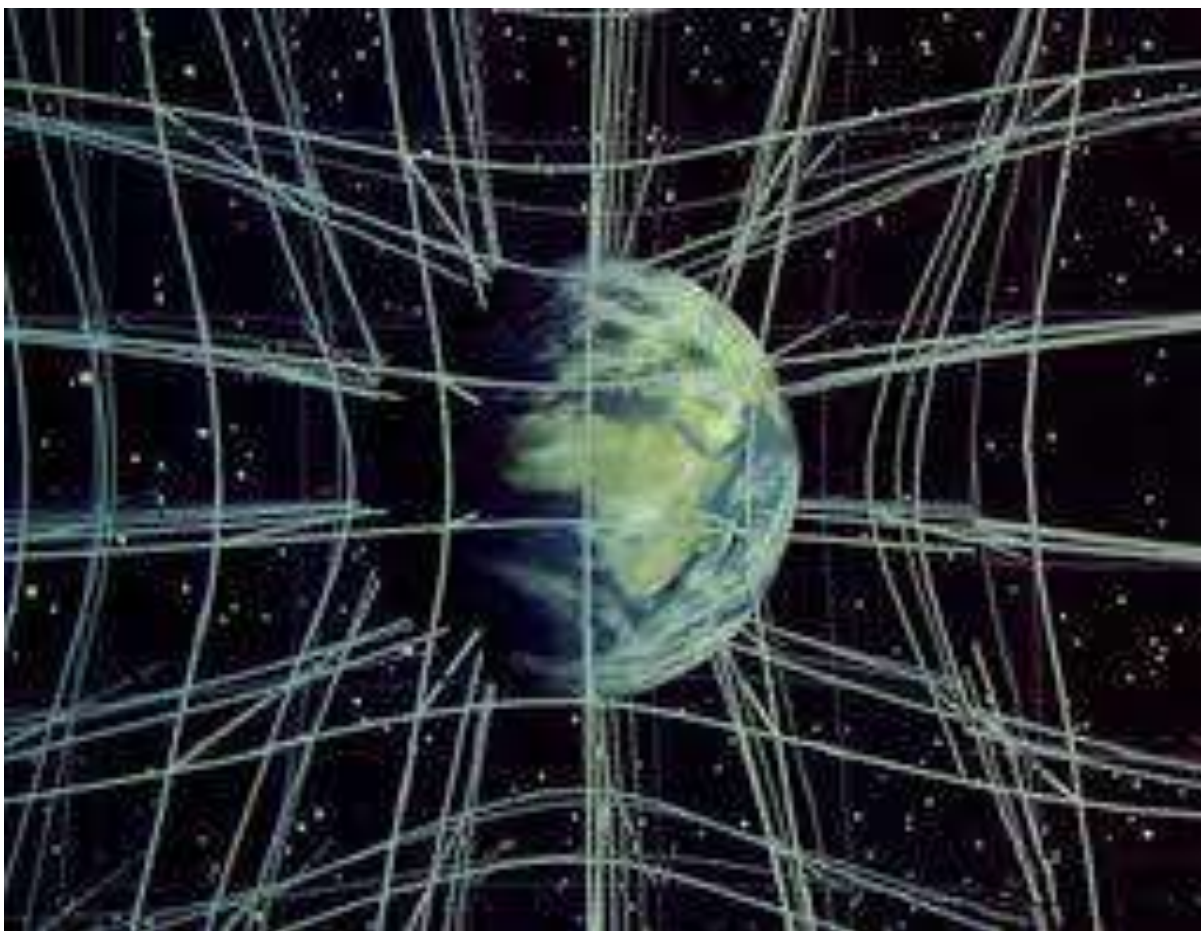


Fig. 78 – Cette image rend mieux compte de l'espace à 3 dimensions qui nous entoure, bien qu'en fait elle représente un espace-temps à 4 dimensions puisqu'on ne peut séparer l'espace du temps.

Le concept de symétrie se définit comme une transformation qui laisse inchangée les objets. Par exemple, une boule ou un cube reste identique à lui-même lorsqu'on le déplace ou qu'on le regarde dans un miroir. A toute opération de symétrie dans l'univers, est associée une quantité qui demeure constante, « invariante ». Ainsi, au déplacement d'un système d'un endroit à un autre dans l'espace correspond la conservation de l'impulsion (ou quantité de mouvement) ; au décalage dans le temps est associé la conservation de l'énergie ; aux mouvements de rotation répond la conservation du mouvement angulaire, et à celui des changements de phases associés aux champs de forces correspond la conservation de la charge électrique ou de la charge de couleur liée à l'interaction nucléaire forte. La chose que vous devez retenir est que pour toute opération de symétrie, il existe une grandeur privilégiée qui reste constante au cours du mouvement, et c'est cela la propriété fondamentale de notre univers, **les « lois de conservation »**.

La théorie quantique des champs suppose que l'espace-temps, du niveau macroscopique et jusqu'au fin fond de l'univers, est un continuum. Au niveau quantique microscopique, c'est un champ fluctuant de gravitons qui interagit en permanence avec des champs du vide quantique; c'est-à-dire qui interagit avec des champs de force, qui interagit avec des champs de matière, qui eux aussi, fluctuent en permanence. Les champs sont flexibles et élastiques parce qu'ils sont formés de scalaires (des nombres sans dimension), et ce sont les valeurs attribuées aux

gradients du champ qui les rendent plus ou moins élastiques. Donc, **pour distordre un continuum, il faut *modifier les valeurs de champ* du continuum.**

Un champ quantique fluctuant, ce n'est pas comme un champ de blé qui ondule sous le vent. C'est un contenu volumétrique d'au moins 3 +1 dimensions qui s'étend jusqu'à l'infini, et c'est un volume dont en chaque point du volume il existe au moins une valeur. C'est comme la pièce dans laquelle vous êtes actuellement : en chacun point du volume de la pièce, il existe une température différente que vous pouvez mesurer si vous disposez d'un thermomètre ultrasensible. La théorie des champs nous enseigne que les forces sont convoyées par des bosons vecteurs, des particules de spin entier. Toutes les interactions obéissent au principe supérieur de symétrie qui est l'invariance de jauge locale, mais celle-ci est de nature différente selon les cas. S'agissant des interactions quantiques, elle intéresse des espaces abstraits en 1, 2 ou 3D avec des couleurs et des saveurs différentes ; en revanche dans le cas de la gravité elle concerne un espace-temps en 4D. Pour visualiser cela, prenez une feuille de papier et saupoudrez-la de limaille de fer. De l'autre côté de la feuille, en dessous du papier, mettez un aimant. La limaille de fer va s'orienter et dessiner sur la feuille de papier des lignes de forces qui figurent l'orientation du champ magnétique de l'aimant.

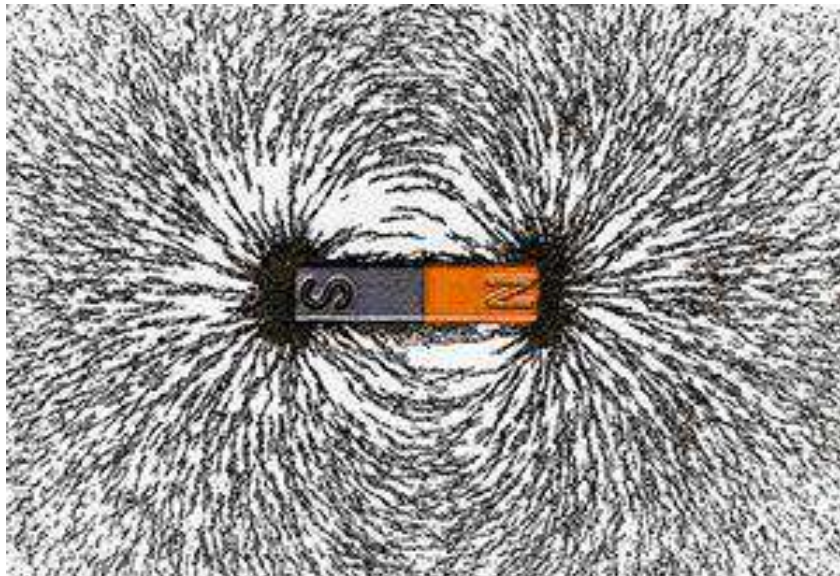


Fig.79 - *Un champ magnétique : les lignes de forces du champ retournent toujours aux pôles de l'aimant.*

En fait les lignes de force couvrent un espace volumétrique autour de l'aimant. Cet espace volumétrique est le champ magnétique de l'aimant, composé à l'état quantique de photons. La lumière est de même nature. Elle n'est rien d'autre que l'expression d'un champ électromagnétique composé de photons. C'est parce qu'il existe un champ électromagnétique qui propage des ondes que vous pouvez recevoir sur votre smartphone du contenu.

Dans le monde macroscopique, l'espace-temps ce n'est pas quelque chose qui existe dans l'espace et le temps. L'espace-temps est un objet indivisible. Ce n'est pas non plus l'ensemble du contenu qui existe dans l'espace et dans le temps. Le contenant forme un continuum dans lequel l'énergie est continue, la lumière est continue.

Cependant, dans le monde microscopique subatomique, l'énergie est discontinue. Elle est quantifiée d'une valeur non-continue, appelée « quantum d'énergie ». Si on regarde un trait

de lumière, qui est une onde de lumière, c'est-à-dire l'ondulation du champ électromagnétique, elle est composée de grains minuscules appelés photons, groupés par paquets. Et ces grains sont à la fois particules et ondes.

Si on regarde l'espace-temps avec une loupe subatomique, le même principe devrait s'appliquer. Que pourrait-on voir ? Certains théoriciens prévoient l'existence de boucles d'espaces qui existent pour la durée d'un quantum de temps, qu'on pourrait visualiser en 3 dimensions comme des perles. Si on alignait ces perles pour former un collier, et si en plus on tissait avec des perles enfilées pour obtenir un tapis, on obtiendrait un tissu d'espace-temps. Et si on empilait les tapis les uns sur les autres, on obtiendrait un volume d'espace-temps. Un immense volume d'espace-temps, c'est un univers ressemblant à un champ sans matière mais avec une constante cosmologique Λ (l'élastique qui relie les perles), également appelé Univers de De Sitter. Ainsi si on couplait les particules de cet univers de De Sitter avec le champ de gravitons, on obtiendrait un univers qui ressemble à l'espace-temps d'Einstein, mais vide de matière normale et de matière noire. L'Univers d'Einstein est un univers sans mouvement mais avec de la matière et une constante cosmologique Λ . En théorie, le continuum d'espace-temps perd son sens en deçà de 10^{-33}cm (la longueur de Planck), distance parcourue par la lumière en 10^{-43} seconde. La ligne de partage entre gravité classique et gravité quantique passe par 10^{-33} cm dans un espace-temps $3\text{D} + 1$. A ce niveau quantique, le langage des scientifiques perd pied et les mots espace, temps, énergie qu'ils prononcent n'ont plus aucune signification, sinon en poésie.

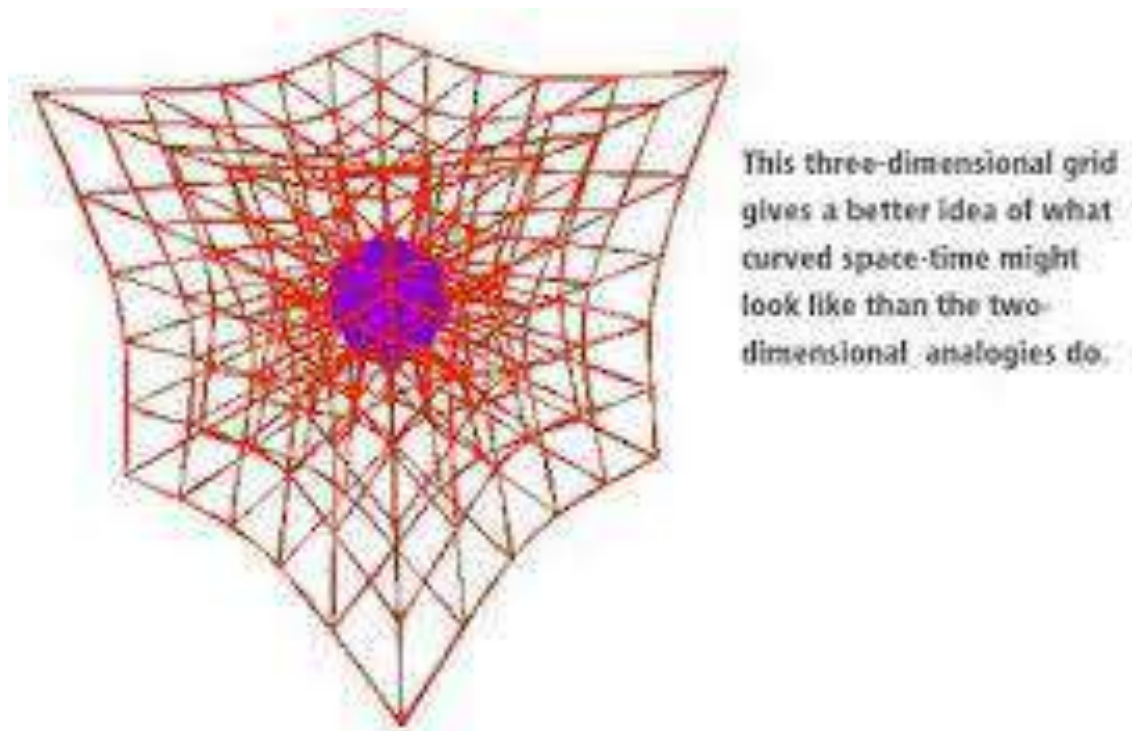


Fig.80 - L'espace-temps, c'est un contenant qui réagit à son contenu. Ce contenant est un continuum qui remplit l'univers. Pour distordre un continuum, il faut modifier les valeurs de champ du continuum.

Cet univers élastique (on dit « courbé ») d'Einstein, il baigne dans quoi ? Dans le vide quantique. Que savons-nous du vide ?

Le vide quantique n'est pas le néant. Le néant, c'est le contraire de l'existence, il ne peut pas exister tout court. Occupons-nous plutôt de ce qui existe.

Ce qui existe à notre vue, c'est le milieu interstellaire, structuré en un continuum qui réagit à son contenu, et imbibé de vide spatial et de vide quantique.

Sur terre, quand on parle de vide, on comprend vide d'atmosphère, c'est-à-dire un vide standard qui contient quand même 200 millions de molécules par cm^3 .

Ensuite, il y a l'ultravide, c'est-à-dire le meilleur vide qu'on puisse fabriquer sur Terre, dans un accélérateur de particules par exemple, qui contient 2 millions de molécules/ cm^3 .

Le vide spatial qui règne dans le cosmos contient, au-delà du système solaire, 1 atome/ cm^3 . Si on arrive à atteindre le recoin le plus isolé de l'univers, le vide spatial contient encore 1 proton par m^3 et 400 millions de photons, 45 millions de neutrinos et 15 millions de gravitons. Le vide spatial absolu n'existe pas. Le vide spatial n'est jamais tout à fait vide. Même quand on a supprimé toute la matière et le rayonnement thermique, le vide spatial contient encore des champs électromagnétiques, des particules fugaces et une certaine énergie. On a coutume de dire qu'il n'y a que du vide entre les étoiles, mais ce n'est pas vrai, le vide spatial du cosmos est tout de même peuplé. Il possède une densité et une énergie qui n'est pas zéro. Il est transparent puisque nous voyons à travers lui les étoiles.

Ce qui nous intéresse d'abord, c'est le vide quantique, celui qui reste partout quand on a, par la pensée, retiré toute la matière de l'univers visible. Parce que ce vide-là remplit la grosse boule de 46,5 milliards d'années-lumière de rayon qui nous entoure.

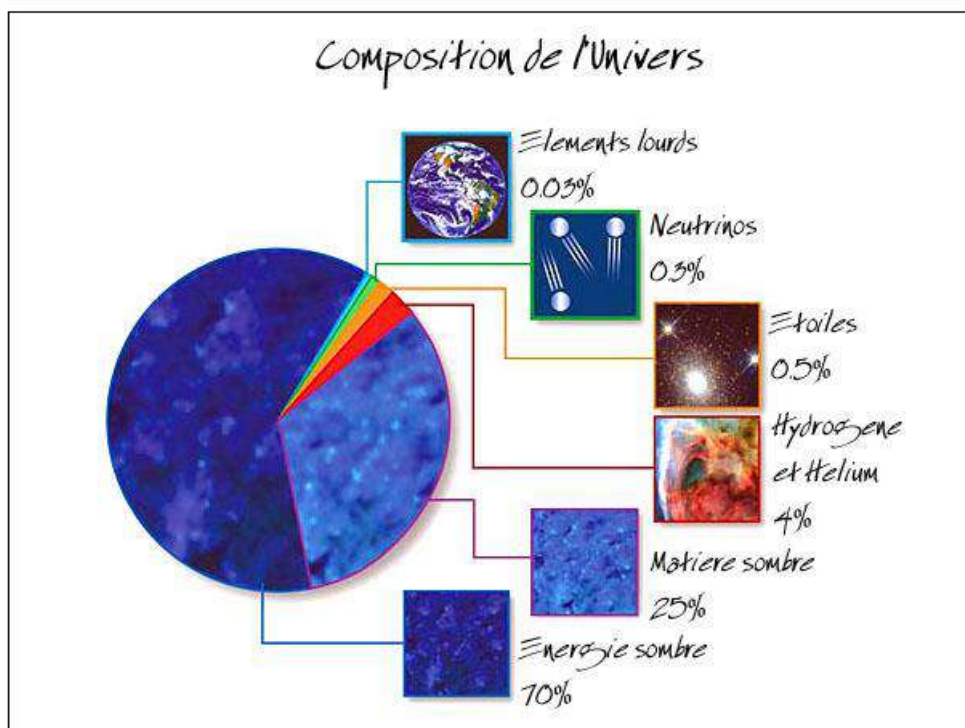


Fig.81 – La composition de l'Univers

Dans l'univers, il y a très peu de matière : seulement 0,4% du contenu total de l'univers représente la totalité des galaxies, étoiles, planètes, et tout ce qui est inerte ou vivant. 3,6%

du contenu total de l'univers est constitué de gaz. Le total (4%) représente tout ce qu'on connaît comme ingrédients pour fabriquer le vivant et l'inerte dans l'univers, c'est à dire les 118 atomes décrits dans le Tableau périodique des éléments de Mendeleïev.

Il reste dans l'univers 23% de matière noire, qu'on ne connaît pas, et 73% de ce qu'on appelle « énergie noire ». En gros 96% de la composition de l'Univers nous échappe. Mathématiquement cette énergie noire est représentée par la constante cosmologique Lambda dans les équations d'Einstein. On commence à comprendre que la constante Lambda recouvre des vides de nature différente, qu'ici je désigne sous le terme de quasi-vide. Mais si on creuse davantage, un atome c'est aussi 99,9999999% de vide et donc la matière est elle-même constituée de vide.

La taille d'un atome est de l'ordre de quelques angströms ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ou un dix-milliardième de mètre). À l'échelle de l'atome, les électrons gravitent extrêmement loin du noyau : si on représente le noyau d'un atome par une sphère de diamètre 1 cm, les électrons ont une taille du même ordre et les électrons périphériques gravitent à quelques km du noyau. Si on fait le rapport des volumes, on peut dire que le volume de l'atome est quelque 10^{15} fois (un million de milliards de fois) celui de ses constituants, c'est dire que l'atome est fait essentiellement de vide.

Considérons les différents états de la matière qui nous entoure, à l'état gazeux, liquide ou solide.

État gazeux : un gaz est constitué de molécules en perpétuelle agitation désordonnée. A la pression ordinaire, le volume des molécules d'un gaz, rapporté au volume total occupé par ce gaz est de l'ordre de un pour quelques mille, ce qui signifie que les gaz sont constitués essentiellement de vide, avec ça et là des molécules très dispersées (molécules faites d'atomes comprenant eux-mêmes essentiellement du vide).

États solides ou liquides : on peut dans un modèle simplifié de l'état solide considérer que les atomes sont des sphères qu'on empilerait dans des boîtes ; l'arrangement serait plus ou moins compact selon que les atomes seraient plus ou moins bien disposés. On voit qu'il subsiste beaucoup d'espace vide, celui qui se trouve entre ces sphères. Dans le cas des cristaux, où la structure est très bien ordonnée, l'état le plus compact correspond à un taux de remplissage d'environ 75 %. Il reste encore du vide. A l'état liquide, il faudrait considérer que les particules libres de se mouvoir ont besoin de plus d'espace, c'est ainsi que la plupart des liquides ont une densité voisine de celle de l'eau alors que les solides ont des densités pouvant aller jusqu'à 20 ou 21 (c'est le cas des métaux tels que l'or ou le platine).

Dans l'espace interstellaire, on peut considérer que l'espace est pratiquement dépourvu de matière puisqu'il comporte à peine quelques particules par mètre cube (une petite centaine environ). A titre de comparaison, un milligramme d'eau contient environ un milliard de milliards de molécules. Et la matière qui compose l'espace est à 74% d'hydrogène, 24% d'hélium, 2% de divers. Dans l'espace pratiquement vide, on trouve des îlots de matière : des étoiles avec éventuellement leur cortège de planètes, regroupées en galaxies puis les galaxies regroupées en amas de galaxies. Mais il règne essentiellement du vide puisque ces îlots de matière sont très espacés les uns des autres. Quant à la densité des étoiles, notre Soleil, qui est une étoile moyenne, est à peu près aussi dense que l'eau. Il existe des étoiles beaucoup plus denses, comme les naines blanches ou les étoiles à neutrons. Mais même dans une naine blanche, la place occupée par la matière est infime par rapport au vide. Et finalement, si la matière noire

est un état encore incompris de la matière, l'Univers à tout prendre, c'est pratiquement du quasi-vide. Cependant ce quasi-vide est un « milieu de milieux » possédant une structure d'espace-temps et intégrant des champs de force et des champs de matière, un champ scalaire de faiseur de masse et un champ scalaire pouvant faire inflationner l'espace. Ce quasi-vide est la substance de l'univers, ce dans quoi tout le reste s'inscrit. Vous avez compris que **le quasi-vide est un état de l'espace-temps, celui qui est *invariant par rotation***.

L'électrodynamique quantique nous dit que chaque particule est à la fois particule et onde et une onde est un champ qui est partout. Le champ est un objet complexe qui s'étend à l'infini avec une infinité d'états mais il peut interagir localement. Les particules responsables des interactions ont des propriétés qui permettent de les mélanger. Le vide quantique est un champ d'énergie minimal, mais non nul, sans particule matérielle, **de symétrie maximale quand il est à son état d'énergie fondamental**. Ce vide nous est complètement invisible. Etant à l'état d'énergie minimal dans l'univers, il n'interfère pas avec nous. Il n'émet que des ondes de manière extrêmement fugace et localisée, l'émission est d'une portée extrêmement courte tant spatialement que temporellement, tellement fugace que nous ne pourrions pas la percevoir. Il y a bien des émissions de photons virtuels, n'existant que pendant la brève interaction électromagnétique qui en découle, mais ces photons n'ont pas eu le temps d'illuminer quoi que ce soit c'est pourquoi nous ne voyons rien apparaître. Un gros problème survient dès que l'on cherche à savoir combien d'énergie électromagnétique est contenue dans une petite boule vide. Pour cela, il faut décomposer « l'électroencéphalogramme » du champ en une somme infinie de vibrations régulières aux longueurs d'onde de plus en plus petites, l'énergie totale s'obtenant en ajoutant les énergies de chacune de ces pulsations de base (méthode traditionnelle de calcul appelée « décomposition en série de Fourier »).

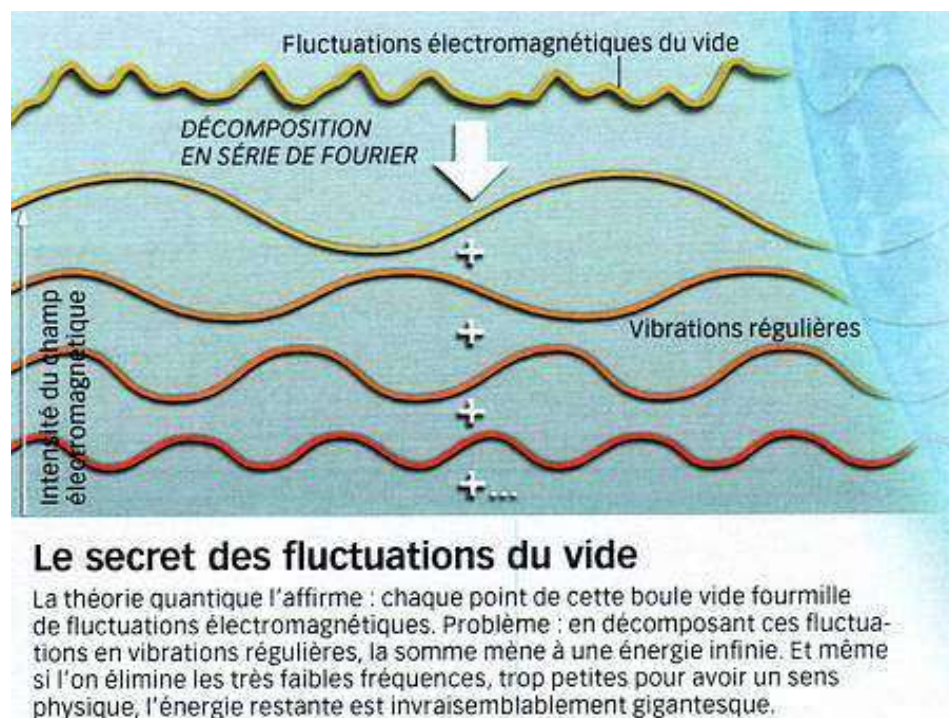


Fig.82 – En général, un vide ne fournit pas d'énergie parce que le monde est dans un état de symétrie

Le quasi-vide incluant le vide quantique est un milieu parfois calme, parfois violent. Quand il est calme, on le représente, en deux dimensions, comme une mer de mousse quantique, une sorte d'écume qui s'étend à l'infini. Quand il est très agité, à la surface de la mousse se créent des tempêtes et de minuscules genèses. Des particules vivent à l'état virtuel dans le vide. Mais il arrive qu'électrons et antiélectrons (positrons) par exemple, soient créées du vide par paires (lorsque l'énergie des fluctuations du champ électromagnétique dépasse le seuil fatidique de deux fois 511 keV, correspondant à la masse de ces particules) et « poppent » du virtuel. Mais aussitôt apparues, elles s'annihilent et le reliquat retourne au virtuel au bout de 10^{-21} seconde. Mais si, avant cela, le couple particule-antiparticule est séparé, alors chacun sort des limbes du vide virtuel pour vivre dans le monde réel leur libre vie de particule et d'antiparticule.

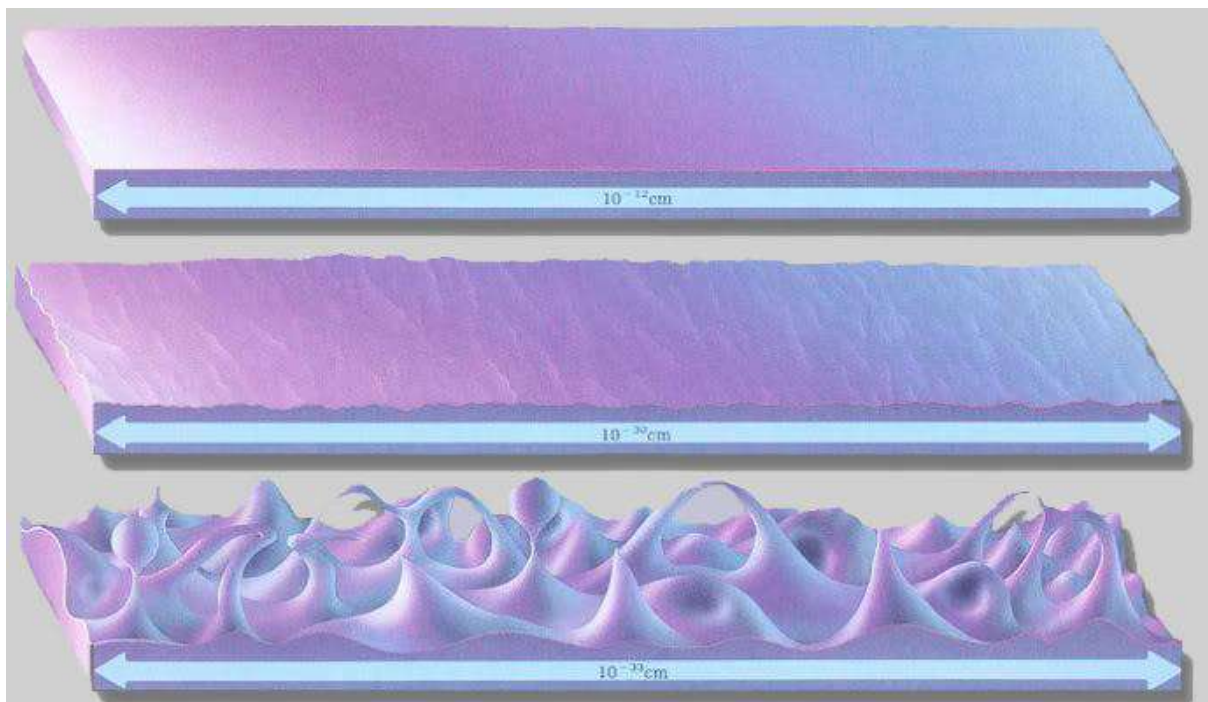


Fig.83 – A 10^{-12} cm le vide est une mer lisse, calme et plat. A 10^{-20} cm le vide est une surface à peine ridée. A 10^{-33} cm les fluctuations du vide sont comparables à de petites vaguelettes déchainées. Le vide est un état de l'espace-temps, celui qui est invariant par rotation d'après le Théorème de Noether.

Le vide est animé par la création continue et la disparition rapide de paires électron-positron. Ce sont des paires virtuelles mais cela va compliquer notre processus d'absorption qui ne demande qu'un temps très bref durant lequel ces paires virtuelles ont bien le temps de se manifester. L'électron, de charge négative, va ainsi attirer les positrons de ces paires virtuelles en repoussant leurs électrons. « Approchant » de l'électron, le photon va ainsi le « voir » entouré d'un « nuage » de charge positive dû aux positrons virtuels attirés. Il aura l'impression que la charge de l'électron est plus faible que celle annoncée. C'est une version quantique de l'effet d'écran. Chez un électron absorbant un photon tout en s'entourant d'un nuage virtuel contenant plus de positrons que d'électrons, si le transfert augmente, le photon peut « voir » avec plus détail et « attrapera » l'électron avec une partie plus faible de ce nuage positif qui l'entoure. Le photon aura l'impression que la charge de l'électron augmente avec le transfert qu'il apporte. L'effet principal peut être conçu comme la transformation de photon en une paire électron-positron, qu'il réabsorbe avant l'interaction.

Le vide du modèle standard a une structure. Il se comporte d'une façon analogue à un corps supraconducteur.

Si le temps d'observation est de 10^{-21} s des paires électron-positron peuvent spontanément apparaître.

Si le temps d'observation tombe à 10^{-24} s le vide peut bouillonner de pions.

Sur un temps de 10^{-26} s, une particule Z peut se manifester.

Quand on atteint un temps de 10^{-44} s la gravitation devient quantique.

L'énergie du vide n'est pas un observable physique, l'énergie absolue d'un champ n'est pas calculable. Lorsqu'un vide fluctue, du vide apparaissent et disparaissent continuellement des particules virtuelles. Du vide, peut naître de l'énergie, de la masse de matière et de la masse d'antimatière. Leur comportement est codifié dans la relation temps-énergie du principe d'incertitude de Heisenberg.

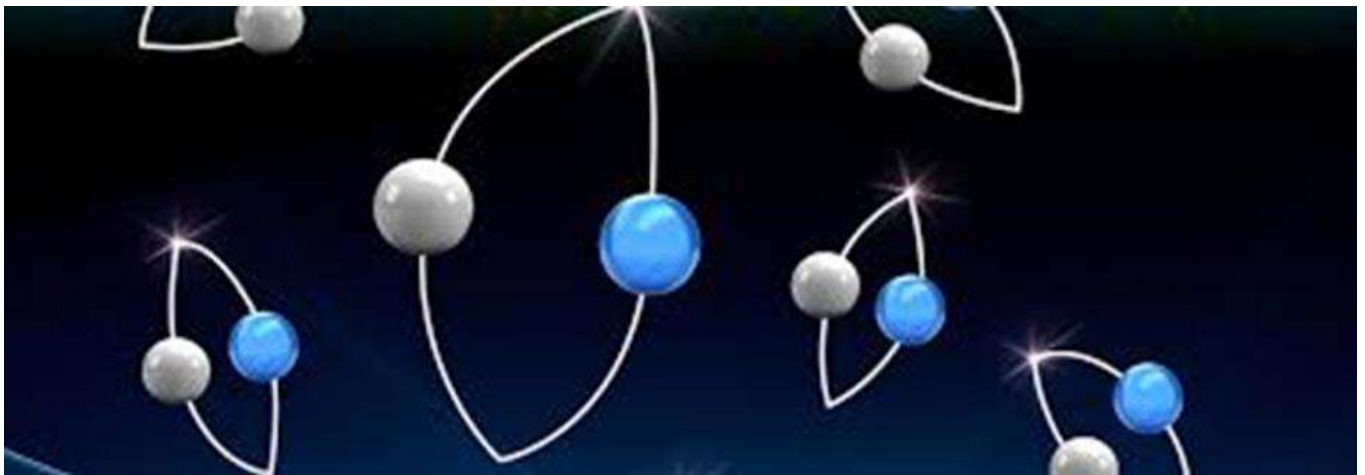


Fig.84 : Représentation des paires virtuelles de matière et d'antimatière qui « poppent » du vide quantique.

Le vide joue le même rôle que l'horizon d'un trou noir. C'est un couperet qui permet de rendre réel ce qui était virtuel. Le couperet tranche la liaison d'un couplage effectué dans le monde virtuel. Le vide fournit les paires, l'horizon gravitationnel les coupe en deux. Dans le cas du trou noir, un des membres sombre dans le trou noir, l'autre s'envole. C'est ainsi que les trous noirs brillent.

L'énergie du vide est une énergie sous-jacente qui existe partout dans l'espace, à travers l'Univers. Il s'agit du cas particulier d'énergie de point zéro d'un système quantique, où le « système physique » ne contient pas de matière. Cette énergie correspond à l'énergie du point zéro de tous les champs quantiques de l'espace, ce qui, pour le modèle standard, inclut le champ électromagnétique, les champs de jauge et les champs fermioniques, ainsi que le champ de Higgs électrofaible.

C'est l'énergie du vide qui, dans la théorie quantique des champs, n'est pas définie comme un espace vide, mais comme l'état fondamental des champs. Ceci implique que, même en l'absence de toute matière, le vide possède une énergie de point zéro, fluctuante, d'autant plus grande que le volume considéré est petit.

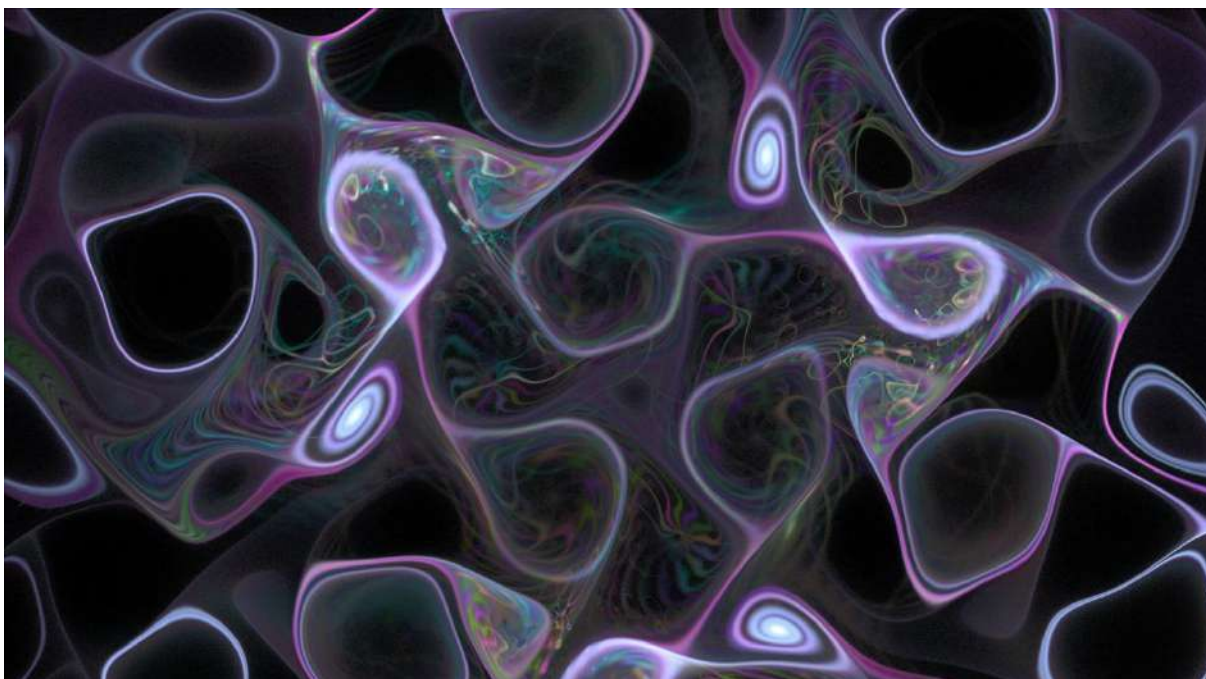


Fig.85 – *L'espace-temps à l'échelle de Planck est une mousse sans masse qui peut échanger et transférer de la quantité de mouvement avec les masses de l'Univers.*

Un fermion peut être une particule élémentaire, tel l'électron, ou une particule composite, tel le proton, ou toutes leurs antiparticules. À l'échelle quantique, les fermions présentent une nature duale, c'est-à-dire qu'ils peuvent se comporter comme des particules mais aussi comme des ondes. Par contre, à l'échelle macroscopique, ils apparaissent tous comme des particules. Les champs quantiques de fermions sont des champs fermioniques, obéissant aux relations d'anti commutation canoniques.

Le modèle standard reconnaît deux types de fermions élémentaires : les quarks et les leptons. En tout il en décrit 24 différents. Il y a six quarks (up, down, strange, charm, bottom, et top), six leptons (électron, neutrino électronique, muon, neutrino muonique, tau et neutrino tauique), ainsi que les douze antiparticules correspondantes. Chaque saveur possède son antiparticule, ce qui donne un total de 12 leptons.

On compte autant d'antiquarks que de quarks, six donc. Leur masse varie, mais dans tous les cas elle est bien supérieure à celle de l'électron. Ils possèdent une charge de couleur qui les soumet à l'interaction forte, la plus importante des interactions à courte distance.

Les quarks s'assemblent pour former des hadrons : les baryons (notamment les protons et les neutrons), qui sont des fermions composés de trois quarks ou hadrons fermioniques, et les mésons, ou hadrons bosoniques, qui sont des bosons composés d'un quark et d'un antiquark.

Tous les fermions avec une hélicité à gauche subissent l'interaction faible, tandis que tous les fermions droitiers connus n'y sont pas soumis. Autrement dit, seuls les fermions gauchers et les anti-fermions droitiers interagissent avec le boson W. Les fermions composées (comme les hadrons, les noyaux et les atomes) peuvent être des bosons ou des fermions selon leurs constituants. Plus précisément, à cause de la relation entre le spin et la statistique, une particule contenant un nombre impair de fermions aura un spin demi-entier.

Un baryon, comme le proton ou le neutron, qui contient trois quarks fermioniques est donc un fermion. Le noyau d'un atome de carbone 13 (^{13}C) contient 6 protons et 7 neutrons est donc un fermion. L'atome d'hélium 3 (^3He) est fait de 2 protons, un neutron et 2 électrons est donc un fermion. Le nombre de bosons dans une particule composée de particules simples liées par un potentiel n'a aucun effet sur le fait que ce soit un boson ou un fermion. Le comportement bosonique ou fermionique d'une particule composée se voit seulement à grande distance. Les fermions peuvent montrer un comportement bosonique quand ils sont faiblement liés par paires. Ceci est à l'origine de la supraconductivité et à la superfluidité de l'hélium 3 : dans la matière supraconductrice, les électrons interagissent par échange de phonons, formant des paires de Cooper, tandis que dans l'hélium 3, les paires de Cooper se constituent via des fluctuations du spin.

Tableau récapitulatif :

	Fermions élémentaires				Fermions composés				
	Quarks		Leptons		Nucléons		Hypérons		
Charge	- 1/3	+ 2/3	- 1	0	+ 1	0	- 1	0	+ 1
stable	down	up	électron	neutrino électronique	proton	neutron			
instable	strange bottom	charm top	muon taupon	neutrino muonique neutrino taunique			Sigma - Ksi - Oméga -	Sigma 0 Ksi 0 Lambda 0	Sigma + Lambda +

Fig.86 - Par définition, les fermions sont les particules qui obéissent à la loi Fermi-Dirac : quand on échange deux fermions, la fonction d'onde change de signe. Deux fermions ne peuvent occuper le même état quantique en même temps. Cela aboutit à la rigidité des états qui incluent des fermions (des noyaux atomiques, des atomes, des molécules, etc.), ce pourquoi certains disent parfois des fermions qu'ils sont les constituants de la matière, tandis que l'on dit que les bosons sont les particules qui transmettent des interactions ou les constituants de radiation électromagnétique.

Les Quarks et électrons sont des particules complexes dotées de nombreuses possibilités d'interaction avec les particules surgissant du vide. Un proton et un électron ne s'attirent pas aussi franchement qu'on pourrait le penser en raison de l'interposition de paires électron-positon virtuelles orientées de façon que leur pôle plus (e^+) soit face à l'électron, alors que le pôle moins (e^-) lui tourne le dos.

Le vide peut être mis à contribution pour confiner les quarks et les empêcher de s'échapper de la prison des protons et neutrons, pour couper en deux l'interaction électrofaible, pour vêtir les particules d'un épais manteau de vide qui **minimise leur effet ou au contraire l'exalte**. Les **particules virtuelles du vide servent d'atténuateurs ou d'amplificateurs de forces**, selon leur nature. La force électromagnétique diminue en fonction de la distance plus vite que prévu. La force forte s'amplifie au point de devenir insurmontable. Ainsi s'explique l'inséparabilité des trois quarks du proton. Les effets d'écran et d'anti-écran du vide explique la variation d'intensité des forces en fonction de l'énergie et de la distance auxquelles on les soumet. Le vide ne se dilue pas dans l'univers, au contraire de la force électromagnétique, dont l'onde se distend dans l'univers en expansion. L'énergie du vide ne gravite pas. Le modèle d'accélération proposé par la relativité générale fait appel à un champ d'énergie noire,

dont les propriétés sont ajustées pour les besoins de la cause et qui est tout sauf « naturel ». L'idée a effleuré certains théoriciens de la Théorie des cordes que la gravité puisse se comporter à très grande échelle différemment que ce que prévoit la relativité générale parce que sa source se trouve implantée dans d'autres dimensions de l'univers. Pour agir sur le vide, il faut admettre que le vide est un objet physique doté de densité d'énergie, de pression, et qui peut épouser toute une variété d'états, référencés comme des univers possibles. Donc **quand on vous parle d'univers multiples, pensez : variétés d'états du vide.**

Selon la théorie des supercordes, leur décompte s'élève à 10^{500} (1 suivi de 500 zéros). Sous le mot vide, on trouve les propriétés physiques de chaque univers : nombre de dimensions d'espaces (allant jusqu'à 26), types et propriétés de particules (12 pour notre monde) et forces (3+1 pour notre monde, car la gravité est une force un peu spéciale) qui sont différentes d'un état de vide à un autre.

Parmi cette quasi-infinité de vide, il faut chercher celui qui correspond à notre univers local, et le régler.

Plus l'énergie du vide est grande, plus il est répulsif. Plus l'énergie du vide est faible, plus l'espace-temps local est tendu.

Les effets de l'énergie du vide peuvent être observés expérimentalement dans plusieurs phénomènes tels que l'émission spontanée, l'effet Casimir, ou le décalage de Lamb, et sont supposés influencer le comportement de l'Univers à l'échelle cosmologique.

En se référant à la limite supérieure de la constante cosmologique, l'énergie du vide a été estimée à 10^{-9} joules par mètre cube.

Mais selon l'électrodynamique quantique et l'électrodynamique stochastique, pour être en cohérence avec le principe d'invariance de Lorentz et la valeur de la constante de Planck, elle devrait avoir une valeur de l'ordre de 10^{113} joules par mètre cube.

La nature exacte des particules (ou des champs) générant l'énergie du vide, avec une densité identique à celle requise pour la théorie de l'inflation, reste une inconnue. Mais on sait que le vide est une chose pleine, c'est-à-dire qu'il possède une matérialité, avec un destin multiple. Il y a autant de vides que de champs de particules, et parfois plusieurs vides par champ. Il existe un vide électromagnétique/photonique ; un vide électrofaible/de Higgs ; un vide fort/gluonique. Le champ de Higgs dispose de deux vides V et WW symétriques. Cette perspective nourrit le vœu d'une unification totale des forces de la physique, qui verrait la force forte devenir faible et la force faible devenir forte. La preuve de l'existence du vide est l'Effet Casimir, défini comme la manifestation à notre échelle macroscopique de l'énergie du Point Zéro du champ électromagnétique, synonyme de fluctuation quantique et d'énergie du vide. Dans le milieu subatomique, comme les particules-ondes de grandes tailles ne peuvent rentrer entre deux plaques très rapprochées, la pression sur leurs parois est plus forte à l'extérieur qu'à l'intérieur, les plaques se rapprochent comme si elles étaient aimantées. Les plaques sont ainsi attirées sous l'effet d'une force, baptisée « force de Casimir », inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare. Plus précisément, ce sont les fluctuations quantiques du champ électromagnétique qui sont à l'œuvre dans ce phénomène. Comme expliqué plus haut, les fluctuations correspondent à des particules virtuelles ; dans le cas du champ électromagnétique, il s'agit donc de photons virtuels caractérisés par leur longueur d'onde. Entre les deux plaques conductrices, seuls les photons dont la longueur d'onde est inférieure à la distance séparant les deux plaques peuvent exister.

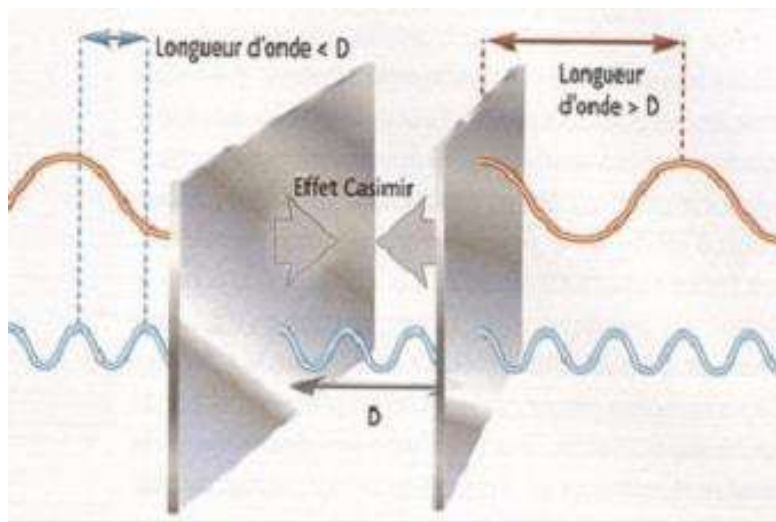


Image 1

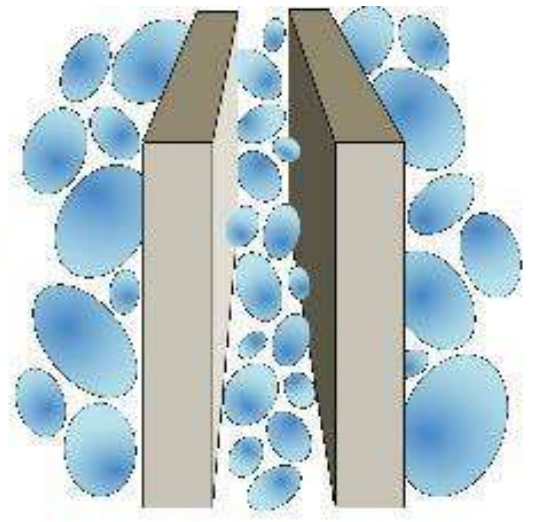


Image 2

Fig.87 : L'Effet Casimir « statique »

Image 1 : Il existe des photons virtuels de longueurs d'onde variées (bleu et orange) à l'extérieur des plaques, mais seuls les photons de longueur d'onde inférieure à la distance séparant les plaques (en bleu) peuvent exister entre les plaques, les photons de longueur d'onde supérieure ou égale (en orange) y sont interdits.

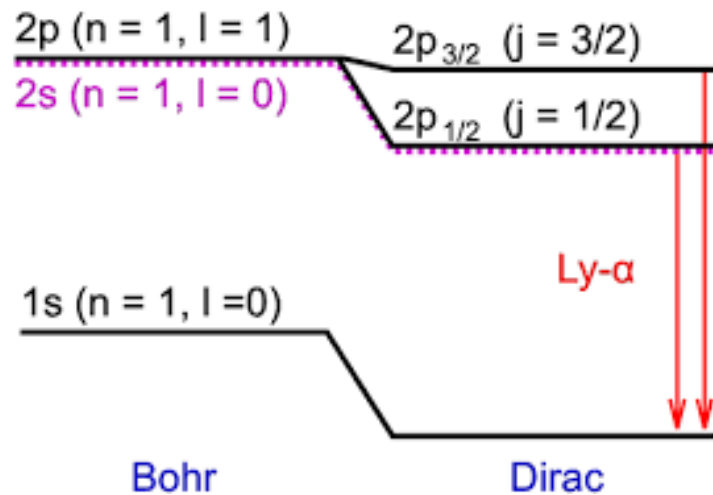
Image 2 : Illustration montrant des photons virtuels à l'extérieur et entre les plaques ; il existe bien plus de photons à l'extérieur qu'à l'intérieur des plaques. Dès lors, la somme des photons virtuels entre les deux plaques est nécessairement inférieure à la somme des photons virtuels à l'extérieur des plaques (qui, eux, n'ont aucune contrainte de longueur d'onde pour exister). Les photons virtuels extérieurs étant plus nombreux, ils exercent une pression de radiation externe supérieure à la pression interne, créant ainsi une force rapprochant les deux plaques.

Deux plaques conductrices non chargées sont placées à quelques nanomètres l'une de l'autre dans le vide. Dans une description classique, l'absence de champ extérieur signifie qu'il n'y a pas de champ entre les plaques et qu'aucune force ne peut être mesurée entre elles. Lorsque ce champ est étudié à l'aide du vide électrodynamique quantique, on constate que les plaques affectent les photons virtuels qui constituent le champ et génèrent une force nette – soit une attraction, soit une répulsion, en fonction de la disposition spécifique des deux plaques. Dans la théorie quantique des champs, l'effet Casimir (ou force de Casimir) est une force physique agissant sur les limites macroscopiques d'un espace confiné, qui résulte des fluctuations quantiques d'un champ.

Le décalage de Lamb

En 1947, les physiciens Willis Eugene Lamb (Prix Nobel) et Robert Retherford, en étudiant le spectre micro-onde de l'atome d'hydrogène, remarquent un écart d'énergie entre les deux niveaux de l'atome d'hydrogène.

Or, selon le modèle quantique de l'électron et l'équation de Dirac, ces deux niveaux (notés $2s_{1/2}$ et $2p_{1/2}$) devraient normalement posséder la même énergie. Il faut cependant attendre la fin des années 1940 pour que le physicien Hans Bethe fournisse la première explication théorique au moyen des fluctuations quantiques du vide.



De nouveau, ce sont les fluctuations quantiques du champ électromagnétique qui sont à l'œuvre dans le décalage de Lamb. Autour du noyau atomique, le vide fluctue en permanence, donnant naissance à des paires d'électrons-positrons virtuels.

L'électron de l'atome d'hydrogène interagit ainsi un très court instant avec les positrons virtuels. Cette interaction provoque alors une très légère modification de l'orbite de l'électron, entraînant finalement un écart d'énergie entre les deux niveaux de l'atome.

Avec le décalage de Lamb et l'effet Casimir, les physiciens ont pu mettre en évidence des effets microscopiques et relativement macroscopiques sur la matière, dus aux fluctuations quantiques.

Le vide, comme expliqué plus haut, est couramment vu comme le siège de matérialisations spontanées et fugaces de particules et de leurs antiparticules associées. Ces particules, (électron/positron, proton/antiproton, neutron/antineutron, etc...) qui se génèrent et s'annihilent toutes les 10^{-25} seconde après leur création, sont dites virtuelles.

Mais si le vide reçoit un champ magnétique, il se polarise, c'est-à-dire que les particules et les antiparticules deviennent pérennes et non éphémères, et là, on peut les manipuler, puisqu'elles sont des particules chargées pour fabriquer, par exemple, des générateurs d'énergie négative et de matière négative. Ces générateurs pourraient se présenter comme une nano structure, c'est-à-dire un composant électronique.

Maxim Chernodub avait calculé que sous l'effet d'un champ magnétique d'environ 10^{20} teslas, **le vide devrait se comporter comme un solide supraconducteur**, c'est-à-dire un matériau dans lequel un courant électrique se propage sans résistance et qui pourrait, par exemple, servir à stocker de l'énergie.

Nous sommes partis d'un concept où le vide était assimilé au rien, pour arriver à un concept où le vide est énergie. Une énergie à la fois positive et négative, permettant de fabriquer de la matière et des matériaux étonnants, comme la matière supraconductrice, la matière négative. Mais qu'est-ce qui n'est pas de la matière ?

Ce sont la lumière, le son, la chaleur, le temps, et les forces. Peut-être que le vide permettra de les fabriquer aussi.



Fig.88 - Le vide possède une énergie colossale de l'ordre de 10^{113} j/m^3 ! L'équivalent de l'énergie du vide contenu dans une boule tenue par une seule main, suffit à faire bouillir tous les océans de la Terre.



Fig.89 – Une simulation informatique du vide quantique, montrant le chaos bouillonnant de particules virtuelles apparaissant et disparaissant en permanence.

Extraction de l'énergie du vide

Cela semble relever de la science-fiction, mais si vous lisez le document montré sur la Fig.90, vous serez convaincu que le Gouvernement des Etats-Unis prend très au sérieux les possibilités techniques d'extraction d'énergie du vide. Ce document de la DIA (Defense Intelligence Agency) résume l'état de l'art en la matière. Il date de 2010 et a été déclassifié. Les technologies les plus performantes, gérées par la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) y sont toujours classifiées.

On peut extraire directement du vide de la chaleur, de la lumière, et de l'électricité. Mais on peut aussi extraire d'abord de la chaleur du vide, puis convertir cette chaleur en électricité et en lumière.

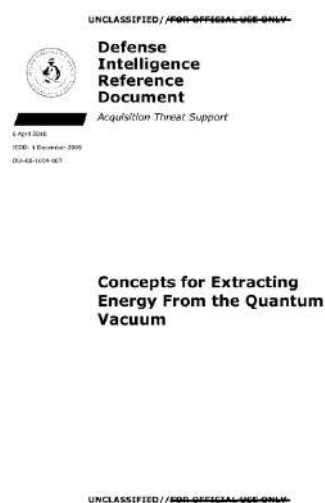
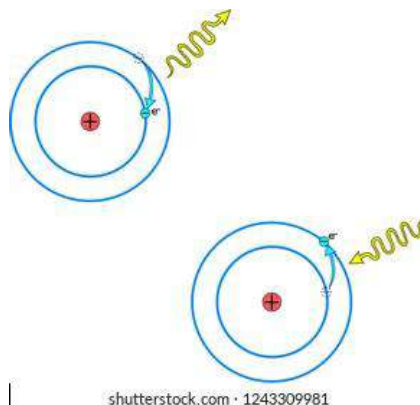


Fig.90 – Concepts d'extraction de l'énergie du vide, d'après la Defense Intelligence Agency.

Une des méthodes les plus prometteuses pour convertir l'énergie du vide quantique électromagnétique consiste à faire passer des gaz dans des cavités Casimir de manière à supprimer le décalage de Lamb dans les niveaux d'énergie des orbitales électroniques des atomes – en raison de l'annulation des modes de champ du vide interagissant normalement au sein de la cavité Casimir – ce qui entraîne une émission ou une libération d'énergie par les atomes du gaz. Comme le décrit le brevet américain 7,379,286, lorsque des atomes pénètrent dans des cavités micro-Casimir appropriées, une diminution des énergies orbitales des électrons dans les atomes se produit et cette énergie peut être captée. Les inventeurs Bernard Haisch et Modeld expliquent en outre qu'à l'émergence de ces micro cavités de Casimir, les atomes seront ré-énergisés par le vide quantique électromagnétique ambiant. De cette manière, l'énergie est extraite localement et reconstituée globalement à partir du vide quantique électromagnétique et par celui-ci. Ce processus peut être répété un nombre illimité de fois. Ce processus est également compatible avec la conservation de l'énergie, dans la mesure où toute l'énergie utilisable est produite au détriment du contenu d'énergie du vide quantique électromagnétique. Des effets similaires peuvent être produits en agissant sur les liaisons moléculaires. Des dispositifs sont décrits dans lesquels le gaz est recyclé à travers une multiplicité de cavités Casimir. Les dispositifs d'extraction de l'énergie du vide sont « upgradables » en termes de taille et de production d'énergie pour des applications allant du remplacement de petites batteries à des générateurs d'électricité de la taille d'une centrale

électrique. Les inventeurs ont fondé la Jovion Corporation, société créée en 2009 située à Boulder dans le Colorado (USA). Elle a pour objectif de développer et commercialiser un dispositif pour extraire de l'énergie du Point Zéro, c'est-à-dire du vide. Il s'agit bien du vide qui nous entoure partout et qui est présent dans n'importe quel point de l'univers.

Le dispositif de Jovion utilise plusieurs cavités de Casimir, composées de minuscules plaques de métal parallèles étroitement espacées à l'intérieur desquelles toute une gamme de modes de fluctuations électromagnétiques sont exclues en raison de la quantisation du champ électromagnétique. L'énergie récoltée est sous forme de rayonnement électromagnétique qui peut être convertie directement en énergie électrique par l'intermédiaire de cellules solaires. Selon les lois stochastiques de l'électrodynamique quantique, les orbites des électrons qui tournent autour des atomes sont soutenues par le champ ambiant du Point Zéro. Quand des atomes de gaz sont pompés dans une cavité de Casimir, dans laquelle les modes de propagation d'ondes longues du champ sont exclues, les électrons de l'orbite supérieure dégringolent sur les orbites inférieures de moindre énergie tout en rayonnant de l'énergie dans ce processus. Cette énergie peut être collectée dans un absorbeur local. Quand les atomes ressortent de la cavité de Casimir, leurs électrons sont re-énergisés par le champ ambiant du Point Zéro et regagnent leurs orbites d'origines. Le processus est répété pour produire de la puissance en continu. Ainsi, le dispositif fonctionne comme une pompe à chaleur pour le Point Zéro, extrayant de l'énergie électromagnétique quantique du vide pour le stocker dans un absorbeur local, qui pourra être restituée sous forme de chaleur pour le chauffage ou convertie en électricité qui pourra être stockée ou utilisée par des machines.



Plus précisément, l'énergie d'un électron qui orbite autour d'un atome est déterminée par l'équilibre entre l'émission et l'absorption de l'énergie du vide. Selon cette vision électrodynamique quantique stochastique de l'atome, les électrons émettent en continu un rayonnement de Larmor qui est le résultat des accélérations qu'ils subissent sur leurs orbites. Les électrons qui émettent de l'énergie décrochent vers des orbites inférieures car ils ne sont plus soutenus par les modes d'ondes longues absentes dans la cavité. Et donc l'énergie des électrons des atomes situés à l'intérieur de la cavité de Casimir est « décalée » par les cloisons séparatrices du point zéro, et cet effet est appelé « décalage de Lamb-Casimir ». Le niveau d'énergie des orbitales des atomes est défini par un jeu de nombres quantiques. Mais si le vide quantique électromagnétique peut changer ces énergies, l'inverse est tout aussi vrai. Dans le Lamb Shift (décalage de Lamb), **le nucléon d'un atome** (un proton pour l'hydrogène) **peut modifier l'état du vide quantique qui se trouve à proximité**. Le résultat est que les orbitales $2P_{1/2}$ et $2S_{1/2}$, qui devraient avoir la même énergie, ont leurs énergies légèrement

« décalées » lorsqu'elles prennent différentes distances du noyau, et subissent donc un vide quantique électromagnétique différent.

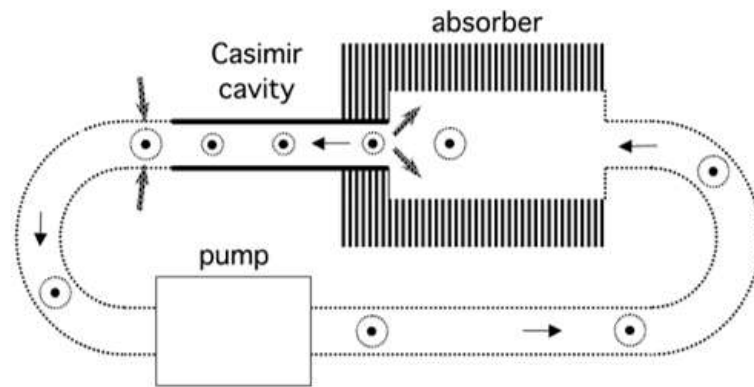


Fig.91 – Représentation schématique du processus d'extraction de l'énergie du vide au Point Zéro : Une pompe (représenté par un rectangle) fait circuler un gaz (dont l'atome est représenté par un gros rond) dont la circulation est représentée par la flèche noire. Le gaz rentre dans d'abord dans un absorbeur, puis dans une cavité de Casimir. En rentrant dans la cavité de Casimir, les électrons des atomes de gaz dégringolent vers des orbites inférieures tout en rayonnant leur énergie électromagnétique (ceci est représenté par les deux grosses flèches noires au centre de l'absorbeur, figurant la cession de l'énergie excédentaire à l'absorbeur), énergie qui est stockée dans l'absorbeur. En sortant de la cavité de Casimir, le champ quantique du vide au Point d'Énergie Zéro (ZPF ou Zero Point Field) re-énergise les électrons et les font grimper à leurs orbites d'origine (ceci est représenté par les deux flèches noires de gauche flèche noires de gauche qui ramènent l'énergie du vide vers l'atome de gaz). Le flux de gaz revient vers la pompe qui le fait circuler de nouveau dans le circuit d'extraction. On peut utiliser n'importe quel gaz, l'hydrogène ou l'hélium disponible en abondance dans l'espace. Mais vous avez vu que le gaz n'est qu'un support, c'est bien le vide qui fournit l'énergie.

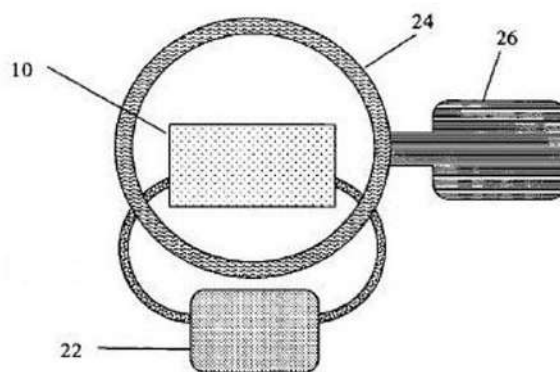


Fig.92 – Dispositif d'extraction de l'énergie du vide : En 10, un empilement de canaux parallèles de Casimir, avec des bandes de conduits. En 22, une pompe pour envoyer du gaz dans les conduits et les canaux. En 24, un accumulateur de chaleur, modérateur ou dispositif pour capter l'énergie émise. En 26, un convertisseur de chaleur en électricité : une cellule solaire par exemple, ou des photovoltaïques thermiques de type micro-gap capables de transformer plus de 50% de chaleur en électricité.

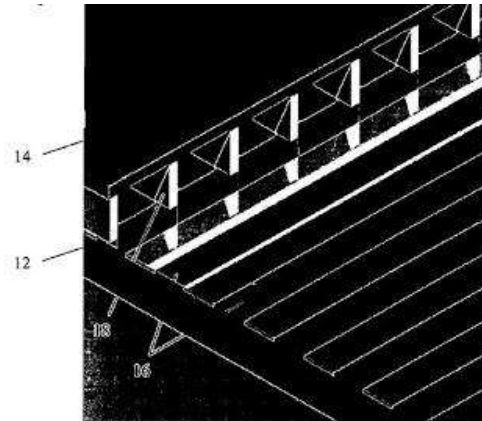


Fig.93 – Des panneaux de 10 cm x 10 cm séparés par des bandes non-conductrices de 10 microns sont alignés pour former 5.000 tunnels de Casimir. Du gaz envoyé à 10 cm/s peut générer de 21 à 210 Watts. Un empilage de 10 couches ou plus peut produire 210 à 2.100 Watts thermiques pour chaque bloc de 10 x 10 x 10 cm. Jovion Corp. Envisage l'utilisation de mems et de feuilles de polymers pour réaliser des cavités de Casimir.

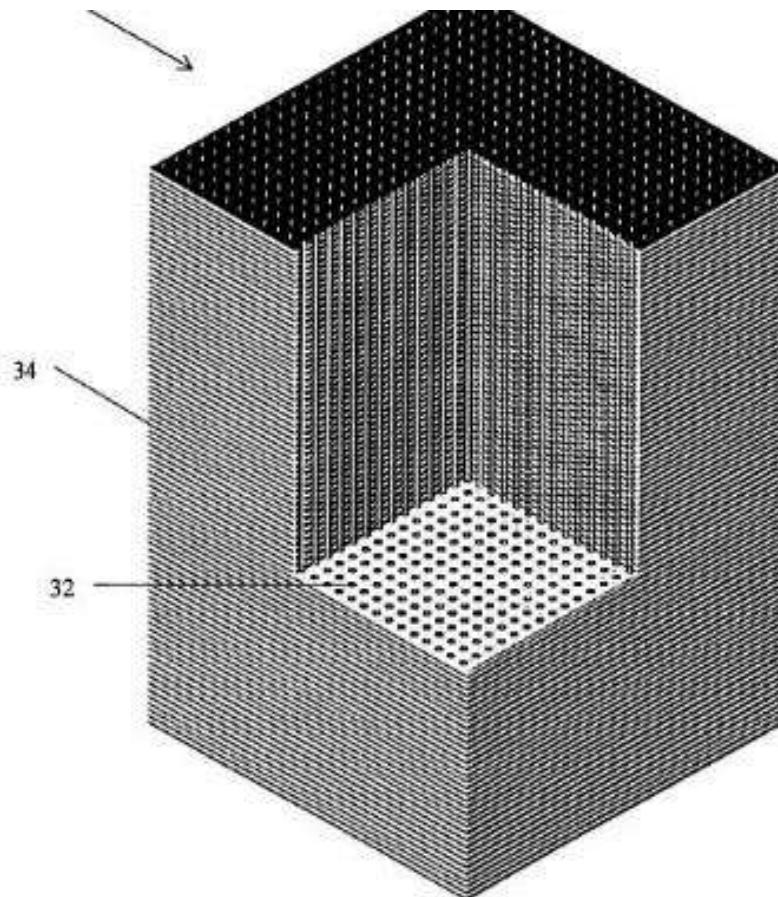


FIG. 3

Fig.94 – Un extracteur d'énergie du vide de la dimension d'un morceau de sucre, contenant 1,3 milliard de tunnels peut fournir jusqu'à 21,5 KiloWatts thermique. Les tunnels de 0,1 microns sont gravés par rangées par une technique de lithographie classique puis empilés en multicouches d'un seul tenant. D'autres méthodes de production sont possibles.

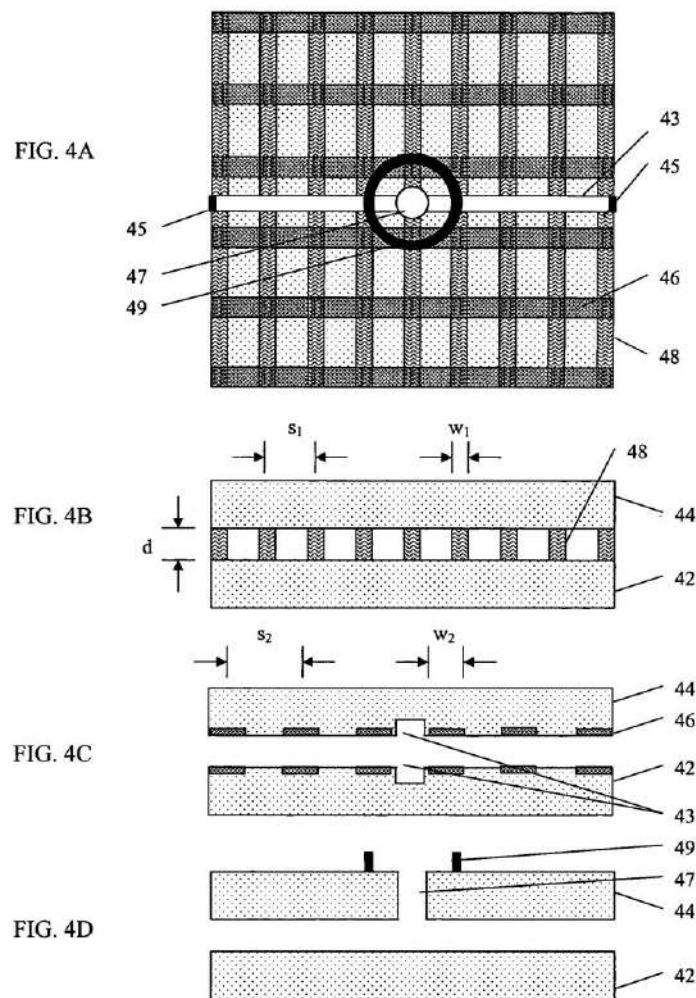


Fig.95 – Le brevet révèle un système qui peut prélever de l'énergie électromagnétique quantique en n'importe quel endroit de l'univers pour le restituer sous forme de chaleur, d'électricité, d'énergie mécanique ou d'autres formes de puissance.

Il existe aussi d'autres sociétés, comme **Blacklight Innovation Corporation** (alias **Brilliant Light Power**) qui s'intéressent à l'extraction de l'énergie à partir de l'espace cosmique, milieu où l'hydrogène est partout présent. L'espace cosmique peut être quantifiée comme une surcouche du vide quantique.

Le « procédé BlackLight » de fabrication d'hydrinos est représenté schématiquement sur la figure 96. Il convertit de manière catalytique l'hydrogène des molécules H_2O en un produit non polluant, l'hydrogène à faible énergie appelé « hydrino », en permettant aux électrons de tomber sur des rayons plus petits autour du noyau. Un système typique de propagation du procédé BlackLight comprend deux électrodes qui confinent une matrice hautement conductrice d'électricité avec de l'eau associée qui sert de source de réactifs pour former des hydrinos. Un courant basse tension et très élevé (environ cent fois celui des courants domestiques) enflamme l'eau pour former des hydrinos et provoquer une explosion brillante de plasma. Plus précisément, un courant élevé traverse l'eau associée à la matrice hautement conductrice de telle sorte qu'un plasma se forme dans lequel les atomes H sont dissociés des molécules H_2O . Des molécules d'eau autonomes ou naissantes sont formées à partir de l'eau liée pour servir de catalyseur HOH, et un plasma d'arc est formé qui accélère massivement la

cinétique et intensifie considérablement la puissance du plasma. La vitesse élevée de la réaction du catalyseur pour former des hydrinos est provoquée par la création d'un plasma supportant un courant d'arc comprenant une densité élevée d'ions positifs et d'électrons libres dans lequel l'énergie du système est abaissée avec un courant plus élevé. Le courant plus élevé est provoqué par une vitesse plus rapide de la réaction de catalyse et une énergie plus faible favorise une cinétique plus rapide de sorte que l'effet de rétroaction positive de l'interaction de ces facteurs donne lieu à une cinétique explosive. L'eau sert de seul réactif consommable pour fournir l'hydrino.

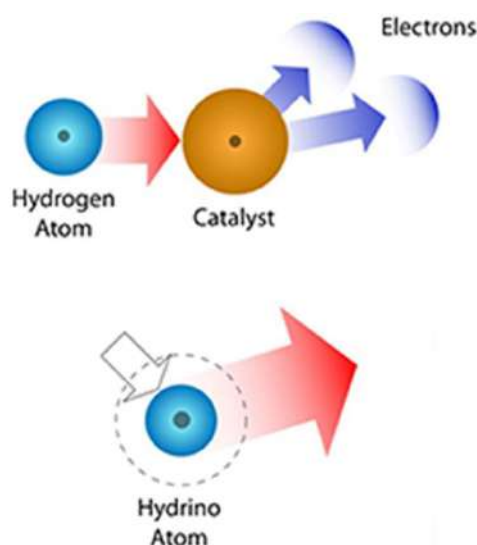


Fig.96 - Réaction d'hydrino par le procédé BlackLight. Un hydrino est un atome « comprimé » qui serait l'expression d'un état d'énergie, dans le cas de l'atome d'hydrogène, à de l'atome d'hydrogène à un seul proton autour duquel circulerait un électron qui se trouverait plus près de ce proton que dans un atome d'hydrogène à l'état fondamental.

L'hydrogène atomique réagit avec un accepteur d'énergie appelé catalyseur, dans lequel l'énergie est transférée de l'hydrogène atomique au catalyseur qui forme un ion en raison de l'acceptation de l'énergie.

Ensuite, l'électron négatif tombe sur une couche inférieure plus proche du proton positif pour former un atome d'hydrogène plus petit, que la société appelle un « hydrino », libérant de l'énergie pour produire de l'électricité ou de la chaleur selon la conception du système.

L'ion catalyseur récupère ses électrons perdus pour reformer le catalyseur pour un autre cycle avec la libération de l'énergie initiale acceptée par l'hydrogène atomique. Le plasma à arc à courant élevé du SunCell® contrecarre l'effet limitant de l'accumulation de charge du catalyseur perdant ses électrons, ce qui entraîne une vitesse de réaction extrêmement élevée. Le plasma à arc fournit une énergie décroissante avec un courant croissant qui entraîne une rétroaction positive sur l'ionisation du catalyseur et la cinétique explosive.

La réaction des atomes d'hydrogène, des molécules d'eau, des hydrinos donne lieu à une émission extraordinairement non conventionnelle comprenant des rayons X continus intenses de centaines de milliers de watts avec pratiquement aucune lumière visible ou infrarouge. Dans une source lumineuse d'émission d'hydrinos, de la grenaille d'argent de 1,5 mm de diamètre contenant deux pour cent en poids d'eau est formée en faisant couler du métal fondu à travers un goutteur dans un bain d'eau, et l'allumage est obtenu en appliquant environ 12.000

ampères avec une tension d'environ 1,5 V à la grenaille. La photographie à grande vitesse d'un plasma en expansion émettant une lumière brillante formée à partir de l'allumage à basse tension et à courant élevé de la grenaille est illustrée à la figure 97 avec les formes d'onde de tension et de courant.

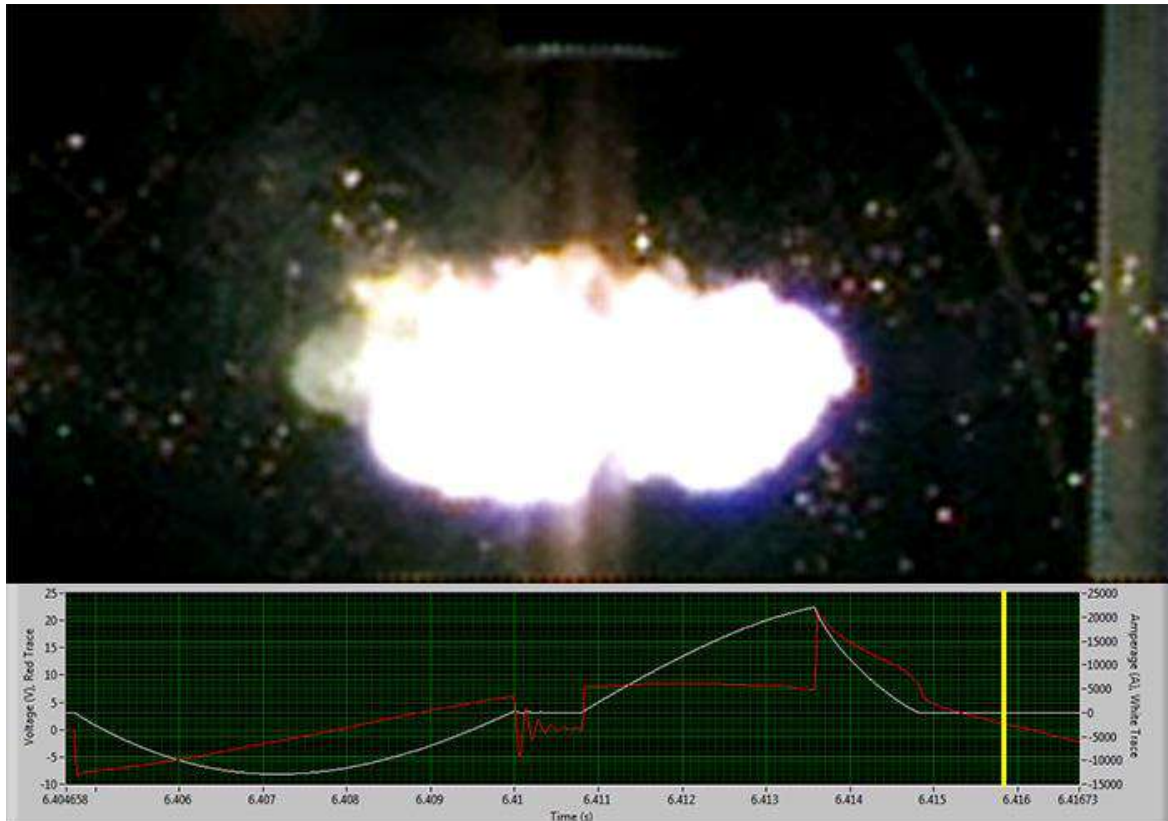


Figure 97 - Photographie à grande vitesse d'un plasma en expansion émettant une lumière brillante formé par la détonation à basse tension et à courant élevé du combustible à base de H₂O avec une trace de forme d'onde de courant et de tension qui montre le plasma à un moment où il n'y avait pas de puissance d'entrée électrique (indiquée par la ligne verticale jaune) et où aucune réaction chimique n'était possible. Le plasma a persisté pendant 21,9 ms alors que la puissance d'entrée était nulle à 1,275 ms. La lumière visible est mineure (moins de 1 %) par rapport au rayonnement continu des rayons X de l'hydrino.

La preuve d'une nouvelle source d'énergie est apportée par deux observations autrement inexplicables :

- la formation d'un plasma d'hydrogène à haute énergie en l'absence de toute puissance électrique d'entrée, l'inexistence de toute chimie libérant de l'énergie avec ce combustible et l'impossibilité supplémentaire de connaître la chimie de cette haute énergie.
- L'émission de rayons X (EUV et UV) à une tension bien inférieure à celle de l'énergie lumineuse produite et l'incapacité de toute chimie connue à libérer une énergie aussi élevée. Un spectre de puissance représentatif de l'éclair de lumière brillante provenant de l'allumage d'une grenaille d'argent contenant de l'eau et de l'hydrogène montre une puissance optique moyenne de 527 kW comprenant essentiellement de la lumière ultraviolette et extrême pure.

- Une puissance continue pourrait être produite par des systèmes capables d'une vitesse d'injection et d'allumage de combustible d'environ 1000 Hz avec des opérations de récupération de matrice conductrice et de régénération de combustible proportionnelles avec des taux de kHz correspondants.

Le Dr Joseph Renick, ancien scientifique en chef chez Applied Research Associates, a analysé les caractéristiques de la réaction énergétique des hydrinos. Sur la base de la vitesse de propagation de l'onde de choc et de la surpression correspondante, l'inflammation à courant élevé de l'eau a été mesurée. Elle produit une onde de choc 10 fois supérieure à un poids équivalent de TNT, soit une puissance explosive de 20 MW pour un volume de 10 millièmes de litre d'eau !

Le procédé de Blacklight est très controversé pour deux raisons : le concept de l'hydrino heurte le concept de l'état de plus basse énergie de l'atome de Bohr exprimé par son « rayon de Bohr », et surtout parce qu'il explique l'extraction de l'énergie du vide suivant la mécanique classique tandis que Jovion l'explique suivant la mécanique quantique. Toutes les deux sociétés parlent cependant du même sujet, qui est celui de réduire les orbitales des électrons par des méthodes jusqu'à présent inconnues. Et les expérimentations marchent même si les explications sont fausses ou incomplètes. Les deux sociétés s'accordent sur le fait que l'espace séparant les plaques de Casimir forme un lieu d'exclusion permanente de champs qui contiennent des fluctuations de longueur d'onde plus grande que la distance séparant les plaques. C'est cette propriété qui converti l'atome d'hydrogène en un hydrino, et non une réaction chimique. Au niveau réel, les plaques sont réalisées sous forme de cavités qui sont chimiquement ou mécaniquement formées. L'université Cal Tech du Colorado utilise des empilements de plaques de métal perforées de réseaux de trous de dimension inférieure au micron. Blacklight utilise un support squelette en alliage d'aluminium/nickel et forme chimiquement des cavités en nickel par le procédé catalytique Raynal.

Une autre invention remarquable de Brilliant Light Power est la CIHT (**Cellule Electrochimique à Transition Hydrino Induite par Catalyseur**)

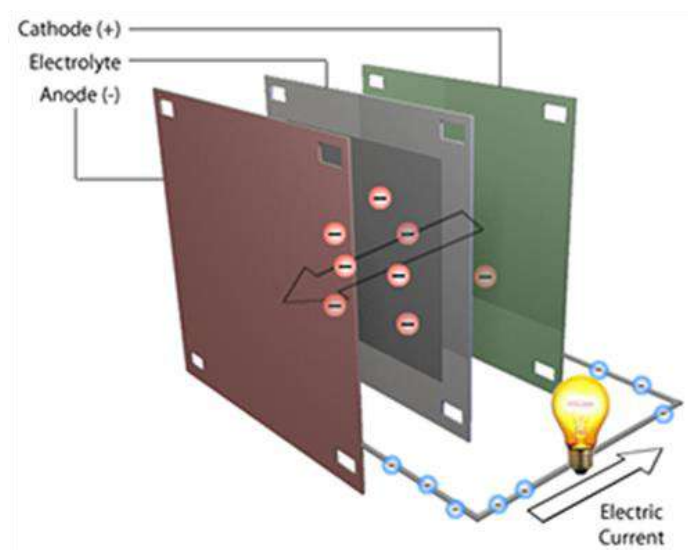


Fig.98 – Une CIHT : cette technologie pourrait soutirer de l'énergie de l'espace cosmique local.

Sur Terre, ce système de production d'énergie à cellules électrochimiques CIHT convertit la vapeur d'eau omniprésente en électricité comme seule source de carburant. Comme présenté dans six rapports de validation, des scientifiques indépendants de premier plan issus du monde universitaire et de l'industrie et titulaires d'un doctorat d'universités prestigieuses, dont le Massachusetts Institute of Technology et le California Institute of Technology, ont confirmé la cellule CIHT. Le processus bien connu d'électrolyse extrait les atomes d'hydrogène de H_2O pour servir de carburant pour activer la cellule. Ensuite, H est converti en hydrinos avec une libération nette de quantités d'électricité multiples par rapport à celle de l'activation où H_2O supplémentaire est directement converti en hydrinos, oxygène et électricité.

Les cellules CIHT sont régénératrices en continu et fonctionnent instantanément avec une puissance de sortie constante pendant la décharge sur une longue durée. Dans les applications d'énergie, une partie d'une pile pourrait fournir de l'énergie d'électrolyse à une autre, de telle sorte que le système soit une source autonome d'énergie sur site, indépendante du réseau ou de l'infrastructure du carburant, du soleil, du vent ou d'autres sources d'énergies variables externes. La pile CIHT fonctionne dans des conditions similaires à celles des technologies existantes telles que les piles à combustibles et les batteries, mais elle présente des particularités extraordinaires qui définissent une nouvelle catégorie pour la pile CIHT. Par exemple, elle ne nécessite pas de source d'énergie primaire externe de combustibles chimiques ou d'électricité dérivée de combustibles chimiques, elle crée de l'électricité pratiquement instantanément et utilise des produits chimiques de base abondants et non toxiques qui prévoient une réduction de 10 fois les coûts d'investissement par rapport aux sources d'électricité conventionnelles. Avec des coûts d'investissement prévus moins élevés que toute autre source d'énergie électrochimique, sans aucun coût d'infrastructure, de carburant et de pollution, y compris les gaz à effet de serre, la pile CIHT, même dans son état actuel non optimisé, projette une compétitivité commerciale en tant qu'énergie autonome sur des marchés d'énergie à plus petite échelle tels que l'électronique portable, les outils électriques et les capteurs.

Chaque cellule CIHT comprend une électrode positive, la cathode, une électrode négative, l'anode et un électrolyte qui sert également de source de réactifs pour former des hydrinos. En raison des réactions d'oxydoréduction des demi-cellules, un mélange réactionnel produisant des hydrinos est constitué avec la migration des électrons à travers un circuit externe et le transport de masse des ions à travers un chemin interne séparé à travers l'électrolyte pour compléter un circuit électrique. Les cellules fonctionnent de manière électrolytique, régénérante, dans laquelle l'hydrogène atomique est formé par électrolyse de H_2O et fourni un processus électrochimique pour initier la conversion de H_2O en électricité dans laquelle le catalyseur à hydrogène et ensuite les hydrinos sont formés par une réaction du mélange réactionnel pendant la décharge de la cellule avec un gain net important de sortie électrique.

Les CIHT peuvent servir à construire un générateur de puissance compacte, qui tire de l'énergie des atomes d'hydrogène partout présents dans l'espace. Le générateur est un système fermé et autonome, et seul l'hydrogène consommé lors de la formation d'Hydrinos doit être remplacé par les atomes d'hydrogène du milieu traversé. Le système comprend des stacks de CIHT réacteurs dans lesquelles les réactions chimiques de production d'énergie et de régénération se produisent de manière synchrone dans chaque cellule. Chaque cellule produit une puissance constante, et fonctionne en continu ; les réactions de production d'énergie et de régénération étant maintenues en synchronisation.

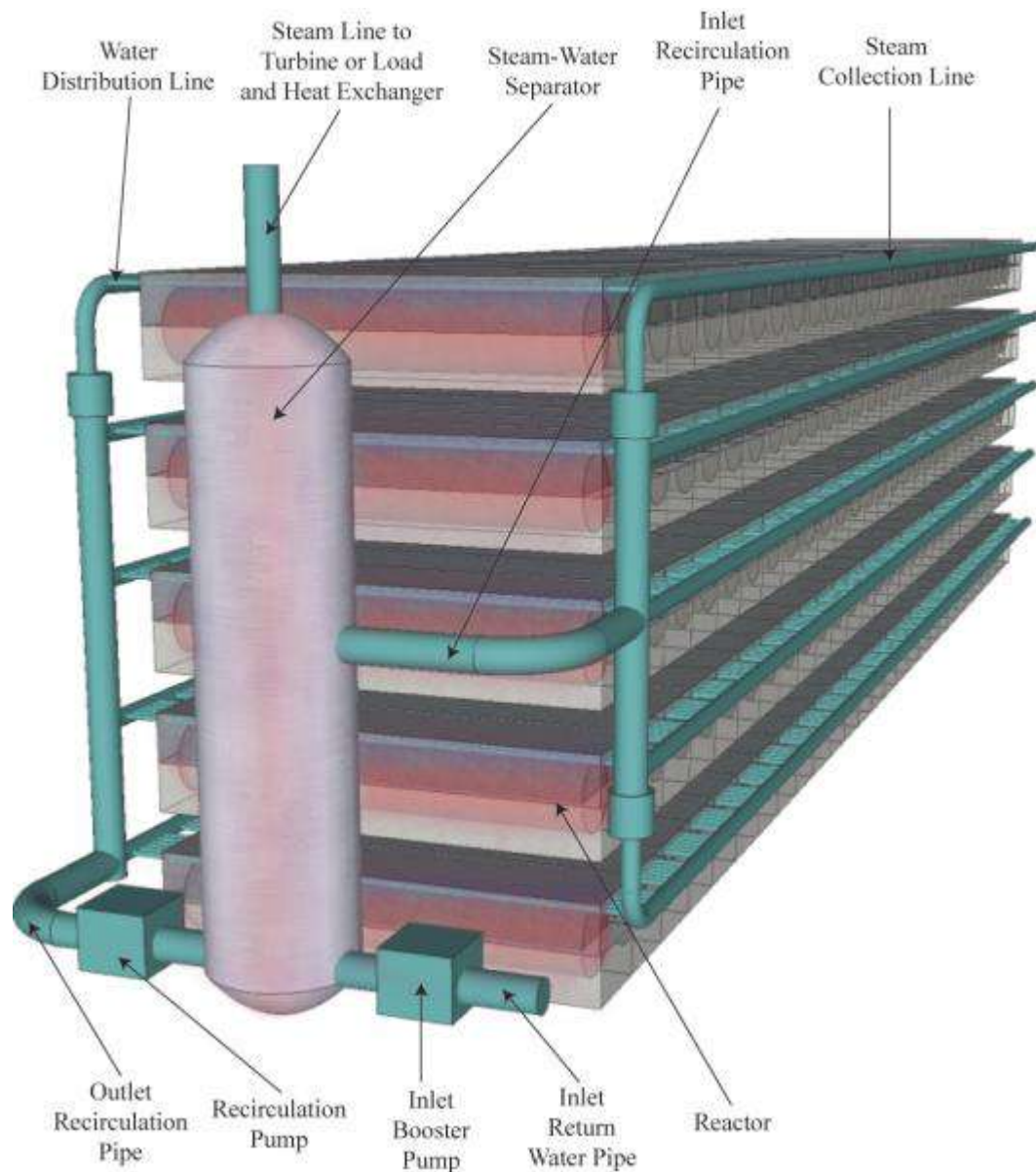


Fig.99 - Schéma d'un générateur terrestre doté de cellules CIHT auto-régénératrices thermiquement utilisant une circulation de vapeur d'eau pour prélever l'énergie des hydrinos. Dans l'espace, un dérivé de ce système utilisera un courant d'atome d'hydrogène localement prélevé.

Les extracteurs d'électricité du vide

Un autre exemple d'extraction de l'énergie du vide est décrit dans un brevet de Mead et Nachamkin. Ils proposent un ensemble de sphères diélectriques résonantes pour extraire l'énergie du vide au Point zéro et la convertir en énergie électrique. Ils envisagent l'utilisation de sphères diélectriques résonantes, légèrement désaccordées les unes par rapport aux autres, pour permettre une rétrogradation de la fréquence de battement des composants haute fréquence les plus énergétiques du vide au Point zéro (ZPE) vers une forme plus facilement capturée. La Fig.100 montre deux modes de réalisation de l'invention. Le dispositif comprend une paire de structures diélectriques (éléments 12, 14, 112, 114 sur la figure) qui sont positionnées à proximité l'une de l'autre et qui interceptent le rayonnement ZPE incident (éléments 16, 116 sur la figure). Les tailles volumétriques des structures sont choisies pour

qu'elles résonnent à une fréquence particulière du rayonnement incident. Mais les tailles volumétriques des structures sont aussi choisies pour être légèrement différentes afin que les rayonnements secondaires émis par celles-ci (éléments 18, 20, 24, 118, 120, 124 sur la figure) à la résonance interfèrent les uns avec les autres, produisant ainsi une fréquence de battement rayonnante dont la fréquence est bien inférieure à celle du rayonnement incident qui peut être converti en énergie électrique. Une antenne métallique conventionnelle (de type boucle ou dipôle, ou une structure à cavité RF ; éléments 22, 122 sur la figure) peut ensuite être utilisée pour collecter le rayonnement de fréquence de battement. Ce rayonnement est ensuite transmis de l'antenne à un convertisseur électrique via un conducteur électrique ou un guide d'ondes (éléments 26, 126 sur la figure). Le convertisseur doit inclure :

- 1) - un circuit d'accord ou un dispositif comparable afin qu'il puisse recevoir efficacement le rayonnement de fréquence de battement,
- 2) - un transformateur pour convertir l'énergie en courant électrique ayant une tension souhaitée,
- 3) - un redresseur pour convertir l'énergie en courant électrique ayant une forme d'onde souhaitée (éléments 28, 30, 32, 34, 128, 130, 132 sur la figure).

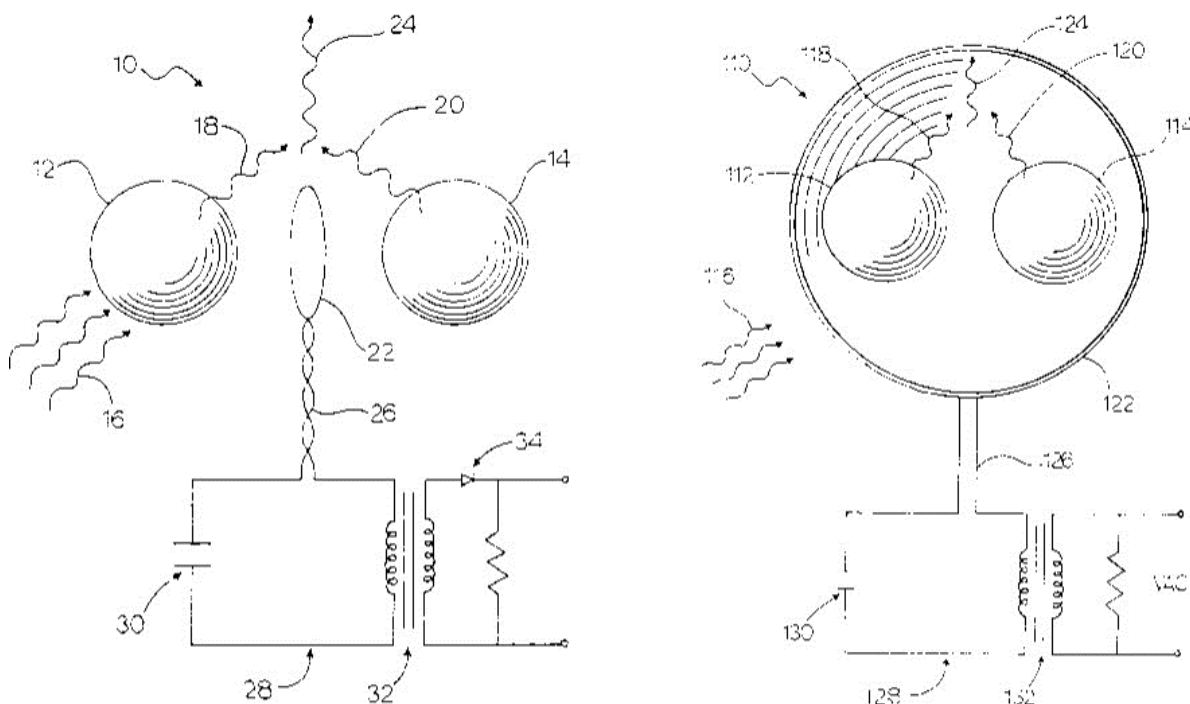


Fig.100 - Production d'énergie électrique à sphères diélectriques résonantes ZPE (Zero Point Energy ou Energie du Vide au Point Zéro)

Les structures réceptrices sont composées d'un matériau diélectrique afin de diffracter et diffuser le rayonnement ZPE incident. Les exigences de dimensionnement volumétrique des structures réceptrices sont choisies pour leur permettre de résonner à une haute fréquence correspondant au rayonnement ZPE incident, en fonction des paramètres de fréquence du rayonnement ZPE incident, des caractéristiques de propagation du milieu (sous vide ou non) et des structures d'accueil. Étant donné que la densité d'énergie du rayonnement ZPE augmente avec la fréquence, de plus grandes quantités d'énergie électromagnétique sont potentiellement disponibles à des fréquences plus élevées. Par conséquent, la taille des

structures réceptrices doit être miniaturisée afin de produire de plus grandes quantités d'énergie à partir d'un système situé dans un espace ou un volume d'une taille donnée. Par conséquent, plus la taille des structures réceptrices est petite, plus la quantité d'énergie pouvant en principe être produite par le système est importante.

Bien qu'une étude sur modèle informatique réalisée au ALFP (laboratoire de recherche de l'US Air Force (Edwards, CA) indique que l'invention pourrait fonctionner, les études expérimentales n'ont pas été communiquées.

Une batterie qui stocke l'énergie tirée du vide :

La conception de R.L. Forward d'une batterie à fluctuation quantique du vide au Point Zéro qui est en forme de spirale (schéma tiré de la publication "Extracting electrical energy from the vacuum by cohesion of charged foliated conductors", Physical Review B 30, 1700 (1984) est la suivante :

En appliquant une charge de même polarité à chaque plaque conductrice, une force électrostatique répulsive sera produite, qui s'oppose à la force Casimir. Si la force électrostatique appliquée est ajustée pour être toujours légèrement inférieure à la force de Casimir, les plaques vont se rapprocher et la force de Casimir ajoutera de l'énergie au champ électrique présent entre les plaques. La batterie peut être rechargée en rendant la force électrique légèrement plus forte que la force de Casimir nécessaire pour ré-expanser le conducteur feuilleté de la batterie.

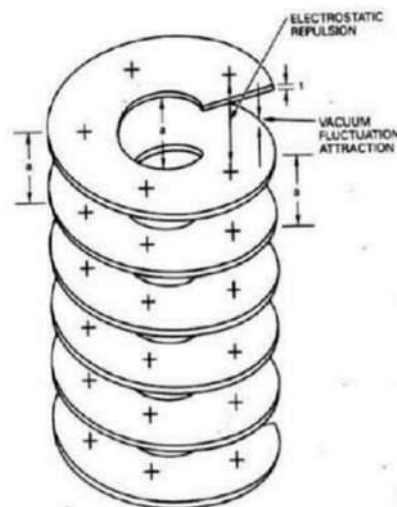


Fig.101 – Concept d'un dispositif pour extraire l'énergie du vide au point zéro et la stocker dans une batterie en forme de spirale.

L'Effet Casimir Dynamique, pour extraire de l'énergie du vide afin de réaliser un générateur d'ondes gravitationnelles.

L'Effet Casimir statique est généré par deux plaques très rapprochées, mais immobiles. L'effet Casimir dynamique s'obtient en maintenant une plaque immobile, celle de droite par exemple, et en faisant battre la plaque de gauche à une fréquence déterminée avec une force grandissante pour lui faire jouer le rôle d'une raquette qui renvoie une balle de ping-pong contre un mur à une vitesse de plus en plus grande ; la balle de ping-pong étant ici un graviton

qui fera un aller-retour dans un dispositif genre laser **jusqu'à obtenir une émission stimulée de gravitons, et donc d'ondes gravitationnelles.**

Le Docteur Raymond Chiao, Professeur à l'Université de Californie Merced a présenté, lors du Congrès ISS (Space Studies Institute) du 3 novembre 2017, sa vision sur un générateur laser d'ondes gravitationnelles. Depuis que l'expérience LIGO (Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory) a démontré le 17 août 2017 l'existence d'ondes gravitationnelles émises par deux étoiles de neutrons spirales, il y a eu une plus grande compétition des laboratoires pour émettre de nouvelles idées pour réaliser ce que la plupart des astrophysiciens (Thorne, Misner, Wheeler,) considéraient comme impossible : un générateur de gravitons. L'idée de Raymond Chiao est la suivante : puisque les fluctuations du vide quantique (ZPF ou Zero Point Fluctuation) génèrent toutes sortes d'ondes, dont des ondes gravitationnelles, pourquoi ne pas les utiliser comme germe d'ensemencement pour faire croître ces ondes gravitationnelles jusqu'à les rendre détectables par un dispositif du genre LIGO ou VIRGO (le dispositif de détection européen concurrent du LIGO installé en Italie)? Plus concrètement, il faudrait se baser sur la mécanique quantique, ou plus précisément les lois de l'électrodynamique quantique pour définir les paramètres d'amplification d'ondes gravitationnelles issues de l'Effet Dynamique Casimir pour construire un analogue de laser générateur d'ondes gravitationnelles micrométriques. Donc, d'après le Dr. Chiao, dont les recherches sont en partie couvertes par la DARPA, pour convertir les fluctuations du vide quantique en ondes détectables composées de photons, gravitons, etc... il faut faire le montage suivant :

Un miroir fixe (analogue à une plaque Casimir) posé à droite, un miroir identique mobile posé à gauche, avec entre les deux miroirs un espace minuscule dans lequel fluctuent des particules (dont le diamètre est inférieur à la distance entre les deux plaques). Avec, parmi ces particules, des gravitons. On déplace alternativement le miroir de gauche à une cadence calculée pour augmenter la vitesse des gravitons. Le miroir mouvant se comporte comme un piston mouvant qui peut produire du travail sur un gaz de photon. Ainsi les fluctuations du vide quantique dans une cavité tronconique à radiofréquence sont converties en ondes électromagnétiques détectables.

De même, un miroir mouvant est un piston mouvant qui peut produire du travail sur un gaz de graviton (ou fluctuations du point zéro, fluctuations du vide quantique), le convertissant en ondes gravitationnelles détectables. Le miroir mouvant peut être une membrane de nitrure de silicium enrobée d'une couche de niobium, et montée sur un cadre découpé dans une feuille mince de silice. Des expériences ont été faites avec une membrane flexible de ce type de 38,1mm pesant 3 milligrammes, « pompant » une cavité de 30 mm à la fréquence de $2 \pi \times 10$ GHz avec une puissance de 0,17 milliwatts. Le miroir fixe est en carbure de silicium.

David Hyland, Docteur du MIT, est Directeur de Recherche en Engineering et en Sciences Spatiales à l'Université du Texas. Il a présenté lors du Congrès ISS (Space Studies Institute) du 3 novembre 2017 « un dispositif épitaxial pour l'interaction dynamique avec le vide quantique ». Il s'agit de prolonger les efforts des Docteurs Maclay et Forward, qui ont investigué l'Effet Dynamique de la Force de Casimir dans un but de propulsion, pour savoir si des progrès récents permettent d'arriver là où les prédécesseurs ont buté sur les problèmes d'amplitudes insuffisantes des « miroirs », de la limitation de résistance des matériaux, des hautes fréquences nécessaires, etc...

La nouvelle vision du Dr. Hyland est que la force propulsive peut être assez significative et échelonnable si on peut avoir une grande amplitude des miroirs et si les fréquences de basculement sont correctement calculées.

L'idée de base est toujours la même : partir de l'Effet Casimir statique, prendre deux miroirs rapprochés, mouvoir l'un des miroirs dans un mouvement alternatif pendant que l'autre reste immobile, et de le « fouetter » de plus en plus vite jusqu'à ce qu'apparaisse une poussée mesurable. Seulement, jusqu'à présent, l'amplitude des miroirs était limitée au nanomètre. David Hyland a lui, déposé un Brevet pour couvrir son invention qui permet d'aller à des amplitudes de plusieurs centimètres sans l'utilisation d'aucune pièces mécaniques mobiles. Son procédé est basé, à la place du miroir mouvant, sur un stack (un empilement compact) de films minces transparents, des semiconducteurs électro chromiques semblables aux cristaux liquides nématiques chiraux, pour constituer un « front » de réflectivité déplaçable sans mouvement mécanique et sans aucune pièce mécanique mouvante. L'assemblage de lamelles à « réflectibilité switch able (permutable) épitaxialement » présente deux avantages : elle rend possible la réflexion à partir d'une grande surface et elle rend possible la réflexion sur une grande portée sans pièces mécaniques, uniquement par switchage (permutation) électronique de voltage dans chaque lamelle l'une après l'autre à une vitesse très grande. Au départ, la lamelle est diélectrique (isolante). L'input en voltage balaie d'abord dans un sens (de gauche à droite par exemple) lamelle après lamelle tout le stack pour modifier électriquement à haute vitesse la réflectibilité de chaque lamelle, qui devient tour à tour conductrice. L'input en voltage en sens inverse (de droite à gauche par exemple) produit un mouvement alternatif. Et quand on dit « réflectibilité », il faut entendre « rendre transparent/non transparent/semi transparent », « assigner une couleur/une autre couleur sur tout le spectre chromatique », « renvoyer/obstruer la réflexion d'une onde ou d'une particule », etc...

L'effet de pompage du stack permet d'imaginer toute sorte de dispositifs plus complexes en utilisant plusieurs pompes avec des « filtres » pour fournir du travail, travail effectué par des ondes gravitationnelles ou par d'autres particules virtuelles.

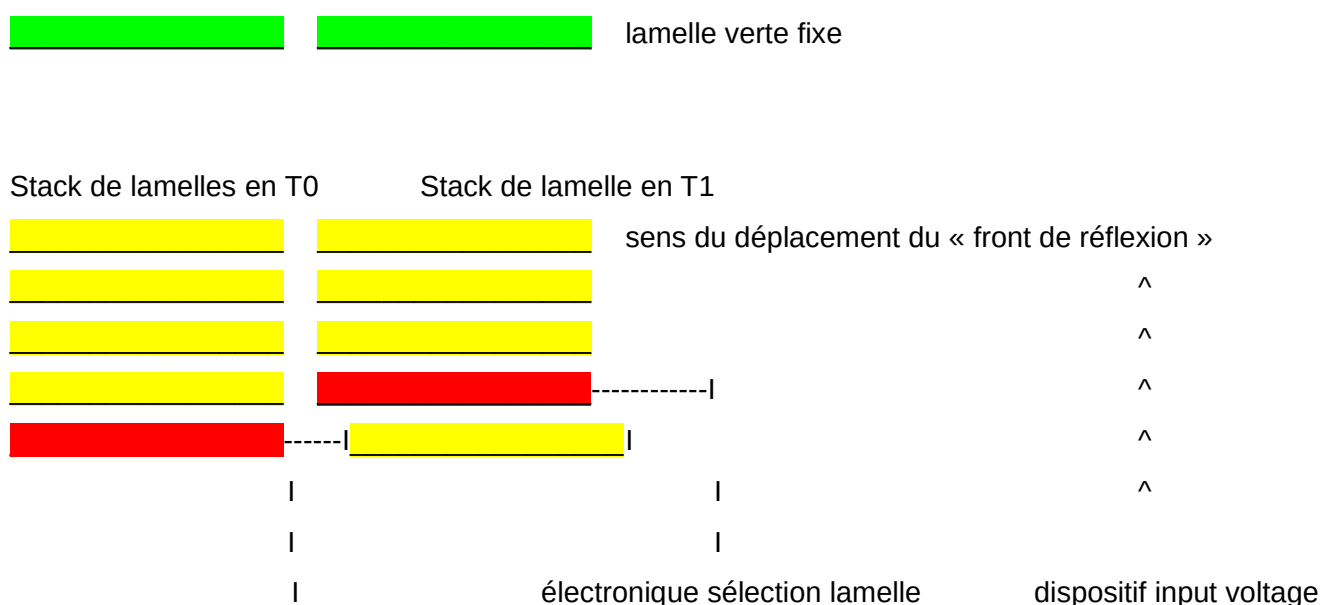


Fig.102 – **L'Effet Casimir « dynamique »**

La lamelle verte en haut est fixe et réfléchissante, le stack de lamelles jaunes est fixe. Au départ toutes les lamelles sont diélectriques. En T0 le dispositif « input voltage » est activé, l'électronique « sélection lamelle » envoie du courant à la première lamelle en partant du bas et la rend par exemple « réfléchissante » (représentée par la couleur rouge). Le stack, dont la dernière lamelle est réfléchissante, peut renvoyer un graviton (ou une onde gravitationnelle) qui se trouve par Effet Casimir entre la lamelle verte et la lamelle rouge.

En une fraction d'un milliardième de seconde, la « sélection lamelle » envoie du courant à la deuxième lamelle en partant du bas et la rend « réfléchissante » (représentée par la couleur rouge). Le stack, dont l'avant dernière lamelle est réfléchissante, accélère le renvoi du graviton vers la plaque verte.

En une fraction de temps plus courte encore, la « sélection lamelle » envoie du courant à la troisième lamelle en partant du bas et la rend « réfléchissante » (ceci n'est pas représenté sur le dessin mais vous pouvez aisément l'imaginer). Le stack accélère davantage le renvoi du graviton vers la plaque verte.

Ce mouvement d'accélération de bas en haut se poursuit jusqu'à la dernière lamelle du stack, accélérant de plus en plus le graviton vers la plaque verte, qui bien sûr va renvoyer de nouveau le graviton vers la plus basse plaque et le processus recommence avec une accélération de plus en plus grande du sélecteur, et donc une amplification de plus en plus forte de l'énergie accumulée dans le graviton.

Finalement, le dispositif se comporte comme une pompe et un amplificateur de l'énergie gravitationnelle du point zéro, mais peut très bien servir, moyennant modification, à pomper d'autres types d'énergie du point zéro.

Par exemple, imaginons qu'au lieu d'avoir une plaque immobile et un stack, on construit un autre dispositif avec deux stacks qui se font face, cette fois-ci avec des lamelles semi-transparentes. On disposerait donc d'un dispositif de pompage et d'amplification à haut rendement comparable à un pompage optique dans un gaz rare, c'est-à-dire un laser de puissance capable de faire une émission stimulée de gravitons.

A quoi peuvent bien servir des émissions de gravitons ? **A faire dilater l'espace-temps !**

Avec des miroirs oscillants rapidement, on peut générer une condition limite du champ électromagnétique du Point zéro dépendant du temps, amplifiant les fluctuations du vide et entraînant la production de photons. En tant que tel, **l'effet Casimir dynamique pourrait être un exemple de violation de la condition forte sur l'énergie, générant une densité d'énergie négative locale dans l'espace, qui peut avoir des effets naturels tels que la stabilisation des tunnels des ponts d'Einstein-Rosen et d'autres configurations géométrodynamiques exotiques.**

Avec l'effet Casimir dynamique on peut aussi fabriquer de la lumière à partir du vide

Dans le cas de l'effet Casimir dit statique, on constate qu'entre deux miroirs séparés par une très courte distance, il apparaît une force d'attraction résultant de la modification de l'état des fluctuations quantiques du champ électromagnétique présent partout dans l'univers, même en l'absence de charges électriques. Ce ne sont cependant que des photons virtuels qui rendent compte de ce fascinant phénomène laissant rêver, un jour, d'une possible exploitation de l'énergie du vide quantique.

En 1970, le physicien Gerald Moore était arrivé à une autre surprenante conclusion. Le mouvement accéléré d'un miroir, par exemple lorsqu'il effectue des oscillations à hautes fréquences, peut faire passer les photons virtuels directement inobservables du vide quantique à l'état de particules réelles. **Concrètement, cela signifie qu'il suffirait de faire vibrer un miroir dans le vide pour éclairer une pièce.**

Le principe de l'effet Casimir dynamique est, en simplifiant grossièrement, un peu similaire à celui d'une balançoire. En vibrant, la surface d'un miroir donne en quelque sorte des coups aux photons virtuels, violant la conservation de l'énergie temporairement donc normalement inobservable. Ces chocs donnent donc de l'énergie permettant aux photons de devenir réels, de la même façon que le mouvement d'oscillation d'une personne est amplifié lorsqu'elle se balance avec une balançoire. Des photons réels peuvent ainsi s'accumuler dans une cavité formée de parois réfléchissantes dont l'une vibre.

Mais pourquoi a-t-il fallu attendre presque quarante ans avant que l'on puisse observer cet effet Casimir dynamique ? Tout simplement parce qu'il faut que les mouvements du miroir s'effectuent à une fraction notable de la vitesse de la lumière. Pour contourner cet obstacle, les physiciens ont fait appel à la supraconductivité.

Ils ont couplé un Squid avec une ligne constituant un guide d'onde microscopique ; le circuit supraconducteur se trouvant à une extrémité de cette ligne de transmission. Il se trouve que modifier l'état du Squid, donc ce qu'on appelle les conditions aux limites pour une telle ligne, équivaut à avoir un miroir en mouvement à un quart de la vitesse de la lumière à cette extrémité.

Le signal micro-onde qui se forme à l'autre extrémité de la ligne en modifiant l'état du Squid plusieurs milliards de fois par seconde apparaît alors conforme à ce que l'on attendrait d'un vrai miroir vibrant dans le vide selon l'effet Casimir dynamique. Il semble donc que l'on ait bel et bien créé de la lumière à partir du vide...

Extraire du vide de la lumière, en utilisant l'effet Casimir dynamique

En 2011, une équipe internationale de chercheurs a confirmé une idée proposée par Moore.

Selon la physique quantique, ce que l'on appelle le vide n'est pas vraiment vide. Il contient de l'énergie, d'infimes fluctuations que l'on peut imaginer comme étant des ondes virtuelles, des particules qui apparaissent très brièvement avant de disparaître. Cela, vous le savez.

Ces fluctuations exercent une force. Rapprochez suffisamment 2 miroirs dans le vide et les ondes "virtuelles" qui seront trop longues pour pouvoir se loger entre eux seront exclues, ce qui aura pour effet de diminuer leur nombre à l'intérieur par rapport à leur nombre à l'extérieur. La pression extérieure sera donc plus forte et poussera alors les miroirs à se rapprocher encore plus. Cela, vous le savez aussi.

Pour permettre aux paires de particules virtuelles de devenir réelles en les transformant en particules de lumière (photons), il faut pouvoir les séparer et leur fournir l'énergie nécessaire. Il y a 40 ans, Moore avait suggéré qu'un miroir soumis à un mouvement relativiste pourrait convertir des photons virtuels en photons réels directement observables. Cet effet a ensuite été appelé l'effet Casimir dynamique (DCE). À l'aide d'un circuit supraconducteur, nous avons observé le DCE pour la première fois. Le circuit se compose d'une ligne de transmission coplanaire dont la longueur électrique peut être modifiée à quelques pour cent de la vitesse

de la lumière. La longueur est modifiée en modulant l'inductance d'un dispositif d'interférence quantique supraconducteur (SQUID) à hautes fréquences (~11 GHz). En plus d'observer la création de photons réels, nous observons une compression bimodale du rayonnement émis, qui est une signature du caractère quantique du processus de génération.

Christopher Wilson, de la Chalmers University of Technology de Göteborg (Suède), ainsi que ses collègues, affirment avoir produit de tels photons pour la première fois.

Un miroir oscillant d'avant en arrière devrait commencer à scintiller en émettant des photons. Mais pour créer un nombre détectable de photons, le miroir doit se déplacer à une fraction significative de la vitesse de la lumière : à faible vitesse, la mer de Dirac de particules virtuelles peut facilement s'adapter au mouvement du miroir et continuer d'apparaître par paires pour disparaître aussi rapidement en s'annihilant. Mais lorsque la vitesse des miroirs commence à s'approcher de la vitesse des photons, quelques photons se séparent de leur partenaire et ne sont donc pas annihilés. Ces photons virtuels deviennent réels et commencent à produire de la lumière. Mais c'est purement théorique. En pratique il est difficile de faire se déplacer un miroir ordinaire à des vitesses relativistes (proches de la vitesse de la lumière).

"Les accélérations requises sont au-delà des types de chocs que l'on rencontre dans les supernova et les explosions d'armes nucléaires" explique Steve Lamoreaux (physicien à Yale), qui fut l'un des premiers à mesurer l'effet Casimir statique. Au lieu d'utiliser un vrai miroir, l'équipe de Wilson a fabriqué un circuit appelé SQUID : Superconducting Quantum Interference Device. L'équipe a exposé une boucle de métal à un champ magnétique qui fluctuait environ 11 milliards de fois par seconde. La boucle oscillait électriquement (comme un miroir oscillerait à 5% de la vitesse de la lumière), et poussait les particules virtuelles du vide.

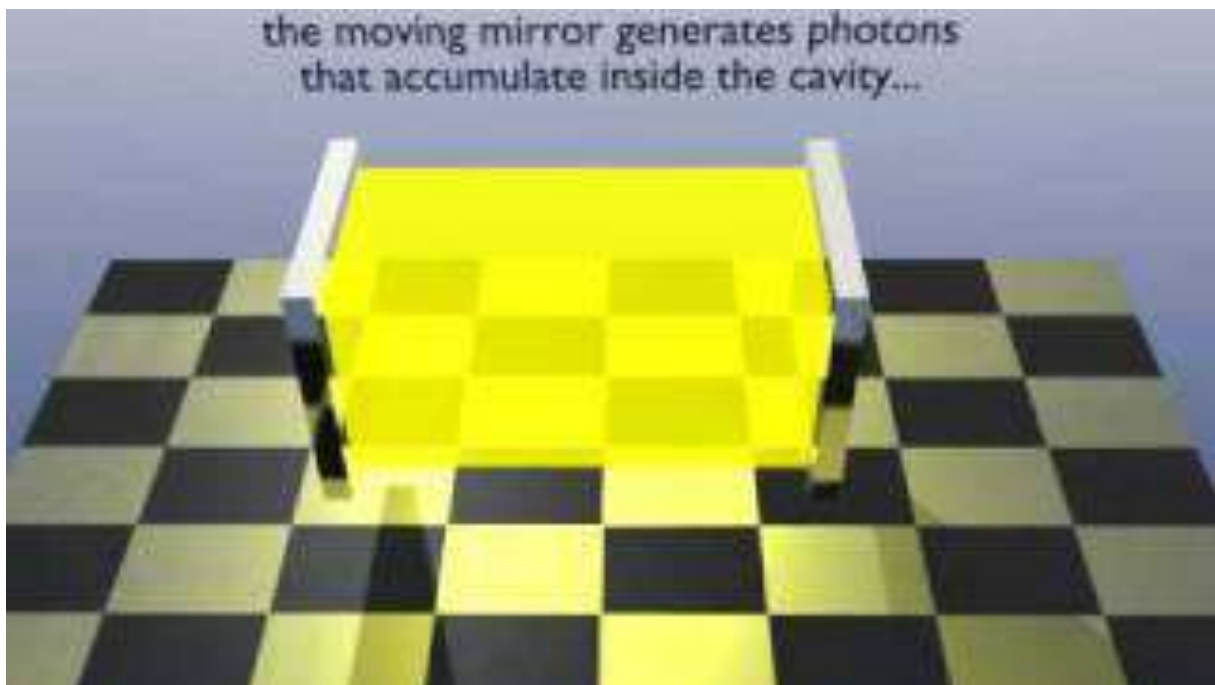


Fig.103 - Esquisse de lumière produite par l'effet Casimir dynamique (« DCE »).

La cavité est constituée de deux miroirs parallèles M1 et M2. Le miroir M1 se déplace vers l'arrière et en avant de manière sinusoïdale avec un déplacement dépendant du temps $x(t)$

par rapport au miroir M2, qui est un miroir stationnaire. Comme Feynman l'a souligné, la création d'un quantum de rayonnement supplémentaire avec l'amplitude de probabilité de $\sqrt{nG + 1}$ dans la relation de récursivité conduit à un processus d'émission stimulée de rayonnement. La relation de récursivité implique la possibilité d'une génération de rayonnement gravitationnel de type laser. La Fig.103 est une illustration de l'effet Casimir dynamique (« DCE »), dans lequel un miroir mobile d'un Fabry-Perot initialement vide interfère avec un compteur qui se déplace de manière sinusoïdale avec un déplacement $x(t)$ par rapport à un miroir fixe. Le mouvement de va-et-vient du miroir est comme le mouvement de va-et-vient d'un piston qui peut travailler sur les fluctuations du vide qui sont contenues dans les deux miroirs de la cavité Fabry-Perot, les amplifiant ainsi en lumière semblable à celle du laser (jaune) par le biais du processus d'émission stimulée de rayonnement. Cependant, contrairement à un laser ordinaire, il n'est pas nécessaire d'introduire ici un milieu constitué d'atomes à deux niveaux avec des populations inversées entre les deux.

L'ingénierie du vide et la distorsion de l'espace-temps

La méthode permettant de modifier les propriétés du vide est appelée ingénierie du vide. Si nous sommes capables de modifier le vide, nous pourrions rencontrer de nouveaux phénomènes, totalement inattendus. Cette légitimation du concept d'ingénierie du vide repose sur la reconnaissance du fait que le vide est caractérisé par des paramètres et une structure qui ne laissent aucun doute sur le fait qu'il constitue un milieu énergétique et structuré à part entière. Parmi ces paramètres, les plus importants sont les suivants :

- (1) dans le contexte de la théorie quantique, le vide est le siège des fluctuations énergétiques des particules et des champs,
- (2) dans le contexte de la relativité générale, le vide est le siège d'une structure spatio-temporelle (métrique) qui codifie la distribution de la matière et de l'énergie.

Les capacités d'ingénierie de la métrique de l'espace-temps découlent de la possibilité de manipuler la densité d'énergie des fluctuations quantiques du vide, par exemple en générant une densité d'énergie négative pour la courbure gravitationnelle de la métrique de distorsion. La densité d'énergie négative (ou la violation de la condition d'énergie forte) est réalisable par le biais de la force de Casimir, à titre d'exemple. De cette manière, l'extraction d'énergie du vide, ou plus précisément l'extraction de travail du champ du point zéro, ne fait qu'un avec l'ingénierie géométrique et dynamique pour la propulsion avancée via le contrôle gravitationnel, c'est-à-dire l'ingénierie de la métrique de l'espace-temps.

Il existe de nombreux moyens potentiels de générer des gradients dans la densité d'énergie du vide quantique pour l'ingénierie de l'espace-temps.

Mais existe-t-il un moyen, dans le cadre des modèles de physique actuels, qui permettrait de franchir des distances cosmiques dans un laps de temps arbitrairement court, sans jamais se heurter à la vitesse de la lumière ?

C'est la question qui a motivé Miguel Alcubierre à développer et publier une solution mathématique pour répondre à une question de la NASA qui lui a été adressée en 1994. Étant donné que l'expansion et la contraction de l'espace n'ont pas de limite de vitesse, Alcubierre a développé un modèle (une métrique) dans le cadre de la relativité générale, qui utilise une boucle physique dans l'espace-temps et dont les caractéristiques répondent à un concept de voyage supraluminique (warp drive).

La métrique d'Alcubierre

Dans sa métrique de distorsion d'espace-temps, le Dr Miguel Alcubierre a dérivé une métrique de l'espace-temps inspirée par l'inflation cosmologique qui permettrait des temps de voyage arbitrairement courts entre deux points éloignés dans l'espace. Le comportement de sa métrique de distorsion prévoit l'expansion simultanée de l'espace derrière le vaisseau spatial et une contraction correspondante de l'espace devant le vaisseau. Le vaisseau spatial à distorsion semble donc "surfer sur une vague" de la géométrie de l'espace-temps. Grâce à une structuration appropriée de la métrique, le vaisseau spatial peut présenter une vitesse apparente arbitrairement plus rapide que la lumière, vue par des observateurs externes, sans violer la contrainte locale de la vitesse de la lumière dans la région spatio-temporelle modifiée. En outre, la solution d'Alcubierre a montré que l'accélération ressentie le long de la trajectoire du vaisseau spatial serait nulle et que le vaisseau spatial ne subirait pas de dilatation temporelle, caractéristique hautement souhaitable pour les voyages interstellaires. Pour mettre en œuvre un moteur de distorsion d'Alcubierre, il faudrait construire une "bulle de distorsion" entourant le vaisseau spatial en générant une fine enveloppe ou **une couche superficielle de matière exotique, c'est-à-dire un champ quantique ayant une énergie négative et/ou une pression négative.**

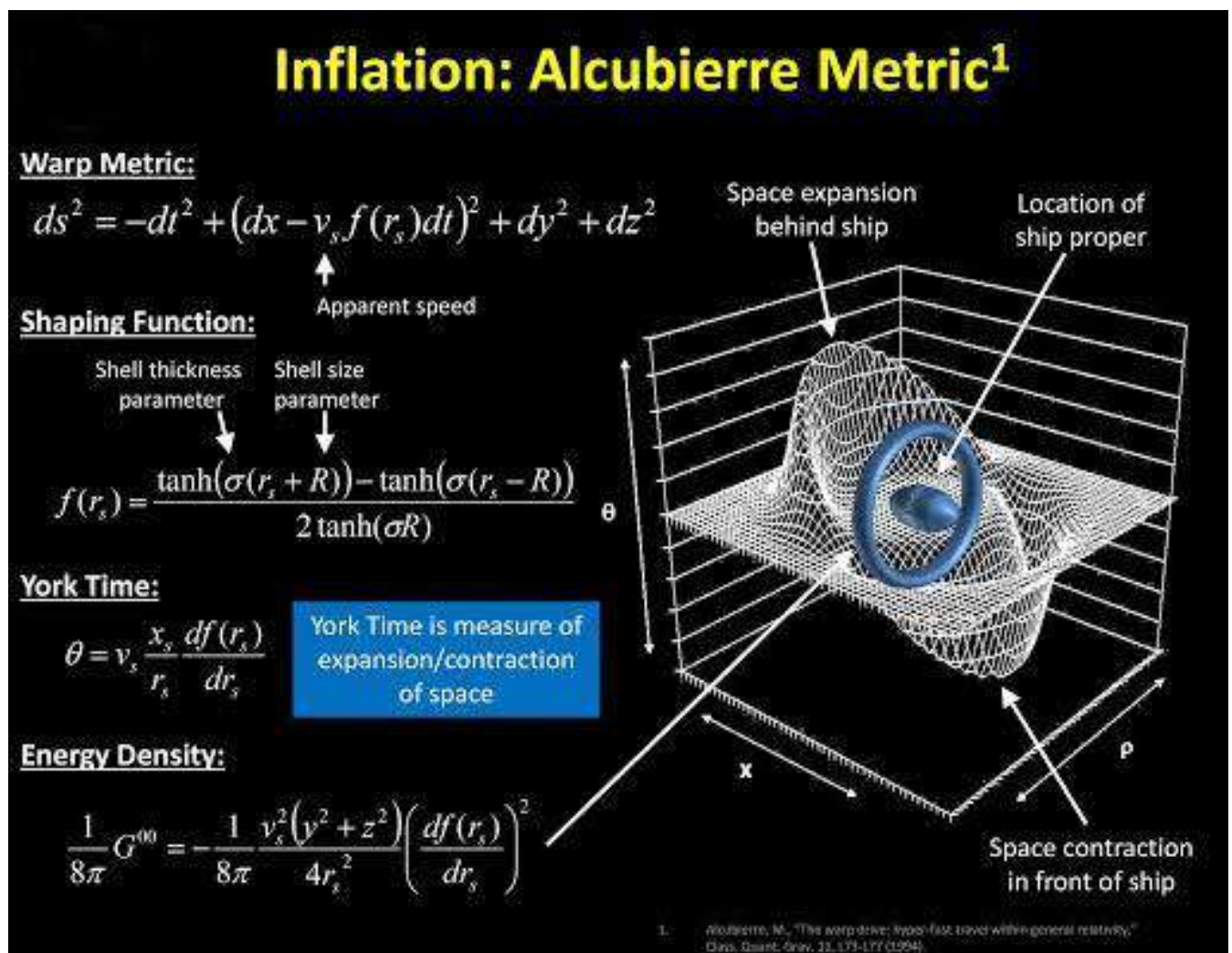


Fig.104 : Calcul de la déformation de l'espace-temps selon le Dr. Miguel Alcubierre, lauréat du concours organisé en 1994 par la NASA pour trouver un moyen de déplacement disruptif par

rapport aux systèmes de propulsions connus. Sa métrique a été reformulée, en mieux, par le Dr. Harold White, ancien Directeur des laboratoires Eagle Works de la NASA. Le Dr White est aujourd'hui CEO du Limitless Space Institute, un contractant privé du DARPA et de la NASA. Il a annoncé en Décembre 2021 avoir réussi, pour la première fois au monde, la production d'une bulle d'espace-temps (voir plus loin).

Sur la Fig.104, le paramètre Warp Metric permet de définir les vitesses.

Le Shaping function permet de définir le noyau.

Le York Time : c'est la mesure de l'expansion/contraction de l'espace-temps. Expansion de l'espace derrière la bulle contenant le vaisseau spatial, contraction de l'espace devant la bulle contenant le vaisseau spatial.

L'Energy Density permet de contrôler l'expansion/contraction de l'espace-temps sur les côtés du vaisseau spatial.

La métrique proposée est présentée ci-dessous dans l'équation 1, qui utilise des coordonnées familières (t, x, y, z) et des courbes $x = x_s(t)$, $y = 0$, $z = 0$ dans lesquelles x est l'analogie d'une trajectoire de vaisseau spatial.

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + [dx - v_s(t)f(r_s)dt]^2 + dy^2 + dz^2 \quad (1)$$

Dans cette métrique, v_s est la vitesse du "cadre mouvant de référence", dx_s/dt , et r_s est la position radiale de l'espace mouvante sphérique entourant le vaisseau spatial à son état d'origine.

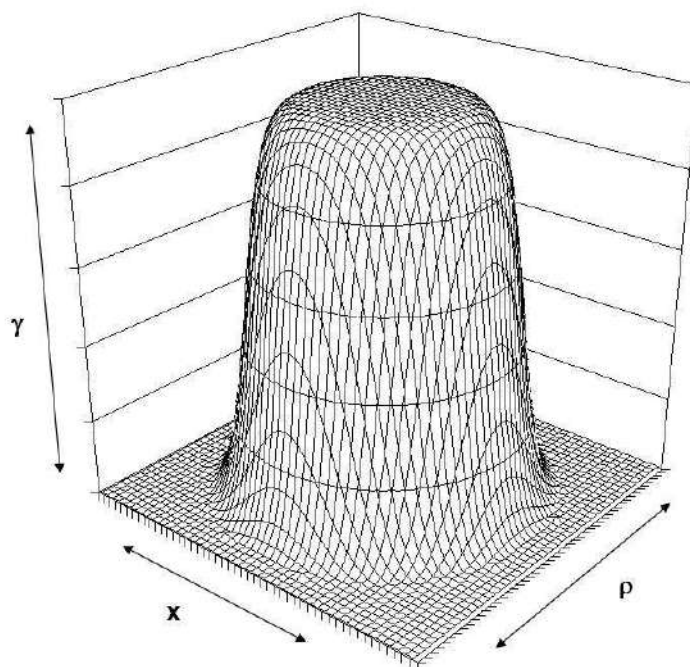


Fig.105 – Forme en « Haut-de-Forme » régit par la fonction $f(r_s)$ de la page suivante. Cette forme est le socle sur lequel repose le vaisseau spatial. Le but de la simulation est de déformer et de reformater cette forme.

Le terme $f(r_s)$ est une fonction de formatage du volume en "haut-de-forme" tel que :

$$v_s(t) = \frac{dx_s(t)}{dt},$$

$$r_s(t) = \sqrt{(x - x_s(t))^2 + y^2 + z^2},$$

$$f(r_s) = \frac{\tanh(\sigma(r_s + R)) - \tanh(\sigma(r_s - R))}{2 \tanh(\sigma R)},$$

Les paramètres σ and R , lorsqu'ils sont introduits dans le métrique (1) contrôlent respectivement l'épaisseur du « mur » (de la paroi) et le rayon de la bulle déformée.

Pour une grande valeur de σ , l'épaisseur de la paroi devient excessivement mince, approchant de la limite zéro.

Le principe conducteur qui facilite le voyage supraluminique vers les étoiles est le « York Time », expression qui désigne l'expansion et la contraction de l'espace, et qui est décrit par l'équation 2.

$$\theta = v s x s r s d f d \diamond (2)$$

La Fig.106 montre plusieurs clichés du York Time entourant le vaisseau spatial. La zone devant le vaisseau subit une contraction de l'espace, tandis que la zone derrière le vaisseau subit une expansion de l'espace. Le phénomène inverse les signes lorsque la surface de symétrie $x = x s$.

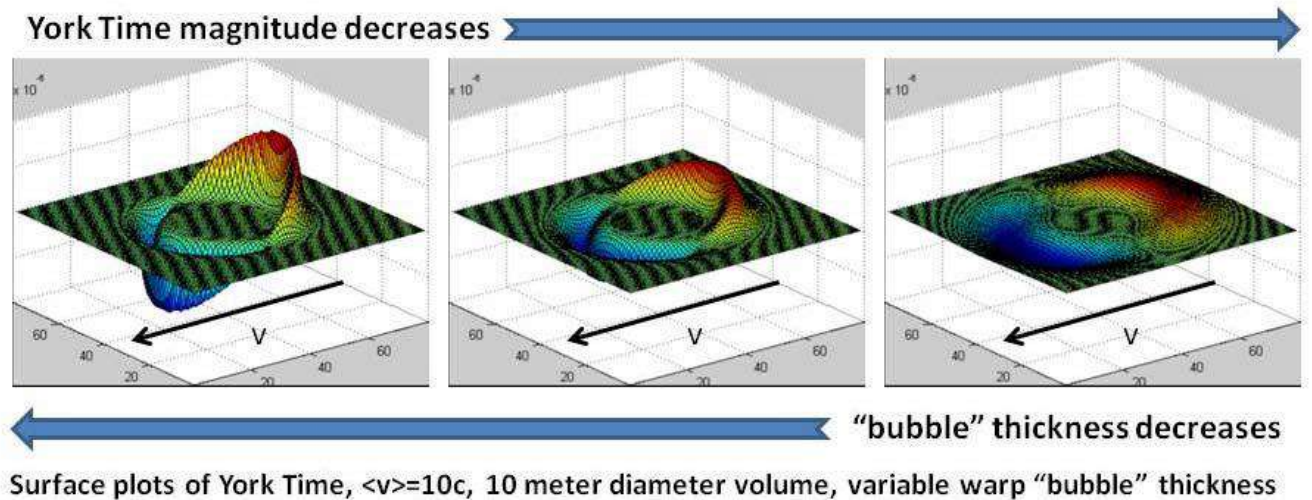


Fig.106 - Le York Time θ est montré en trois planches avec différents cas d'épaisseur σ de la paroi entourant la bulle déformée.

Comme l'épaisseur de la bulle déformée diminue, la magnitude du York Time augmente. Ce mouvement, lorsqu'il sera intégré avec les exigences en densité d'énergie, sera discuté plus tard.

Des équations d'Alcubierre, il faut essayer de créer une bulle d'espace-temps « plat », c'est-à-dire à l'intérieur duquel l'accélération est de zéro. Ainsi, quand on poussera le bouton « départ » de l'analogie du HAUC, l'équipage qui se trouve à l'intérieur de la bulle ne sera soumis à aucune accélération. Dans cette bulle, une horloge synchronise le temps propre à la bulle avec le temps externe. Le temps propre donne les coordonnées de la bulle dans l'espace.

Ces coordonnées seront « comparées » avec les coordonnées des lignes de flux (voir Fig.75) de Laniakea pour aider le positionnement et la navigation du HAUC dans l'Univers.

Il faut ensuite manipuler l'espace qui est en dehors de cette bulle. Les simulations qui ont été faites, sur l'hypothèse $v = 10 C$, sur une bulle de 10 m de diamètre, montrent que :

- si la magnitude du York-Time décroît, l'épaisseur de l'espace se creusant à l'avant et à l'arrière de la bulle dans le sens de sa direction décroît.

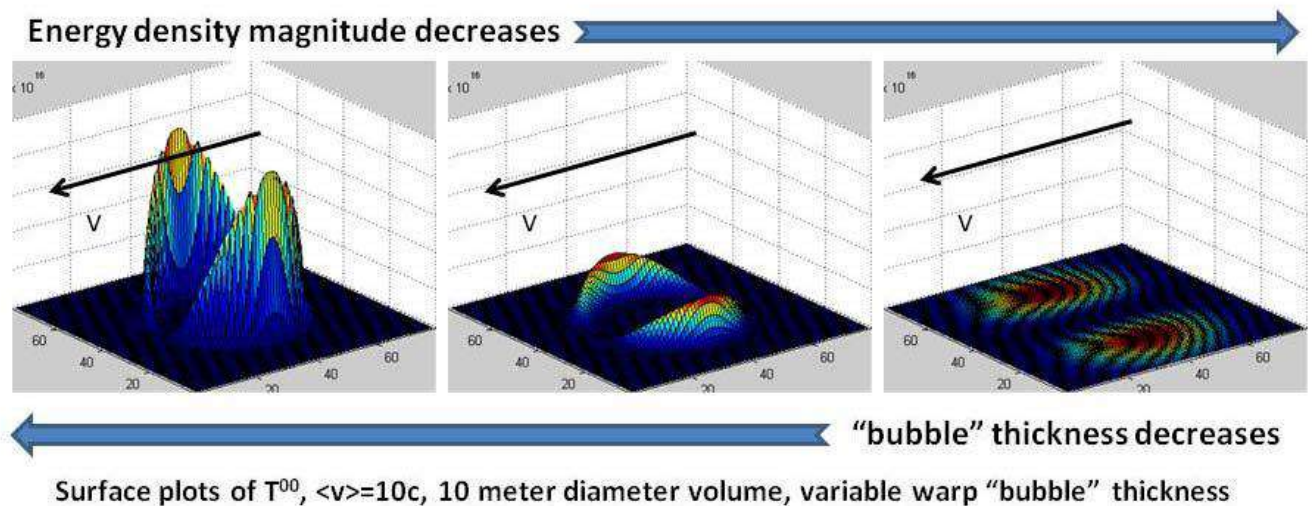


Fig.107 - La densité d'énergie T^{00} est montrée pour plusieurs cas d'épaisseur de paroi σ de la bulle tordue.

- si la magnitude de la densité d'énergie décroît, l'épaisseur de l'espace s'élevant sur les côtés droits et gauches de sa direction décroît. Au fur et à mesure que l'épaisseur de l'espace environnant se creuse, l'intensité du York Time décroît.

Permettre à l'espace-temps de se creuser davantage réduit la surface (en réalité le volume) d'espace-temps « plat » située au centre.

Sur les côtés, l'action d'abaisser la topologie qui « canalise » la bulle dans le sens de la direction réduit fortement l'énergie requise.

Mais l'espace-temps, dont la valeur est $C^4/8(\pi)G$, est vraiment très robuste et « rigide ».

Pouvons-nous amoindrir l'énergie requise pour « réduire » cette rigidité ?

Pour arriver à réduire cette rigidité, il faut optimiser l'oscillation de la bulle d'espace-temps « plat ».

Les équations de Chung-Freese, écrites à l'origine pour manipuler des géodésies, le permettent (voir plus loin)

Imaginons que le vaisseau qui est au centre de la bulle d'espace-temps plat provoque une augmentation de l'intensité d'oscillation de cette bulle en faisant vibrer des anneaux d'épaisseurs de plus en plus importantes. La Fig.108 suivante montre les besoins en kilogramme d'énergie exotique pour creuser l'espace-temps nécessaire au voyage d'un objet

de masse équivalente à la sonde Voyager, de masse équivalente à l'ISS, de masse équivalente au porte-avions nucléaire Nimitz (c'est-à-dire un objet de la dimension d'un big HAUC), etc...

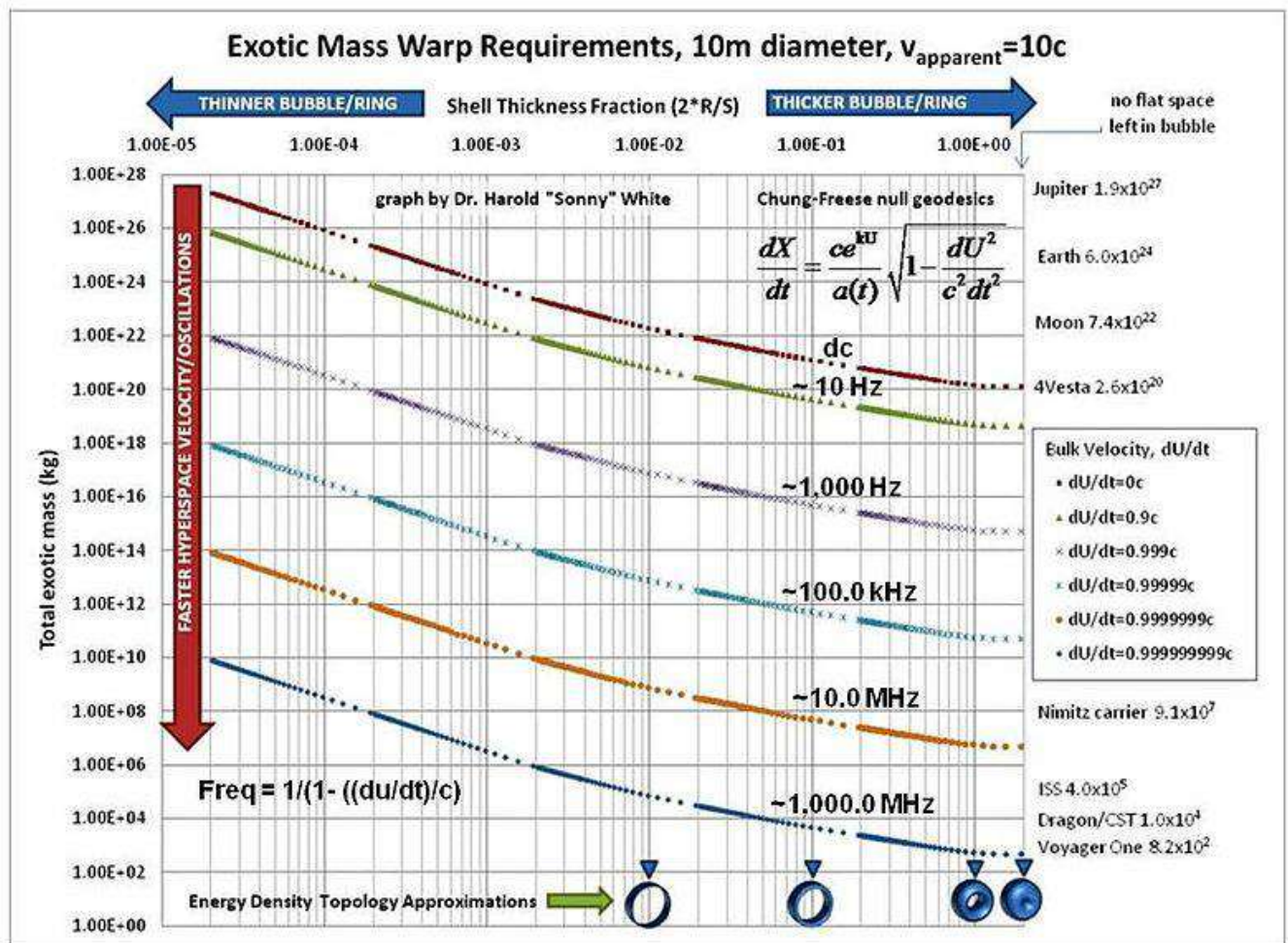


Fig.108 - Energie négative requise en kilogramme pour mouvoir un engin spatial par distorsion de l'espace-temps.

La densité d'énergie indiquée dans l'équation (3) pour le champ a une forme toroïdale qui est axisymétrique par rapport à l'axe x , et à une surface de symétrie à $x = x_s$. La densité d'énergie est exactement zéro le long de l'axe des x . Pour une vitesse-cible fixe v_s et un rayon de bulle R , la variation de l'épaisseur σ de la paroi de la bulle tordue modifie à une vitesse fixe le pic de densité d'énergie requise pour le champ. La Fig.107 montre le changement relatif dans la densité d'énergie pour plusieurs épaisseurs de paroi de la bulle déformée. Cela est évident lors de la comparaison des grandeurs, puisque la bulle déformée peut s'épaissir, la densité requise est considérablement réduite, mais le tore se développe d'une fine ceinture équatoriale à un beignet diffus. L'avantage de laisser la paroi de la bulle s'épaissir est que l'intégration de la densité d'énergie totale pour le champ le plus à droite est d'ordre de magnitude inférieure à celle du champ le plus à gauche.

L'inconvénient est que le volume de l'espace-temps plat dans le centre de la bulle est réduit. Pourtant, une réduction minimale du volume d'espace-temps plat semble donner une réduction

drastique des besoins énergétiques totaux qui dépasserait probablement les capacités embarquées.

Les champs pentus sembleraient être «plus faciles» à ingéniérer que les champs tordus précis. Quelques attrait supplémentaires des caractéristiques de la métrique est que l'accélération appropriée α est nulle, ce qui signifie qu'il n'y a pas d'accélération ressentie dans le volume d'espace-temps plat à l'intérieur de la bulle tordue lorsque le champ est activé, et les coordonnées de temps t dans le volume espace-temps plat est le même que le temps propre τ , ce qui signifie que les horloges à bord du vaisseau spatial, un HAUC par exemple, battent l'heure au même rythme que les horloges sur Terre si le HAUC décolle du sol terrestre.

$$T_{00} = -\frac{1}{2} \left(8\pi v_s^2 \rho^2 + 4r_s^2 \frac{d^2 f}{dr^2} \right) \quad (\text{trouver sur internet la lettre correspondant à ?})$$

Le concept des opérations tel que décrit par Alcubierre est que le vaisseau spatial quitterait le point d'origine (par exemple la Terre) en utilisant un système de propulsion conventionnel pour parcourir une distance d , puis amener le vaisseau spatial à un arrêt éloigné par rapport au point de départ. Le champ serait activé et le vaisseau spatial se projetterait vers sa destination stellaire sans jamais dépasser « localement » la vitesse de la lumière, mais en couvrant la distance dans une durée arbitrairement courte identique à une durée de temps supraluminique. Le champ serait désactivé à une distance similaire de la destination, et l'engin terminerai le voyage de façon conventionnelle.

Mais tout ceci n'est pas indispensable pour un HAUC, puisqu'il a la capacité de décoller du sol sans l'appoint d'un booster lanceur. Cette approche permettrait à un voyage vers Alpha du Centaure tel que mesuré par un observateur resté sur Terre (et aussi les horloges du HAUC s'ils oscillent à la même cadence que les nôtres) en une durée qui sera comptée en jours plutôt qu'en décennies ou en siècles.

Un paradoxe identifié est le problème qui se pose en raison de la symétrie de la densité d'énergie autour de la surface $x = x_s$. Lorsque la densité d'énergie est initiée, le choix en direction de l'axe $+x$ est mathématiquement arbitraire, alors comment le vaisseau spatial «sait» dans quelle direction aller? La comparaison des figures montre visuellement l'asymétrie du York Time et la symétrie de la densité d'énergie. Les deux ensembles de trois cadres ont été volontairement alignés pour faciliter la comparaison directe. Ce problème paradoxal d'asymétrie / symétrie peut être potentiellement résolu en considérant la forme canonique de la métrique dérivée en utilisant une transformation de jauge comme indiqué dans l'équation 4.

$$ds^2 = (v_s^2 f(rs)^2 - 1) dt^2 - v_s f(rs) v_s^2 f(rs)^2 dx^2 - dx^2 + dy^2 + dz^2 \quad (3)$$

En utilisant cette forme canonique, le potentiel du champ ϕ et le boost peut être déterminé en utilisant l'identité standard γ tel que :

$\gamma = \cosh(\phi)$ avec, respectivement,

$\phi = \frac{1}{2} \ln|1 - v_s^2 f(rs)^2|$ et trivialement,

$$\gamma = \cosh \left(\frac{1}{2} \ln|1 - v_s^2 f(rs)^2| \right) \quad (4)$$

A l'aide de ces nouvelles informations, un concept d'opération modifié est proposé qui pourrait résoudre le paradoxe asymétrie / symétrie. Dans ce concept d'opération modifié, le vaisseau spatial quitte la Terre et établit une vitesse sous-luminale initiale v_i , puis active le champ.

Lorsqu'il est activé, le boost du champ agit sur la vitesse initiale en tant que multiplicateur scalaire résultant en une vitesse apparente beaucoup plus élevée, $\langle v_{\text{eff}} \rangle = \gamma v_i$ comme mesurée par un observateur resté sur la Terre ou un observateur dans la bulle. Dans l'épaisseur de la coque de la zone de la bulle, le vaisseau spatial ne dépasse jamais localement la vitesse de la lumière et l'effet net sur les observateurs de la Terre / du vaisseau spatial est analogue au visionnage d'un film en avance rapide. Prenez les éléments suivants pour vous aider à illustrer ce point - supposons que le HAUC se dirige vers Alpha du Centaure et son système de propulsion est capable d'atteindre 0,1 c (c est la vitesse de la lumière). Le HAUC déclenche un champ de boost avec une valeur de 100 qui agit sur la vitesse initiale, résultant en une vitesse apparente de 10c. Le vaisseau spatial arrivera sur Alpha du Centaure en 0,43 ans, mesuré par un observateur de la Terre et un observateur situé dans le volume spatio-temporel plat encapsulé par la bulle.

Surface plots of boost, $\langle v \rangle = 10c$, 10 meter diameter volume

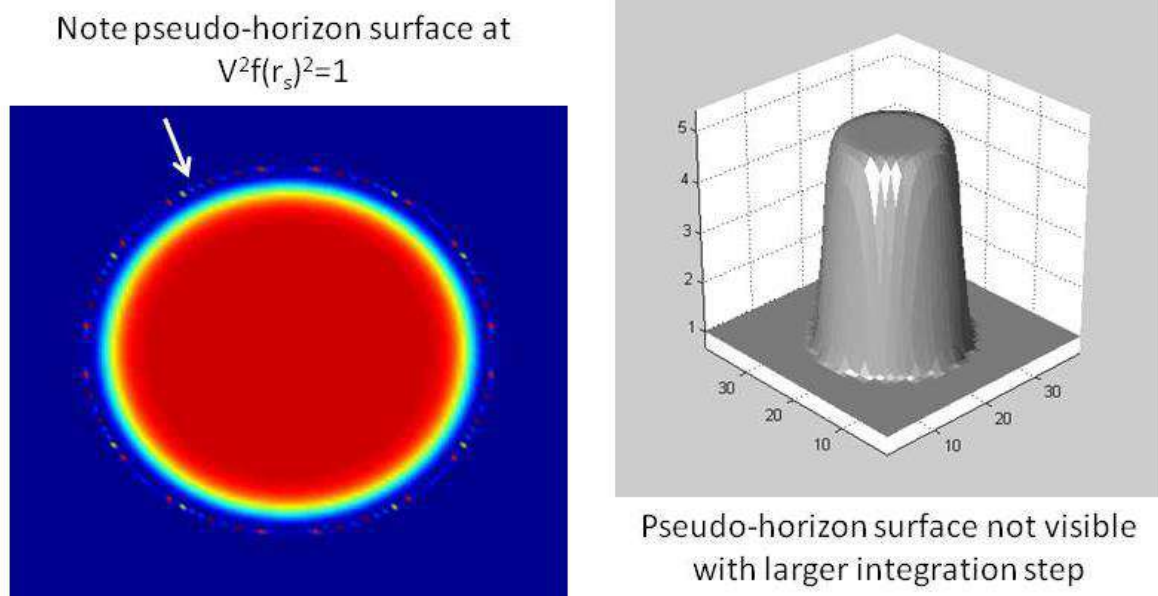


Fig.109 – Les parcelles boostées du champ. A gauche, remarquer la surface du pseudo horizon de valeur indiquée sur la figure. A droite, avec un pas d'intégration plus grand, la surface du pseudo-horizon n'est pas visible. La figure 109 illustre le champ de boost pour la métrique, et montre que l'anneau toroïdal de densité d'énergie crée des potentiels de boost sphériques entourant un volume d'espace-temps plat. Notez également le pseudo-horizon à $v^2 f(r_s)^2 = 1$ où les photons passent d'une position zéro (null-like) à une position spatiale (space-like) et reviennent à une position zéro (null like) à la sortie. Ce n'est pas perçu, à moins que le maillage du champ ne soit suffisamment fin. Le maillage grossier à droite n'a pas détecté l'horizon.

Si ce raisonnement semble résoudre le paradoxe, il suggère également que le York Time n'est peut-être pas le phénomène moteur, mais plutôt un résultat secondaire. Dans cette explication physique des mathématiques, le York Time pourrait être considéré comme une « tension » de l'Effet Doppler sur l'espace, comme si cette région sphérique est propulsée à travers l'espace. Une analogie à utiliser pour aider à imaginer ce concept serait de considérer les gradients de pression hydrodynamique qui se forment autour d'un corps de sphère se déplaçant dans un

The diagram illustrates the Doppler effect using a car and sound waves. It is divided into three horizontal sections:

- Stationary:** A car is shown in the center. To its left, four curved lines represent sound waves moving away from it. To its right, four curved lines represent sound waves moving towards it. The car is labeled "stationary".
- 605 kph:** A car is shown moving to the right, indicated by a black arrow. To its left, three curved lines represent sound waves. To its right, seven curved lines represent sound waves compressed together. The car is labeled "605 kph".
- 1210 kph:** A car is shown moving to the right, indicated by a black arrow. To its left, two curved lines represent sound waves. To its right, a single thick curved line represents a highly compressed sound wave. The car is labeled "1210 kph".

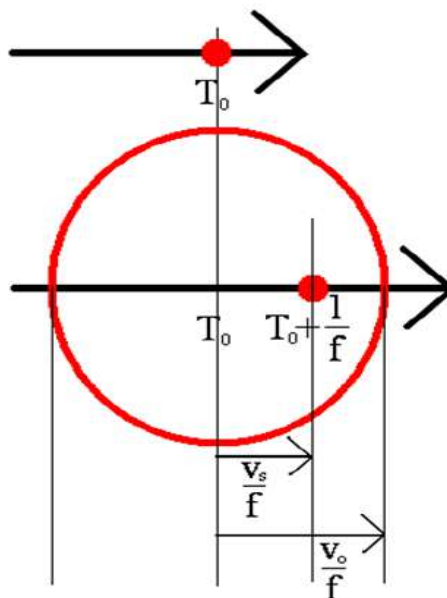
Si vous êtes familier avec l'effet Doppler, ne lisez pas cet encart que j'ai mis pour éclairer les personnes qui voudraient en savoir plus.

Lorsque vous entendez une voiture de police passer devant vous, vous entendez le son de la sirène changer entre le moment où elle s'approche et celui où elle s'éloigne. Si vous regardez un grand prix de formule 1 à la télévision, vous entendez nettement le son plus aigu de la voiture qui approche et plus grave une fois qu'elle est passée devant la caméra et qu'elle s'éloigne.

Huynh Dinh Khuong – AEJJR site

- Une source rouge immobile émet un bip à intervalle régulier. L'homme qui se situe à droite de la source entend le bip à la même fréquence qu'elle a été émise de la source rouge.
- Une source bleue bougeant vers la droite émet un bip à intervalle régulier. Le premier Bip est émis à un certain endroit et se propage en cercle à partir de ce point. Le deuxième bip est émis à droite du premier car la source s'est déplacée. Ce bip se propage en cercle à partir de ce nouvel endroit, et ainsi de suite.

On voit que l'homme situé à droite de la source entend les bips plus rapprochés que la fréquence avec laquelle ils ont été émis et l'homme situé à gauche entend des bips plus éloignés. Maintenant que nous avons vu l'explication de ce phénomène, il ne reste plus qu'à le calculer. Pour plus de simplicité, nous allons partir du principe que l'observateur est immobile et que c'est la source du bip qui bouge. Vous pourrez, si vous le souhaitez, refaire ces mêmes calculs en ajoutant un observateur mobile et une source mobile. Analysons le phénomène en détail :



Au temps T_0 , une source émet un signal.

Cette source se déplace vers la droite à une vitesse V_s , et l'onde du signal se propage à la vitesse V_o . On part aussi du principe que la fréquence du signal est f , c'est à dire que la source émet f signaux par seconde, ou elle émet un signal toutes les $1/f$ secondes. Comme le signal se propage à la vitesse V_o , lorsque le prochain signal sera émis, $1/f$ seconde plus tard, le premier signal se sera éloigné de la source, d'une distance de $\lambda = V_o/f$.

En effet, comme $v = d/t$, alors $d = v \cdot t$ d'où $\lambda = V_o \cdot (1/f) = V_o/f$

λ est appelée la longueur d'onde du signal, c'est à dire la distance entre deux signaux. Si le signal n'était pas un bip, mais une onde, alors la longueur d'onde serait la distance entre deux sommets de l'onde sinusoïdale.

$1/f$ secondes après l'émission du premier signal, la source s'est déplacée vers la droite d'une distance de V_s/f .

La source (et donc le deuxième signal) est donc à ce moment éloignée du premier signal (qui s'est propagé) de :

$V_o/f - V_s/f$ vers la droite, et $V_o/f + V_s/f$ sur la gauche.

Naturellement, un observateur situé à droite de la source verra alors le signal lui parvenir avec une longueur d'onde de $\lambda' = V_o/f - V_s/f$ et celui situé vers la gauche verra le signal lui parvenir avec une longueur d'onde de $\lambda'' = V_o/f + V_s/f$.

Concentrons-nous sur la première formule : $\lambda' = V_o/f - V_s/f$

Nous avons vu que la longueur d'onde d'origine est $\lambda = V_o/f$. Ainsi, en remplaçant V_o/f par λ , dans l'expression de λ' , on obtient :

$$\lambda' = V_o/f - V_s/f = V_o/f - V_s \cdot V_o / (f \cdot V_o) = V_o/f \cdot (1 - V_s/V_o) = \lambda \cdot (1 - V_s/V_o)$$

En appliquant le même principe pour la seconde formule, on obtient :

$$\lambda'' = V_o/f + V_s/f = V_o/f + V_s \cdot V_o / (f \cdot V_o) = V_o/f \cdot (1 + V_s/V_o) = \lambda \cdot (1 + V_s/V_o)$$

Ces formules nous donnent une relation entre les longueurs d'onde. Il est intéressant d'avoir aussi une relation avec les fréquences (car en effet, pour le cas de notre formule 1, le son est plus souvent exprimé en fréquence).

Nous avons donc, avec $\lambda = V_o/f$, $\lambda' = V_o/f'$ et $\lambda'' = V_o/f''$

$$V_o/f' = V_o/f \cdot (1 - V_s/V_o) = 1/f \cdot (V_o - V_s \cdot V_o/V_o) = 1/f \cdot (V_o - V_s) \text{ et donc}$$

$$f' = f \cdot (V_o / (V_o - V_s))$$

et par le même principe,

$$f'' = f \cdot (V_o / (V_o + V_s))$$

Bon, on va faire une petite mise en pratique.

Reprenons notre formule 1 qui fonce en pleine ligne droite à $V_s = 305 \text{ km/h}$ (soit $305 \times 1000 / (60 \times 60) = 84,7 \text{ m/s}$).

Le son se propage dans l'air à la vitesse de $V_o = 340 \text{ m/s}$.

Supposons que le moteur de notre formule 1 émette un bruit en faisant un **LA** ($f = 440 \text{ Hz}$).

Lorsque la voiture approche de nous, nous entendrons un son à la fréquence $f' = 440 \cdot (340 / (340 - 84,7)) = 586 \text{ Hz}$, soit la note **RE** ! (ré)

Lorsque la voiture s'éloigne de nous, nous entendrons un son à la fréquence $f'' = 440 \cdot (340 / (340 + 84,7)) = 352 \text{ Hz}$, soit un **FA** !

Imaginez-vous la différence en regardant ces notes sur la gamme :

DO DO# RE Mib MI FA FA# SOL SOL# LA Sib SI DO DO# RE Mib MI FA FA# SOL SOL# LA Sib SI DO

Cela nous fait une différence de 5 notes, soient 9 demi-tons ! Faites-y attention la prochaine fois que vous regarderez un grand prix, les 5 notes de différence sont bien là !

Le son est une onde et c'est pour cela que l'effet Doppler s'entend... mais si vous lisez les annexes, vous verrez que la lumière aussi est une onde ! Cela signifie donc que l'effet Doppler se voit quand c'est une fréquence visible ! C'est ce que proposa Hippolyte Fizeau en 1848 en généralisant l'effet Doppler pour toute onde électromagnétique.

Reprenons notre formule 1 **verte** (longueur d'onde du vert **540 nm**, ou 540×10^{-9} m). Vous remarquerez au passage qu'on parle plus souvent de fréquence pour les sons et de longueur d'onde pour la lumière, et c'est pour cette raison que nous avons exprimé nos formules avec les deux notions !

Normalement, la couleur de la voiture devrait changer selon qu'elle approche, ou qu'elle s'éloigne, c'est logique... Cependant on n'a jamais remarqué cela à la télévision... Faisons tout de même le calcul pour voir la nouvelle couleur de la voiture....

La vitesse de la lumière dans le vide est de 300 000 km/s, soient 300 000 000 m/s. La nouvelle longueur d'onde de la couleur de la voiture à l'approche est donc de :

$\lambda' = \lambda \cdot (1 - v_s/v_o) = 540 \cdot (1 - 84,7/300000000) = 539,99985 \text{ nm}$, soit... un vert... En fait, la différence de longueur d'onde est tellement minime qu'elle est imperceptible. Cette différence vient essentiellement du rapport entre la vitesse de la formule 1 et la vitesse de l'onde. Dans le cas du son, la vitesse de la voiture représente **25%** de la vitesse du son. En revanche, elle ne représente que **0,0000282%** de la vitesse de la lumière. Il faut donc des vitesses beaucoup plus importantes pour qu'un changement de couleur puisse être observable...

Quelles sont les vitesses élevées qu'on peut observer dans le monde qui nous entoure ?

- La Terre tourne autour du Soleil en 365,25 jours et donc parcourt pendant cette période $2\pi \times 150\,000\,000\,000$ mètres, ce qui fait une vitesse de $2\pi \times 150\,000\,000\,000 / (365,25 \times 24 \times 60 \times 60) = 29\,865 \text{ m/s}$
- Le Soleil est à 26 000 années-lumière du centre de la voie lactée et en fait le tour en 226 millions d'années, soit une vitesse de **220 000 m/s**
- La galaxie d'Andromède se rapproche de la Voie Lactée à environs **300 000 m/s**.

Donc, une lumière verte (longueur d'onde 540 nm) nous venant de la galaxie d'Andromède nous apparaîtra avec une longueur d'onde de :

$$\lambda' = \lambda \cdot (1 - v_s/v_o) = 540 \cdot (1 - 300000/300000000) = 539.46 \text{ nm}$$

Cela peut vous paraître encore très peu, mais il faut savoir que les instruments d'aujourd'hui, tels que le spectromètre HARPS installé au Chili permet de distinguer une différence de vitesse de seulement 1 m/s ! Autant vous dire qu'il peut facilement mettre en évidence le rapprochement de la galaxie d'Andromède, il peut aussi mesurer sa vitesse de rotation, il peut mesurer la vitesse d'éloignement ou de rapprochement des étoiles voisines du Soleil, etc. Mais ces mesures sont d'une simplicité presque inintéressante pour HARPS qui est capable, pour les étoiles proches de mesurer non seulement leur vitesse de rapprochement, mais également les petites oscillations dans leurs positions dues à la présence de planètes. Pour vous donner

un exemple, Jupiter entraine une oscillation du Soleil de 13 m/s, Saturne entraine une oscillation du Soleil de 3 m/s, et la Terre entraine une oscillation du Soleil de 0,1 m/s !

Nous avons vu que le décalage de fréquence d'une source approchant est

$$f' = f \cdot (V_o / (V_o - V_s))$$

La gamme des notes de musique est la gamme tempérée, c'est à dire qu'il y a exactement le même rapport de fréquence entre deux notes de musique.

De plus, au bout de 12 demi-tons, on change d'octave, c'est à dire que la fréquence est multipliée par deux. La fonction qui permet de décrire cela est $f(n) = f_0 \cdot 2^{n/12}$ où f_0 est une note qui nous sert de point de départ.

Pour notre exemple, nous allons prendre $f_0 = 440 \text{ Hz}$ et donc $f(n) = 440 \cdot 2^{n/12}$

Donc, avec cette formule, on peut donc calculer que la fréquence du SI (2 demi tons au-dessus du LA) est de $440 \cdot 2^{2/12} = 494 \text{ Hz}$.

Le but est de réaliser une courbe avec en abscisse la vitesse du véhicule, et en ordonnée le décalage en 1/2 tons. Nous allons exprimer les vitesses en km/h et non en m/s, pour que le résultat soit plus parlant, car cela n'a aucun impact sur la formule.

Dans ce cas, la vitesse du son sera de $(340 \times 60 \times 60) / 1000 = 1224 \text{ km/h}$.

Nous avons $f' = 440 \cdot 2^{n/12} = 440 \cdot (V_o / (V_o - V_s)) = 440 \cdot (1224 / (1224 - V_s))$

Pour isoler n, nous allons utiliser les propriétés de la fonction exponentielle.

La fonction exponentielle

On appelle $\text{Exp}(x)$ la fonction exponentielle définie par $\text{Exp}(x) = e^x$, avec $e \approx 2,71828$.

Sa fonction inverse est la fonction $\ln(x)$ de telle sorte qu'on a $\text{Exp}(\ln(x)) = x = e^{\ln(x)}$

Sachant cela, on peut jouer avec ces fonctions pour exprimer par exemple des puissances.

Regardez par exemple :

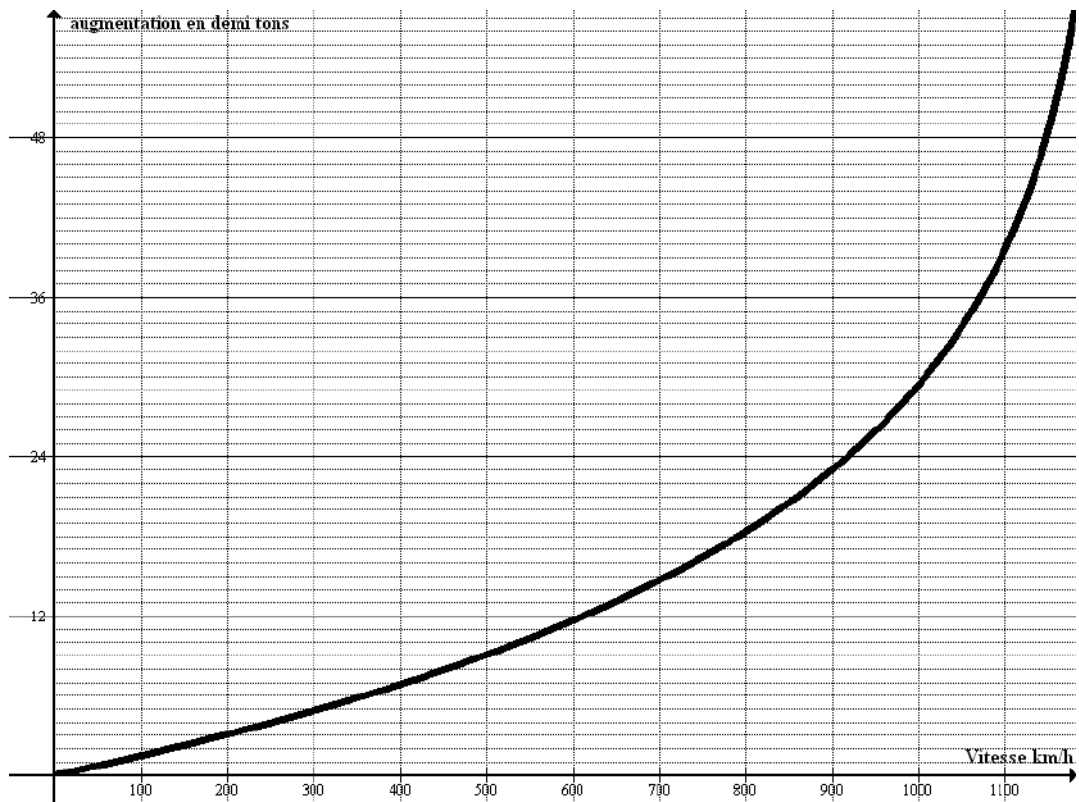
$$2^x = (\text{Exp}(\ln(2)))^x = (e^{\ln(2)})^x = e^{x \cdot \ln(2)}$$

Sachant cela, on peut ainsi exprimer $2^{n/12}$ comme étant $e^{2 \cdot \ln(n/12)}$, et donc, notre expression calculée plus haut devient :

$$e^{(n/12) \cdot \ln(2)} = (e^{n \cdot \ln(2)})^{1/12} = 1224 / (1224 - V_s)$$

Donc $e^{n \cdot \ln(2)} = (1224 / (1224 - V_s))^{12}$ et $n \cdot \ln(2) = \ln((1224 / (1224 - V_s))^{12})$ et enfin

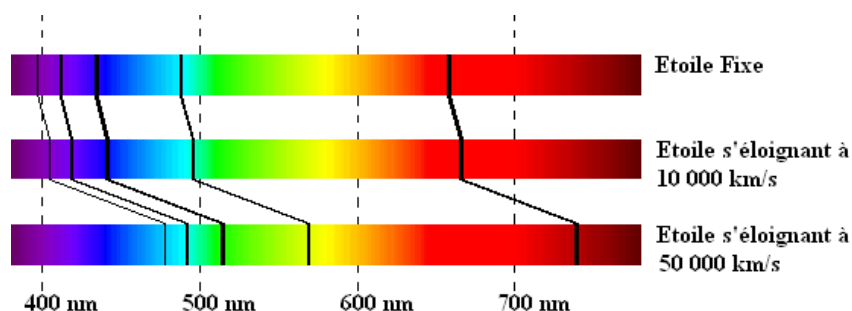
$$n = (\ln((1224 / (1224 - V_s))^{12})) / \ln(2)$$



Grâce à ce graphique, on voit qu'un décalage d'un demi ton a lieu pour une vitesse d'environ 50 km/h. A 600 km/h, le décalage est d'une octave. Il est de deux octaves pour une vitesse de 920 km/h. Un point dont nous n'avons pas parlé pour simplifier les calculs mais qui est important, c'est que nos calculs fonctionnent si l'objet nous force directement dessus. Si vous écoutez une voiture passer depuis le bord de la route, il faudra prendre en compte l'angle sous lequel la voiture se déplace. Ainsi, si la vitesse réelle de la voiture est de V_s , la vitesse perçue par effet Doppler par l'observateur sera de $V_s \cdot \cos(\alpha)$. Nous pouvons utiliser cet effet Doppler à notre avantage. Concrètement, si un objet s'approche de moi en émettant un son, en l'écoutant approcher, j'entendrai un son légèrement plus aigu, nous venons de le voir. Si je connais la fréquence du son réellement émis, alors en utilisant l'abaque ci-dessus, je pourrai connaître la vitesse de l'objet (à son angle d'approche près). En revanche, si je ne connais pas cette fréquence d'origine, jamais je ne pourrai connaître sa vitesse avec la seule fréquence perçue. C'est pour cette raison que souvent, la détermination de la vitesse d'un objet se fait en envoyant nous-même un son, et en écoutant la fréquence de l'écho qui nous parvient. Ainsi, si un objet s'approche de moi alors que j'émetts un son dans sa direction, par effet Doppler, la personne située sur cet objet entendra un son légèrement plus aigu. De ce fait, le son qu'il réfléchira vers moi aura ce même son plus aigu. Or, comme l'objet s'approche de moi, alors le son plus aigu qu'il me renvoie sera perçu par moi encore un peu plus aigu. Tout cela peut se mettre facilement en formule. Connaissant la fréquence du son que j'ai émis, en enregistrant la fréquence de l'écho que j'ai reçu, je peux alors en déduire la vitesse de l'objet. C'est exactement ce principe qui est utilisé par les radars de la gendarmerie à ce détail près que l'onde émise n'est pas un son (ça ne serait pas très discret sinon...) mais des micro-ondes, de fréquence comprise entre 1Ghz et 300Ghz.

Pour les étoiles, on ne peut pas envoyer un signal quel qu'il soit et enregistrer la fréquence de l'écho simplement parce que les objets sont si loin qu'il faudrait un signal avec une intensité phénoménale, et ensuite, on devrait attendre, plusieurs années, voire plusieurs milliers

d'années pour entendre l'écho. La solution vient de l'analyse du spectre des étoiles. Je vous invite pour cela à consulter l'annexe consacrée à l'analyse de la composition des étoiles pour comprendre ce principe. Les étoiles, puisqu'elles contiennent de l'hydrogène dans leur chromosphère ont dans leur spectre des raies noires d'absorption caractéristiques de cet atome d'hydrogène aux fréquences 410 nm, 434 nm, 486 nm et 656 nm. Tout naturellement, si cette étoile s'approche de nous, alors j'observerai les bandes caractéristiques de l'hydrogène sur des longueurs d'onde plus courte (décalage vers le bleu) et si elle s'éloigne, j'observerai ces bandes noires sur des longueurs d'onde plus longue (décalage vers le rouge).



Regardez sur cet exemple trois raies spectrales de 3 étoiles différentes.

La première est une étoile fixe et je constate que sur son spectre, les raies d'absorption de l'hydrogène sont exactement à la bonne place.

La deuxième étoile contient un spectre dont les raies sont décalées d'une quinzaine de nanomètres vers le rouge. J'en déduis donc que l'étoile s'éloigne de nous à une vitesse d'environ 10 000 km/s.

La troisième étoile contient un spectre décalé de près de 80 nm vers le rouge. J'en déduis donc que l'étoile s'éloigne de nous à une vitesse d'environ 50 000 km/s.

C'est par cette méthode que nous avons pu savoir la vitesse des étoiles voisines par rapport à nous et ainsi connaître la structure spirale de la Voie Lactée.

C'est ainsi que nous avons pu savoir que la Galaxie d'Andromède se rapproche de nous, et qu'elle est aussi en rotation.

Nous pouvons même observer, pour une même étoile, une bande d'absorption un peu plus large que la normale, trahissant une variation de vitesse à la surface de l'étoile, souvent révélatrice d'une rotation très rapide de l'étoile.

~~~~~

## La métrique de Chung-Freese

Des travaux complémentaires à ceux d'Alcubierre ont été publiés qui élargissent l'idée d'un voyage supraluminique à des dimensions supérieures de l'espace-temps. En 2000, Chung et Freese ont publié un modèle spatio-temporel de dimension supérieure qui est une métrique de Friedmann-Robertson-Walker (FRW) modifiée, comme le montre l'équation 5. L'idée d'un modèle dimensionnellement plus élevé est que le sous-espace standard 3 + 1 existe en tant que «brane» intégré dans l'espace-temps dimensionnel plus élevé étiqueté comme «le Vrac» (the bulk).

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + a^2(t) e^{2kU} dX^2 + dU^2 \quad (5)$$

Le terme  $dX^2$  représente l'espace 3 + 1 (sur le brane), tandis que le terme  $dU^2$  représente le Vrac avec le brane situé à  $U = 0$ . Le terme  $a(t)$  est le facteur d'échelle, et  $k$  est un facteur de compactification pour les dimensions d'espace supplémentaire (les extra-dimensions). Une analogie conventionnelle pour aider à visualiser la relation brane-bulk : considérez une feuille 2D qui existe dans un espace 3D. Les habitants 2D vivant sur le sous-espace «plat» ont une variété qui est cartographiée avec une métrique simple,  $dx^2 + dy^2$ , qui peut être considéré comme étant analogue au  $dX^2$ .

Les termes dans l'équation 5 :

Le reliquat de l'espace en Vrac 3D est cartographié par l'axe  $z$ , et tout ce qui n'est pas sur la feuille aurait une coordonnée  $z$  non nulle. Ce terme supplémentaire  $dz^2$  est, du point de vue des habitants de la 2D, le terme  $dU^2$  dans l'équation 5. Tout ce qui ne figure pas sur la feuille 2D serait étiqueté comme étant dans le Vrac, avec cette analogie simplifiée. Afin d'illustrer la relation mathématique entre un «hyper drive» et un «warp drive», les géodésiques null-like (idem-zéro) pour la métrique de Chung-Freese seront considérées et comparées au phénomène de la conduite conjecturée dans la métrique d'Alcubierre, c'est-à-dire le «boost» (le coup de pouce). L'équation pour les géodésiques de type null-like (idem-zéro) pour l'équation 5 est (réglage  $c = 1$ ):

$$dX/dt = e^{kU} a(t) \sqrt{1 - dU^2} \quad (6)$$

Si  $dU/dt$  est réglé sur 1, alors un photon de test qui a un vecteur vitesse orthogonal à la brane aurait une vitesse nulle mesurée sur la brane,  $dX/dt = 0$ . Si un photon de test a  $dU/dt = 0$ , mais avec une coordonnée  $U$  arbitrairement grand,  $dX/dt$  sera grand, possiblement  $\gg 1$ . N'oubliez pas que  $c$  a été réglé à 1, donc  $dX/dt > 1$  est analogue aux caractéristiques de voyage hyper rapide de la métrique d'Alcubierre. Le comportement des géodésiques null-like (idem-zéro) dans la métrique de Chung-Freese devient un espace quand  $U$  devient grand.

Les géodésiques null-like dans la métrique d'Alcubierre deviennent space-like (idem-espace) à l'intérieur de la bulle de distorsion, là où le boost devient important. Cela suggère que les coordonnées de l'hyperespace jouent le même rôle que le boost, et les deux peuvent être liés de manière informelle. Un grand boost (coup de pouce) correspond à un objet se trouvant plus loin de la brane et dans le Vrac.

**Ici, il faut qu'on s'arrête et que je vous explique brièvement ce que sont les dimensions supérieures de l'espace-temps, et à quoi correspond « la brane dans le Vrac ».**

## COMPRENDRE LES DIMENSIONS

Le nombre de dimensions, c'est le nombre d'attributs quantitatifs qu'on doit connaître pour identifier un point dans l'espace et/ou dans le temps. En conséquence, un espace d'une dimension particulière est un espace qui nécessite un certain nombre de paramètres pour spécifier la localisation d'un point. Lorsqu'on est dans un espace-temps à zéro dimension géographique, la taille n'existe pas, on est confiné à un point et en ce point le temps bat à son rythme et c'est tout. Un espace à 1 dimension géographique (1D) est une ligne tirée entre deux points. Imaginons que c'est une ligne  $ox$  qui est tracée entre un point situé sur le bout de votre nez et un autre point se trouvant sur le bout de mon nez, et cette ligne, qui bouge suivant nos mouvements, est prolongée jusqu'à l'infini. Une fourmi qui parcourt cette ligne peut être représentée par une worldline (ligne d'existence dans son monde) qui apparaît d'abord comme un point sur la ligne  $ox$ , puis ce point se déplace dans les deux sens pour devenir finalement une portion de droite dont la longueur est cadencée par le temps.

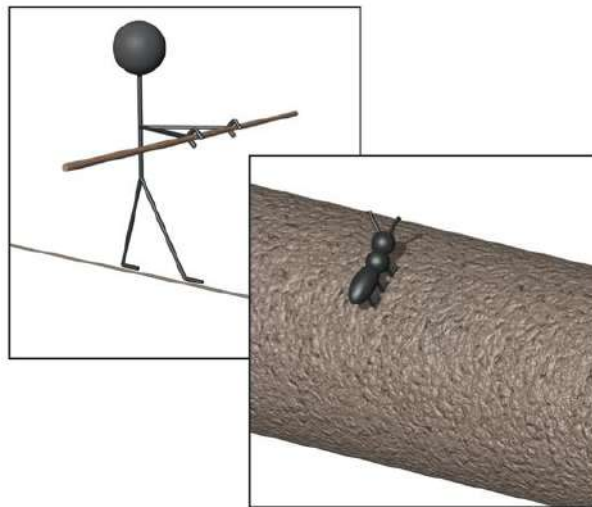


Figure 2: Example of a compact dimension

Fig.111 – *Un homme qui marche en équilibre sur une corde se déplace en avant et en arrière **dans une seule dimension**. Mais une fourmi qui se déplace sur cette même corde (la corde étant vue par l'homme comme un objet à une dimension) se déplace en réalité sur **une surface, qui est un objet à deux dimensions**. La fourmi peut effectivement aller à droite et à gauche, vers le haut et vers le bas, alors que l'homme ne peut aller que tout droit devant lui ou reculer derrière lui.*

Imaginons maintenant un point extérieur à la droite  $ox$ . En reliant par une droite ce point à un point quelconque de l'axe  $ox$ , nous définissons un espace à 2 dimensions, c'est-à-dire une surface 2D, avec deux droites. Maintenant si nous associons une droite  $oy$  orthogonale (intersection à angle droit) à notre droite  $ox$ , nous définissons aussi une surface 2 D délimitée par  $ox$  et  $oy$ . Mais cette surface à deux dimensions vu suivant son profil, n'est qu'une ligne à une dimension.

Si nous associons une droite  $oz$  orthogonale aux droites  $ox$  et  $oy$ , nous définissons un volume 3D. Un point défini sur l'axe  $x$ ,  $y$  et  $z$  va converger en projection orthogonale vers un point situé dans le volume défini par  $ox$ ,  $oy$ ,  $oz$ . Il faut toujours connaître 3 nombres pour caractériser un point dans un espace à 3 dimensions. Ces 3 nombres peuvent par exemple se situer en latitude, longitude, et altitude.

Un espace à 4 dimensions nécessite un axe orthogonal supplémentaire, difficile à dessiner, mais simple à imaginer. Si l'axe supplémentaire est le temps, pensez par exemple à la position que vous occuperez dans un endroit quelconque le 1<sup>er</sup> janvier 2026.



Plus un espace possède de dimensions, et plus il faut d'axes pour déterminer un point dans cet espace. Néanmoins, il ne suffit pas de produire des nombres pour déterminer une position dans un espace à  $n$  dimensions. Il faut aussi spécifier la métrique utilisée. La métrique est l'outil qui définit les quantités permettant d'établir l'échelle de mesure physique des distances et des angles. Dire par exemple que la distance entre 2 points est de 19 ne signifie rien, si on ne précise pas si ce sont des centimètres, mètres, ou années-lumière.

Il faut aussi que la métrique contienne toute l'information sur la forme ou la configuration de l'espace. Par exemple, si c'est une surface plane, courbe, etc.

#### COMMENT CONSTRUIRE UN OBJET MULTIDIMENSIONNEL

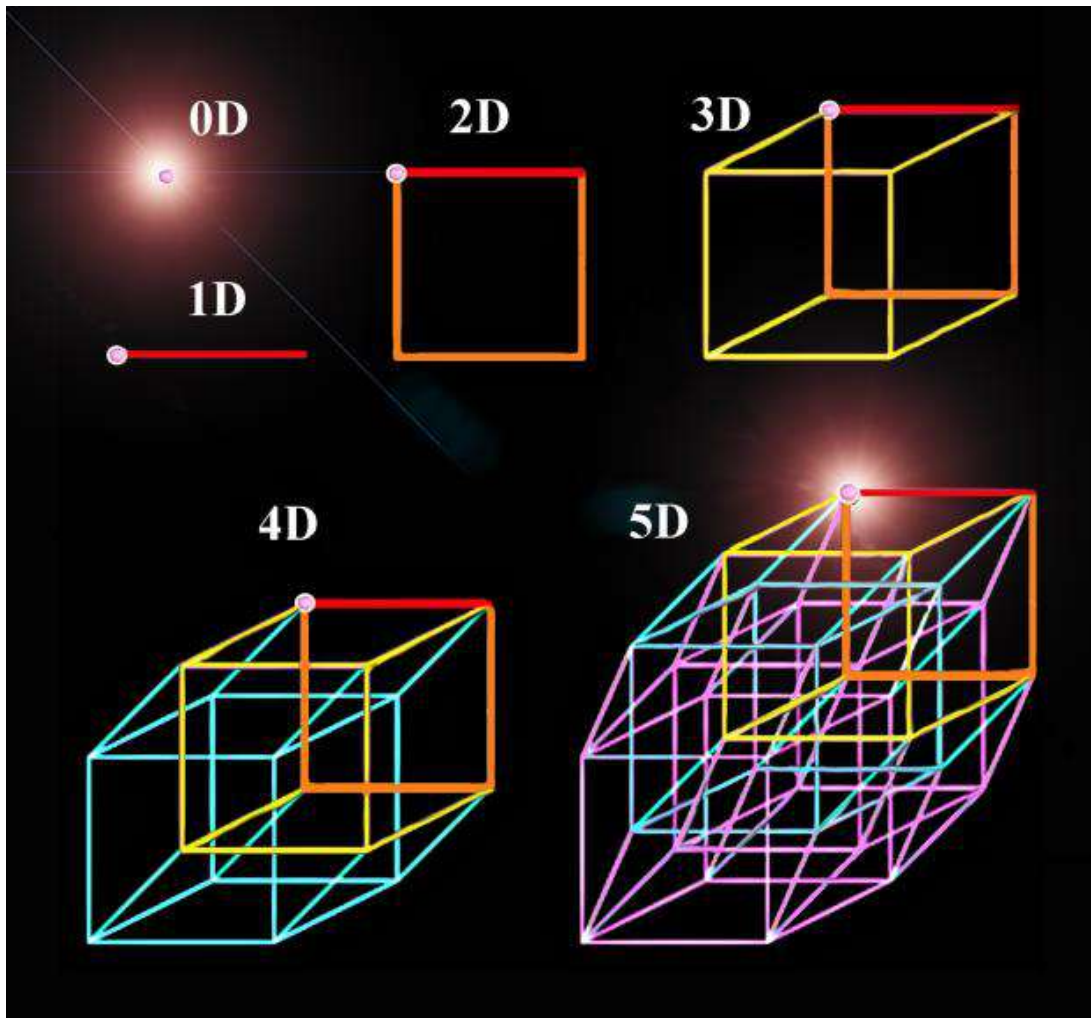


Fig.112 – Un point sur une feuille, c'est zéro dimension (0D). Un point qui se déplace, c'est un trait, ou encore, connecter 2 points vous donne un segment de droite. Un trait ou un segment de droite, c'est 1 dimension (1D). Connecter 2 segments de droite posés en parallèle l'un au-dessus de l'autre avec 2 autres segments donne un carré. Un carré est un objet à 2 dimensions (2D). Connecter 2 carrés posés en parallèle l'un au-dessus de l'autre avec 4 autres carrés donne un cube. Un cube est un objet à 3 dimensions (3D). Pour construire un cube à 4 dimensions, encore appelé un tesseract ou un hypercube 4D, il suffit de connecter 2 cubes posés en parallèle comme le montre la figure 112. Mais on peut aussi poser un cube l'un au-dessus de l'autre avec 6 autres cubes (un cube pour chaque face du cube) pour obtenir un hypercube à 4 dimensions. Il y a bien sûr d'autres possibilités de construction. Pour obtenir un hypercube à 5 dimensions, on peut **continuer mathématiquement** le processus de construction, mais matériellement c'est difficile de se représenter cet hypercube 5D qui... néanmoins est très réel. Pour toute chose que nous regardons (une photo, un film, un tableau), notre esprit reconstitue en 3D ce qui est en 2D.

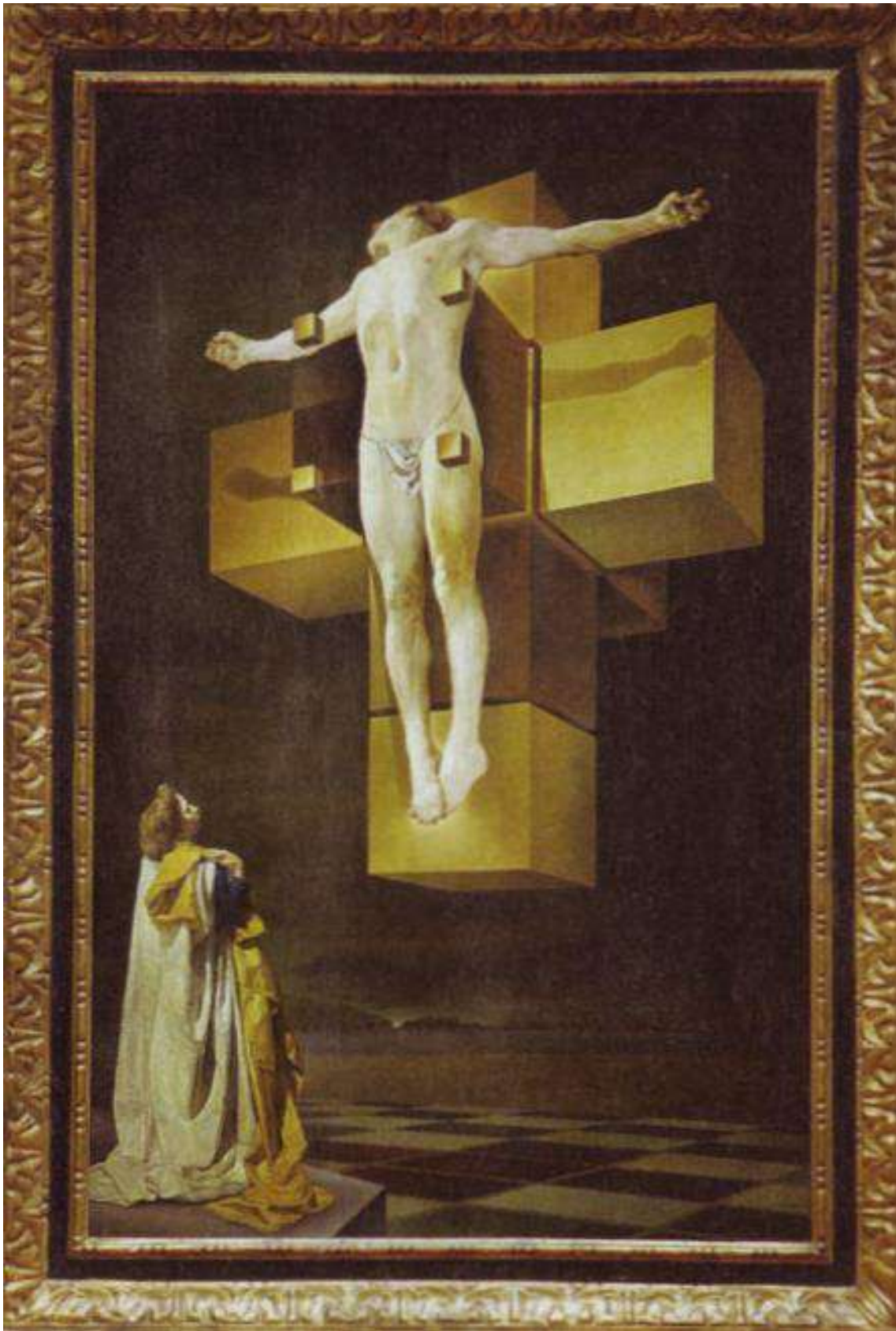


Fig.113 – Cette superbe toile de Salvador Dali, baptisée « Corpus Hypercubus » montre la mort du Christ sur un hypercube à 4 dimensions dans une scène à 3 dimensions. Bien que la toile soit un objet à 2 dimensions, l'artiste a fait appel à des effets d'ombre et de lumière pour obtenir un rendu de la 4<sup>ème</sup> dimension.

Nous pouvons donc utiliser des informations à 2 dimensions pour construire un objet à 3 dimensions. Les méthodes que nous utilisons pour réduire un objet de dimension supérieure à un objet de dimension inférieure sont : le saucissonnage (ou la découpe en sections), la projection, l'holographie, ou même en ignorant tout simplement une dimension. La recombinaison des tranches d'un saucisson reforme le saucisson. Bien que chaque tranche possède une certaine épaisseur et soit effectivement un objet à 3 dimensions, on peut considérer de manière approximative, lorsqu'elles sont très fines, que ce sont des objets à 2 dimensions. La projection créée à partir d'un objet à 3 dimensions est une ombre à 2 dimensions sur un écran. Chaque point de l'ombre n'est caractérisé que par 2 coordonnées (horizontale et verticale).

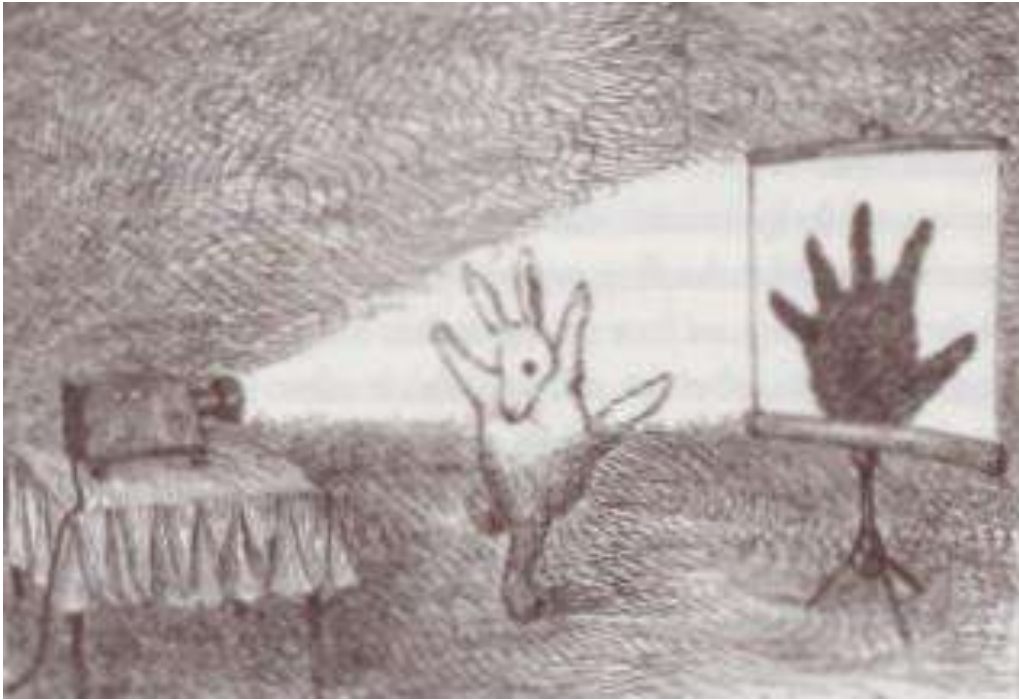


Fig.114 – La projection d'un objet à 3 dimensions donne un objet à deux dimensions appauvries en information.

Est-ce qu'un objet peut avoir des propriétés inconciliables ? Par exemple, un cylindre peut-il avoir à la fois les propriétés d'un cercle et d'un rectangle ? Apparemment, non. Eh bien, si.

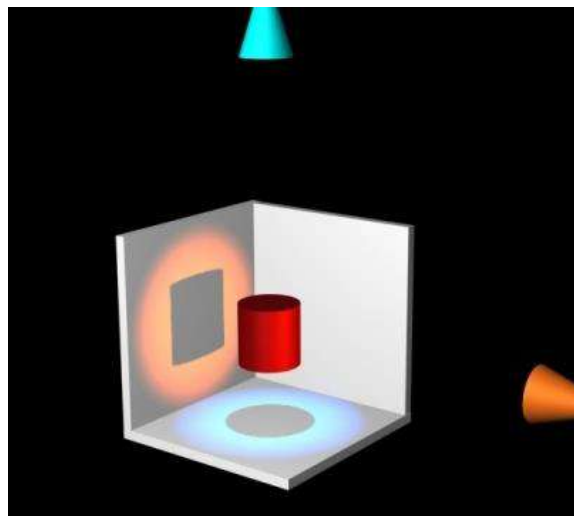


Fig.115 - Sur un plan à 2 dimensions, le cylindre est à la fois un cercle et un rectangle, comme le montre l'illustration ci-dessus. Le moyen le plus simple de faire une projection est d'ignorer une dimension.



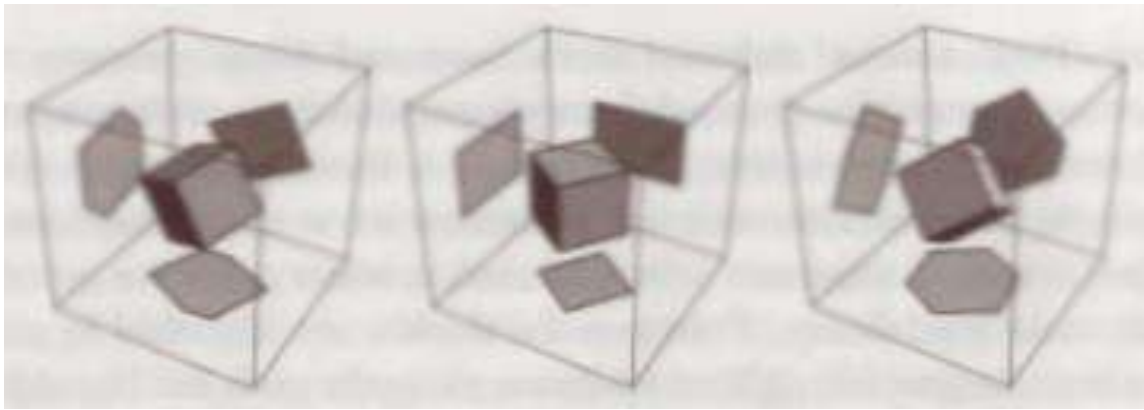


Fig.116 – Un cube à 3 dimensions est projeté sur 3 murs pour obtenir des projections à 2 dimensions. Ces projections peuvent prendre des formes variées : rectangle, losange, hexagone. La plus simple étant un carré (dessin du centre, en bas).

Le moyen le plus simple de faire percevoir la troisième dimension avec un dessin à 2 dimensions est d'ajouter des effets d'ombre.

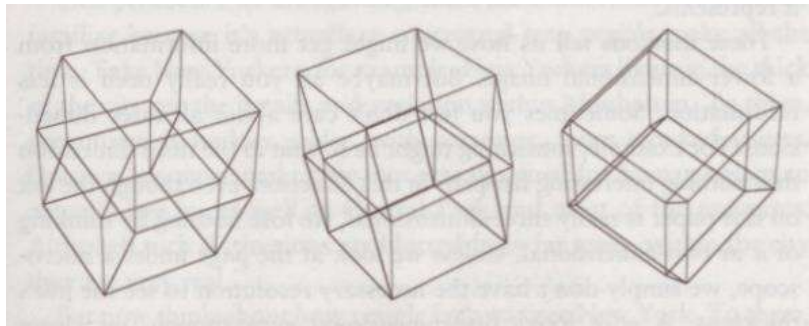


Fig.117 – Projections d'un hypercube. Attention, la **projection n'est pas l'objet, mais une reconstitution infra-dimensionnelle de l'objet.**

Donc, quand on passe à 6 dimensions, on rencontre un 6-D hypercube, qui est au pentaract ce que le pentaract est au tesseract ; qui est au tesseract ce que le tesseract est au cube ; qui est au cube ce que le cube est au carré ; et qui est au carré ce que le carré est au segment de droite ; et qui est au segment de droite ce que le segment de droite est au point.

L'exploration des espaces supérieures à 3 est très délicate. Le célèbre mathématicien Henri Poincaré écrivait déjà en 1903 : « Quelqu'un qui y consacrerait son existence pourrait peut-être arriver à se représenter la quatrième dimension ». Mais Poincaré s'était trompé, heureusement. Pourtant, à l'aide de modèles de simulation informatique, des mathématiciens arrivent à manipuler des « groupes de Lie », qui sont des objets de dimensions complexes. Le groupe E8 par exemple, possède 496 dimensions. On a obtenu tout récemment une représentation condensée bidimensionnelle de ce groupe en projetant sur le plan un espace à 8 dimensions parsemé de points.

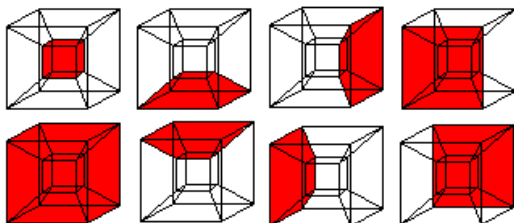
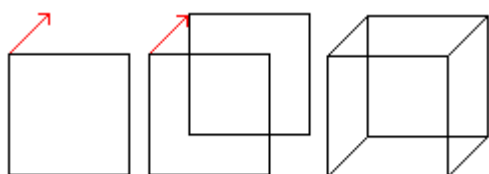
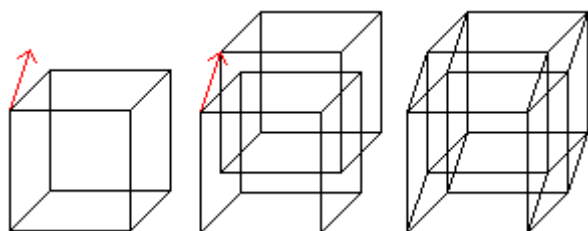


Fig.118 - 6 des 8 cubes apparaissent en bases pyramidales situées entre le petit et le grand cube. Quatre cubes, 6 carrés, et 4 traits se rencontrent à chaque coin. 2 cubes se rencontrent à chaque carré.

Récapitulons :

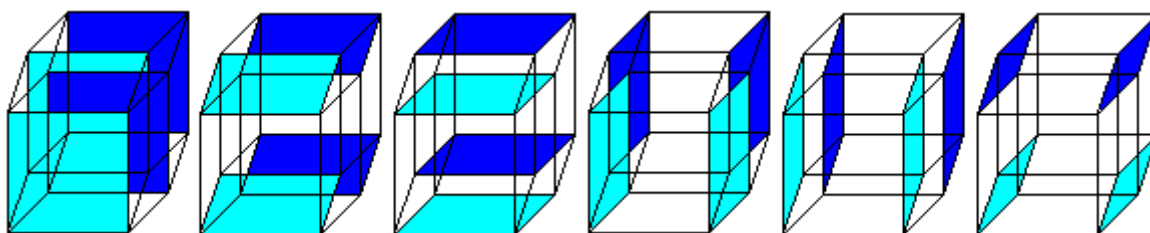


Si on déplace un carré parallèlement à un plan, en joignant les sommets correspondants par un trait, on obtient une vue en perspective d'un **cube**. Le cube est un objet 3 D.

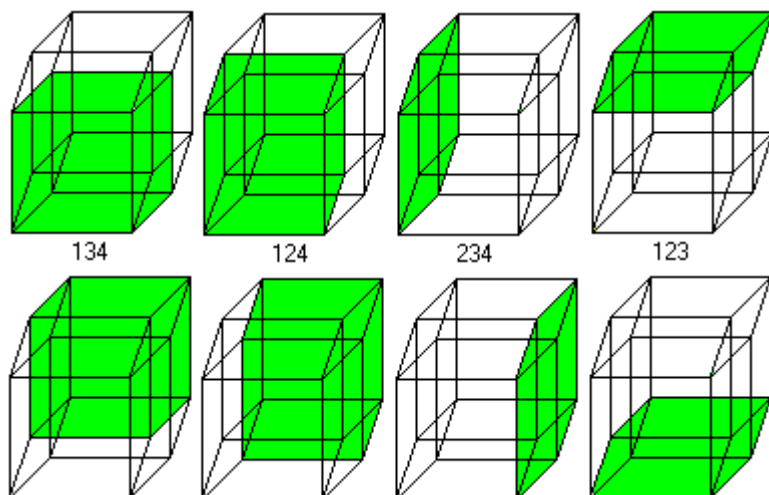


Si on déplace un cube parallèlement dans l'espace, en joignant les sommets correspondants par un trait, on obtient une vue en perspective d'un hypercube 4 D, ou **tesseract**.

L'hypercube a 16 coins (dérivant des 8 sommets de chacun des 2 cubes) et 32 traits.



L'hypercube 4 D (ou **tesseract**) a 24 carrés.



Le cube est recouvert par 6 carrés. De la même manière, 8 cubes composent l'hypercube 4D (ou tesseract)

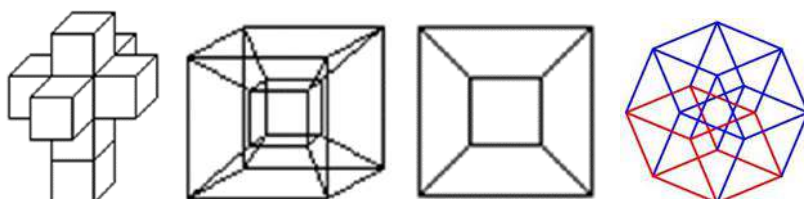




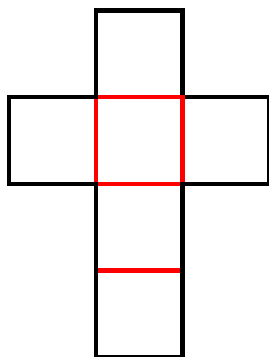
Fig.119 – Regardez les dessins de la ligne du bas : ce sont tous des hypercubes en 4 dimensions (ou tesseracts). On voit les rendus de l'objet, **et il faut éviter de confondre un objet avec son rendu**. En déplaçant d'une certaine manière un rendu, on peut obtenir un nouveau rendu de dimension supérieure.

A gauche, l'hypercube en 4 dimensions (ou tesseract) est constitué d'un arrangement de 8 cubes. Ensemble les 8 cubes ont  $8 \times 6 = 48$  carrés.  $2 \times 7 = 14$  carrés sont liés. Si on construit un hypercube, on doit coller bout à bout les 34 autres carrés restants.

Au centre gauche, c'est une autre manière de représenter l'hypercube 4D (ou tesseract).

A centre droit le cube est distordu vers l'intérieur. 4 des 6 côtés carrés du cube apparaissent en trapèzes qui sont pris entre les petits et les grands carrés. Mais c'est aussi une autre manière de représenter l'hypercube 4D (ou tesseract)

A droite, le dessin montre un hypercube 4D (ou tesseract) en projection centrale.



Si on étend le cube, on obtient sa surface dépliée. Ensembles les 6 carrés composent  $6 \times 4 = 24$  côtés.  $2 \times 5 = 10$  côtés (en rouge) sont reliés. Si on construit un cube, on doit coller bout à bout les 14 autres côtés restants. Il y a 11 dépliants différents.

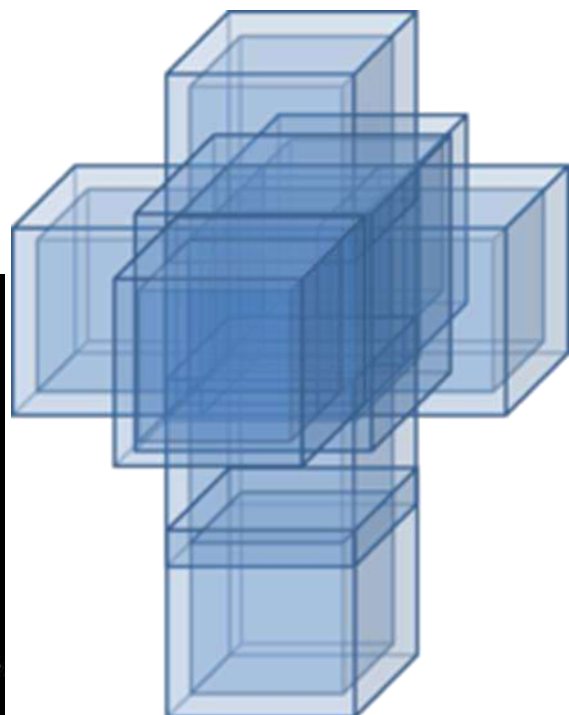
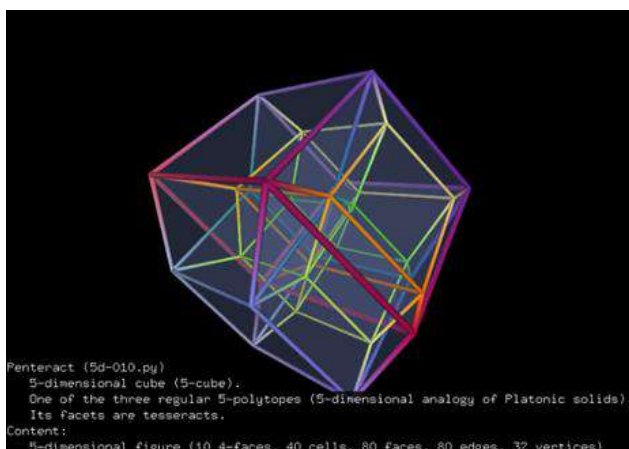
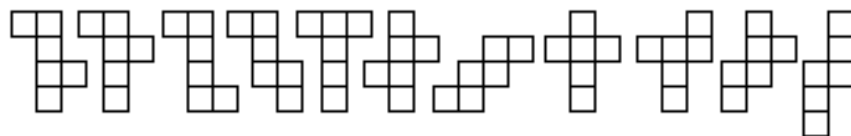


Fig.120 – Deux rendus possibles d'un hypercube en 5 dimensions, ou Pentaract

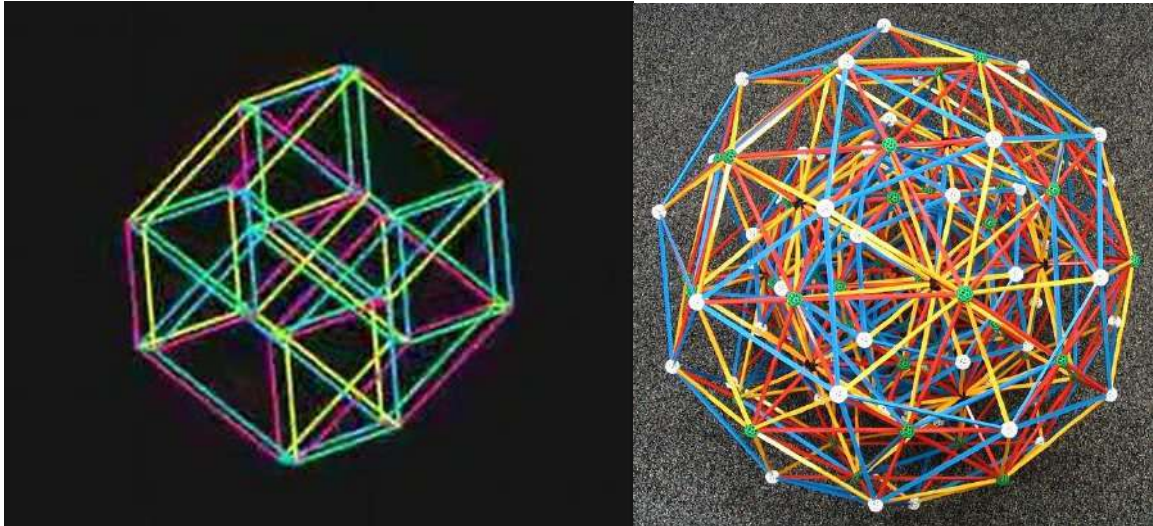


Fig.121 – A gauche, un rendu d'un Pentaract ou hypercube en 5D. A droite, un rendu d'un Hexaract, ou hypercube en 6D.

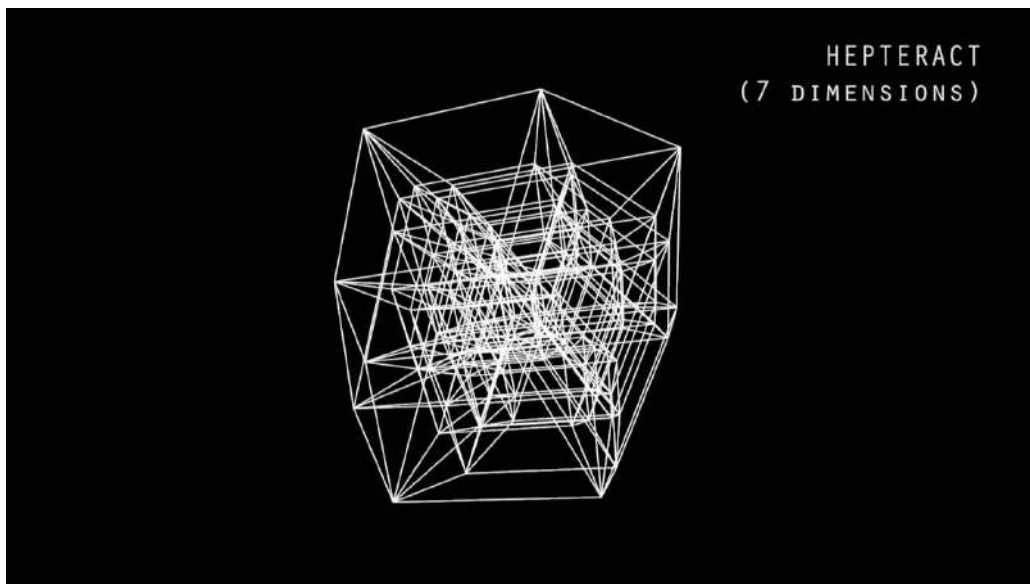


Fig.122 – Rendu d'un Hepteract, ou hypercube en 7 dimensions.

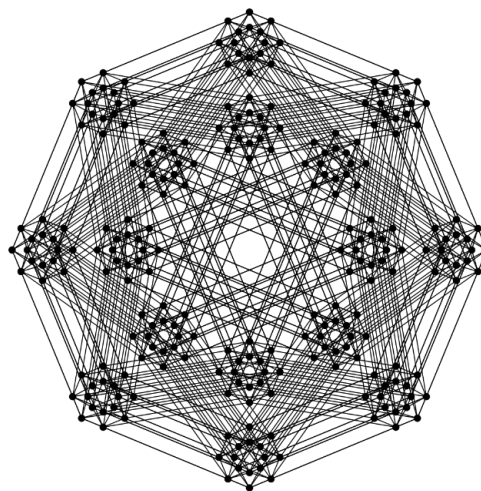


Fig.123 – Deux rendus d'un Octeract, ou hypercube en 8 dimensions



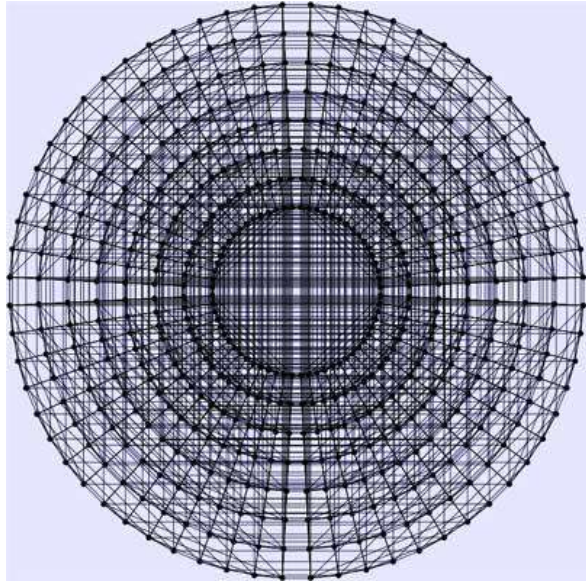


Fig.124 – Rendu d'un Enneract, ou hypercube en 9 dimensions

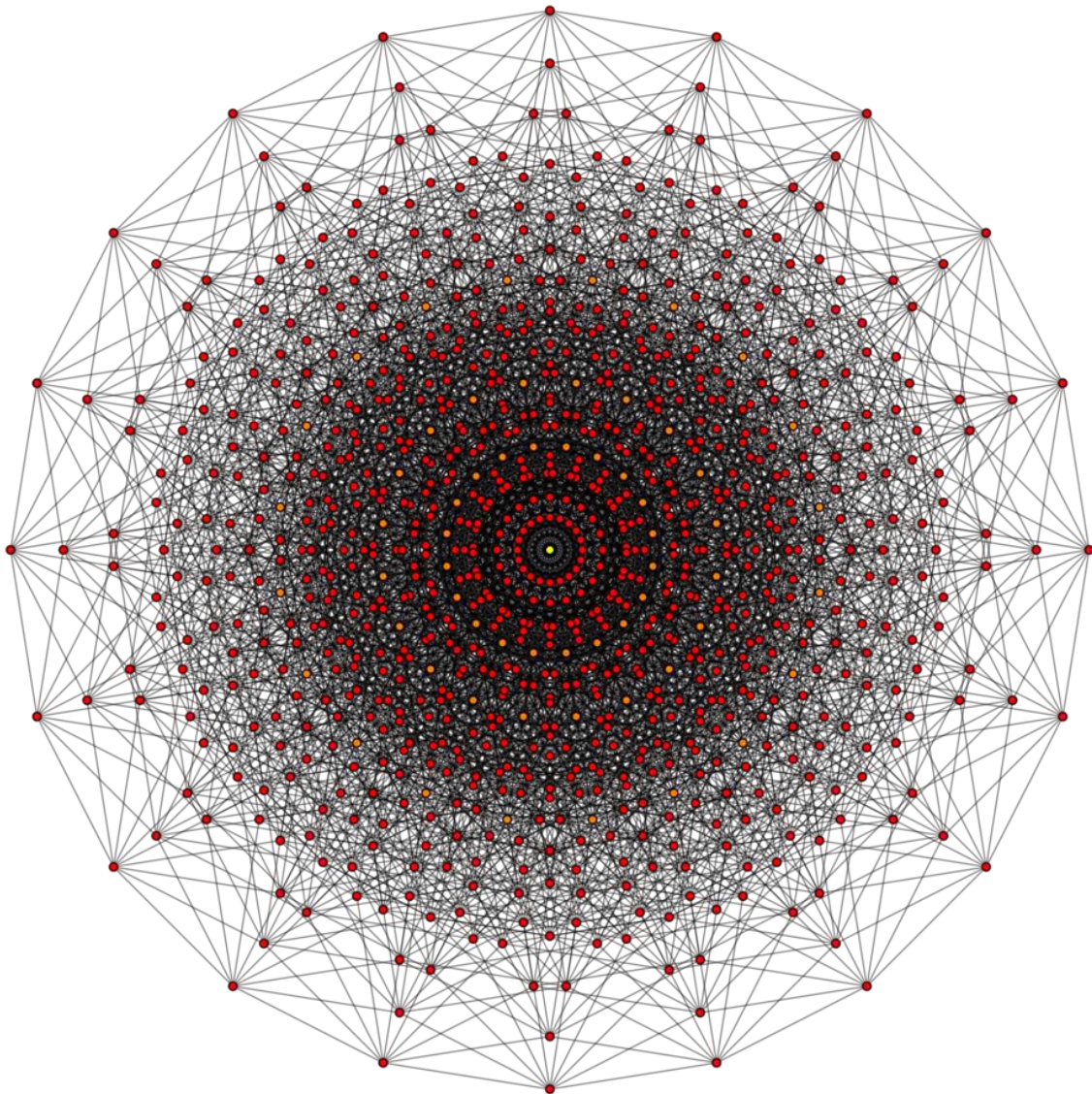


Fig.125 – Rendu d'un Dekeract, ou hypercube en 10 dimensions. Un cube, ou une boule ?

Une image holographique est un autre moyen d'enregistrer et de projeter un « rendu » en 3 dimensions à partir d'une surface à 2 dimensions.

Une image holographique enregistre les nuances de lumière en différents endroits de l'image, afin que l'image à dimension supérieure puisse être reconstituée. C'est comparable à la technique d'enregistrement des sons en stéréophonie, où plusieurs micros placés près de chaque instrument de musique restituent le son « en relief » d'un orchestre. Ce sont les sons relatifs des instruments les uns par rapport aux autres qui permettent aux oreilles de restituer le relief. De même, dans un hologramme, ce sont les variations relatives de lumière qui permettent aux yeux de reconstituer le relief.



Fig.126 - La particularité d'un hologramme est que, bien qu'il soit à 2 dimensions, il porte en lui toutes les informations de la dimension supérieure, c'est à dire la 3<sup>ème</sup> dimension.

Cette image vaut-elle plus que mille mots ? Selon le principe holographique, l'information que vous pouvez tirer de cette image est d'environ  $3 \times 10^{65}$  bits pour un écran de taille normale. Le principe holographique, jusque-là non démontré, affirme qu'il existe une quantité maximale d'information contenue dans des régions adjacentes à n'importe quelle surface. Ainsi, contrairement à notre intuition, l'information contenue dans une pièce dépend non pas du volume de la pièce mais de la surface de ses murs. Le principe découle de l'idée que la longueur de Planck, l'échelle de longueur à laquelle la physique quantique commence à dominer la gravité classique, est un côté d'une surface qui contient seulement environ un bit d'information. On peut conclure, en généralisant à partir de conjectures sur des distances similaires, que l'information contenue dans un trou noir est déterminée non par son volume mais par la superficie de son horizon d'événement. Le terme "holographique" provient d'une analogie avec le terme hologramme pour lequel des images à trois dimensions sont créées en projetant de la lumière à travers un écran plat.

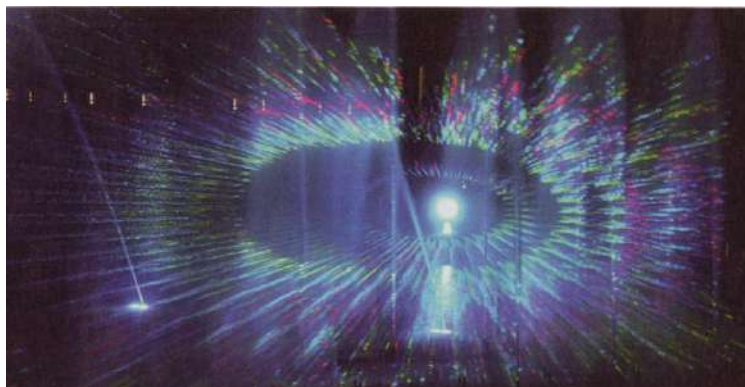


Fig.127 – Cet hologramme reconstruit l'image en 3 dimensions d'une averse à partir d'un objet en 2 dimensions : les détails d'une image en deux dimensions sont agrandis et reconstitués en 3 dimensions. Par analogie, la théorie holographique est utilisée pour expliquer le rapport d'analogie (le caractère dual) entre **la réalité telle que nous connaissons** (décrit par le modèle standard dans notre univers à 4 dimensions) et la théorie des cordes (qui décrit **notre monde « sous influence » des dix dimensions**).



Cette hypothèse est aujourd'hui la clé de voûte pour la construction d'une théorie quantique de la gravité qui respecte la mécanique quantique. Inventée il y a maintenant 80 ans, la mécanique quantique était développée pour décrire le comportement des particules et des forces dans des échelles subatomiques. A cette échelle, les objets n'ont pas de positions figées et de vitesses fixes, ils sont décrits par des probabilités et des vibrations (ondes) qui emplissent certaines régions de l'espace. Dans le monde quantique, même au niveau le plus bas, tout est dans un état de mouvance permanent, même l'espace vide est continuellement rempli de particules virtuelles qui apparaissent et disparaissent comme par enchantement. A  $10^{-33}$  cm (constante de Planck), le vide apparaît comme une mousse bouillonnante qui surnage sur une mer remplie de particules virtuelles.

Au niveau macroscopique, la meilleure théorie sur la gravité est celle d'Einstein. Elle explique que la concentration de matière ou d'énergie provoque une courbure de l'espace-temps et que cette courbure dévie la trajectoire des particules, de la même manière que ces particules seraient déviées par un champ gravitationnel. Dans cette théorie maintes fois prouvée, les objets ont des positions fixes comme des planètes gravitant autour du soleil. Il suffit de déterminer les masses, les positions et les vitesses de ces objets dans les équations de la Relativité Générale pour déduire la courbure de l'espace-temps et en déduire les effets de la gravité sur les trajectoires de ces objets. **Dans cette théorie, le vide est parfaitement homogène et uniforme, absent de toute matière et d'énergie.** La gravité n'est pas une force qui agit directement sur les objets. La gravité est une conséquence de la courbure de l'espace-temps.

Comme la gravité implique nécessairement une courbure de l'espace-temps, **une théorie quantique de la gravité sera aussi une théorie quantique de l'espace-temps.** Il nous dévoilera de quoi est faite cette mousse de l'espace-temps, et nous expliquera ce qui s'est passé à l'origine du Big Bang, ou ce qui se passe à l'intérieur d'un trou noir. Une approche prometteuse d'une théorie quantique de la gravité est la théorie des « supercordes ».



Fig.128 - Un hologramme est une photographie d'un type particulier qui engendre une image tridimensionnelle quand on l'éclaire de façon appropriée ; toute l'information décrivant une scène en trois dimensions est encodée dans le motif de zones claires et sombres inscrit sur un film mince à deux dimensions.



## COMMENT UN OBJET DE DIMENSION SUPERIEURE APPARAÎT DANS NOTRE MONDE?

Des microbes, se trouvant sur les 2 faces d'une feuille de papier, verraient un crayon qui traverse la feuille de papier comme une ombre circulaire. En effet, le microbe ne peut pas s'élever dans la troisième dimension pour apercevoir le crayon. Il ne perçoit que la section du crayon.

Au cirque, un acrobate marche sur une corde. Vous **le voyez dans la troisième dimension parce que vous-même vous êtes dans la troisième dimension.**

Une fourmi rampe le long d'un fil suspendu. Pour vous, la fourmi et le fil sont dans la troisième dimension, puisque la fourmi a une longueur, une largeur, une épaisseur. Le fil aussi. Mais dans la vie pratique, comme la fourmi est petite, vous la voyez comme un point qui se déplace sur une ligne droite. Vous voyez donc intuitivement la fourmi comme un **objet de zéro dimension se déplaçant sur un objet d'une dimension.**

Pour la fourmi, à son échelle, le fil est une colonne qu'elle peut parcourir de haut en bas, de droite à gauche, et inversement. Pour elle, le fil est bien un objet à deux dimensions.

Très souvent dans la vie quotidienne, on ne perçoit même plus la troisième dimension. Par exemple, l'encre du papier est vraiment en 3 dimensions, mais vous ne perdez rien à la considérer comme un objet en 2 dimensions.

Sélectionner l'information pertinente est un processus que nous adoptons en permanence pour nous débarrasser des détails qui nous encombre. Nous sommes tellement habitués avec ce processus que nous ne percevons plus que les choses qui sont à notre échelle, dans notre dimension.

Faisons encore une gedanken (une expérience de pensée) et imaginons que nous sommes des êtres vivants dans la 2<sup>ème</sup> dimension. Comment verrons-nous un engin extradimensionnel sphérique à 3 dimensions qui traverse notre monde ?

Evidemment, n'ayant jamais été nous-mêmes dans la troisième dimension, une sphère 3D est un objet qui est au-delà de notre compréhension.

Mais si nous voyons apparaître dans notre monde à 2 dimensions une succession de disques, qui vont du plus petit au plus grand, puis du plus grand au plus petit, nous pourrions écrire une équation qui assemble ces différents disques par rapport à l'écoulement du temps, et nous aurions obtenu une fonction qui décrit une sphère. Même si nous n'avons jamais vu de sphère, même si nous n'avons pas d'expérience de la troisième dimension, cette fonction nous aurait ouvert les yeux sur un objet inconnu de notre monde.

Considérons maintenant le cas des personnes qui nous disent que les HAUC en forme de triangle noir semblent crever le ciel pour nous apparaître soudainement comme un gros triangle plat, un objet en 2D. Le gros HAUC est-il en 2D ? Certainement pas. Ce serait plutôt un objet d'un monde dont les dimensions sont supérieures à la nôtre, mais au moment de leur traversée vers notre monde, nous le voyons en 2D et en très peu de temps après en 3D, parce que la bulle d'espace-temps qui l'enveloppe met un certain temps à restituer entièrement son image à nos yeux. Mais il y a une autre hypothèse qu'il faut explorer sérieusement : les partisans du modèle standard (le pinacle de la physique actuelle) disent que nous vivons dans un monde en 3D+1. Les partisans des nouvelles théories post-standard disent que nous vivons dans un monde à 10 dimensions, voire beaucoup plus ( $10^{500}$ ). Supposons que le monde dans lequel nous vivons ne partage pas les mêmes dimensions que celles dont viennent les HAUC, alors il est évident que nous ne pouvons pas voir les HAUC tels qu'ils sont réellement puisque nous ne partageons pas les mêmes dimensions. Donc seules des équations mathématiques peuvent simuler les différentes formes que pourraient avoir un véritable HAUC et nous proposer des rendus, ensuite c'est à nous de conduire des expériences pour déterminer lequel de ces rendus répond aux critères de réalité. La Fig.116 devrait vous donner de l'inspiration : si vous regardez sur la figure de gauche et la figure du centre dans les projections sur le mur d'en face, on voit un carré. La moitié du carré sur le mur, est un triangle n'est-ce-pas, mais si on voit, en projection sur le mur un triangle, l'objet réel 3D cela pourrait être quoi ? Et si cet objet n'était pas en 3D, mais un objet multidimensionnel, comment serait-il ?

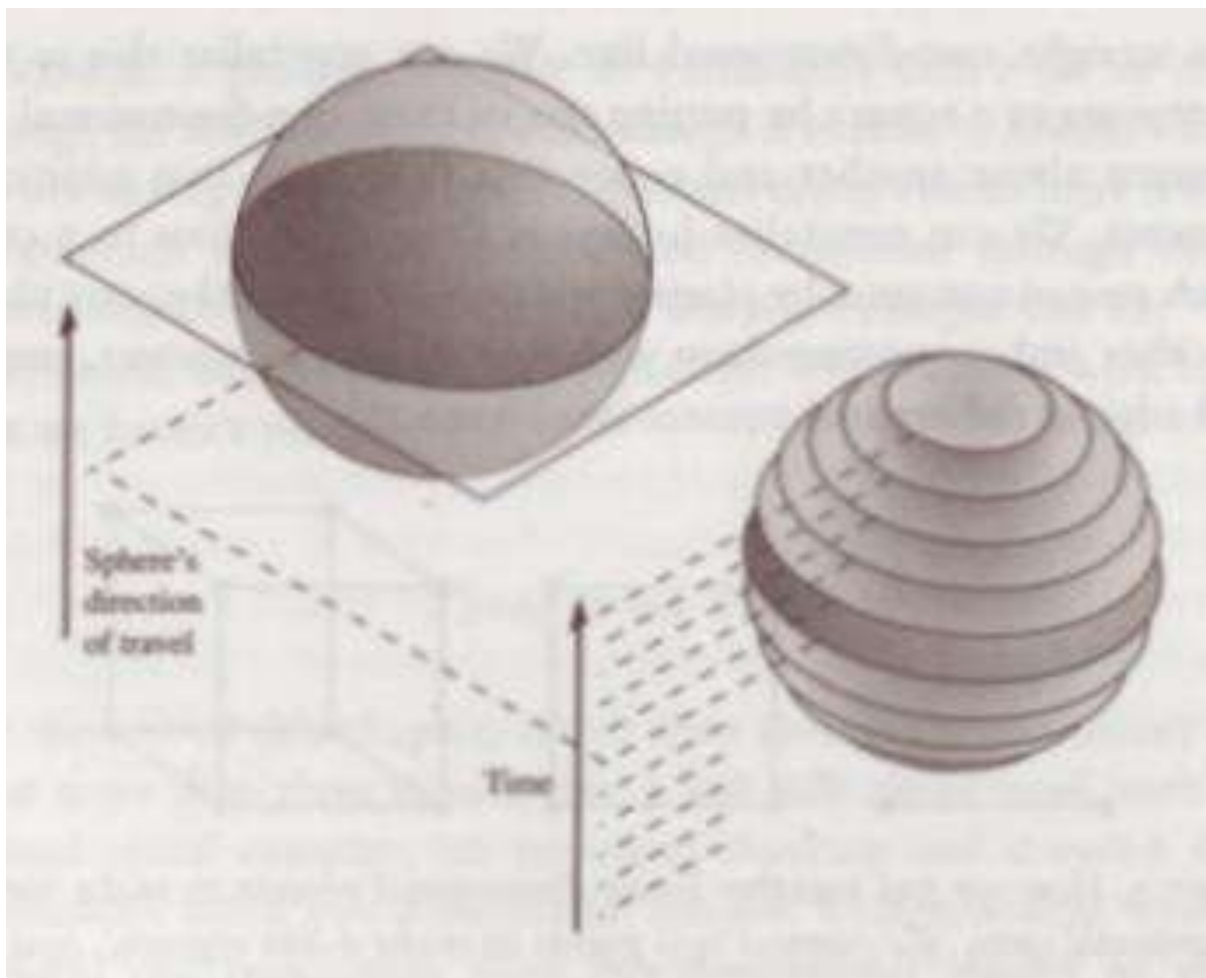


Fig.129 – Si une sphère traverse une surface plane (à deux dimensions), un observateur à deux dimensions verrait un disque, pas une sphère.

C'est la séquence des disques traversant un univers à deux dimensions qui permettrait à un observateur vivant dans cet univers de reconstituer l'image d'une sphère, objet qui lui est complètement inconnu dans son monde.

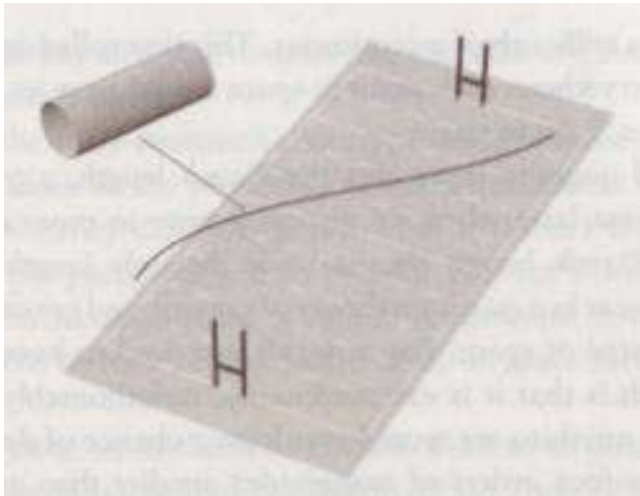
Par analogie, un observateur vivant dans notre univers 4D et voyant une succession de sphères, des orbes lumineux qui grossissent de plus en plus lors de leurs apparitions, ou des orbes lumineux qui rétrécissent de plus en plus, saurait-il qu'il a affaire à une traversée dans notre monde des hypercubes venant de la cinquième dimension ?

Voilà, nous savons que si une hypersphère (une sphère à 5 dimensions) passe dans notre univers à 4D il nous apparaîtrait comme une succession dans le temps de sphères à 3 dimensions géographiques qui augmenteraient de volume, puis diminueraient de volume. Nous n'avons jamais voyagé dans un espace-temps à 5 dimensions et donc nous n'avons jamais eu l'occasion d'apercevoir une hypersphère vivant dans son monde à 5 dimensions. Néanmoins, nous pouvons faire des déductions pour savoir à quoi ressemblent des objets de dimensions supérieures, si jamais ces objets traversent notre monde.

Cet exemple porte sur un corps simple, à 4 dimensions géographiques. Imaginez la complexité des formes à  $n$  dimensions qui peuvent traverser notre monde, y compris ceux qui ne sont pas à notre échelle de perception.

Mais pourquoi ne pouvons-nous pas voir ce qui se passe dans les autres dimensions ?

## LES DIMENSIONS REPLIEES



Si nous survolons un terrain de football avec un hélicoptère, un tuyau d'arrosage posé sur le terrain ressemble à un fil, un objet à une dimension.

Mais de près, un tuyau d'arrosage possède une surface externe à 2 dimensions, et un volume interne à 3 dimensions. Quelque chose qui est très petit ne semble pas avoir d'épaisseur, mais il porte en lui-même des dimensions.

Mais alors, que signifie la petitesse d'un objet ? Comment vivent les êtres enfermés dans ce minuscule univers replié sur lui-même ?

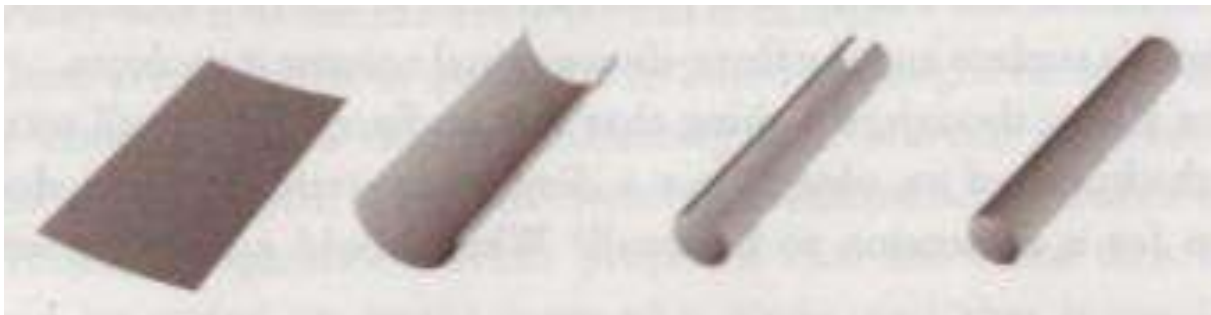


Fig.130 – *Quand une dimension est repliée, un univers à deux dimensions s'apparente à un univers à une dimension. La feuille à gauche, objet à 2 dimensions, une fois repliée et vue de loin, devient à droite un objet à une dimension. Mais c'est le même objet !*

Donc la réponse aux 2 questions ci-dessus tout dépend de la dimension des êtres, petits ou grands, qui vivent à l'intérieur de cet univers, et aussi de ceux, petits ou grands, qui les observent.

Parce que la représentation d'univers supérieurs à 4 dimensions est impossible, prenons l'exemple d'un univers à 2 dimensions pour comprendre le raisonnement.

Reprenons notre tuyau d'arrosage, qui n'est qu'un long ruban en caoutchouc enroulé en tube avec une petite section circulaire. Considérons ce tuyau comme un univers en lui-même, et non comme un objet dans notre univers.

Si un univers a la forme d'un tuyau d'arrosage, nous avons une dimension très longue, et une dimension très petite quand il est recourbé sur lui-même.

Pour une petite punaise vivant à l'intérieur du tuyau et qui ne sait que ramper, le tuyau lui apparaît comme un univers à 2 dimensions. L'insecte peut tourner en rond et revenir sur ses pas, ou aller loin dans un sens ou dans l'autre.

Pour une petite taupe qui rampe le long du tuyau, comme son corps remplit entièrement la section du tube, le tuyau lui apparaît comme un univers à une dimension.

**La règle à retenir, c'est : Si un être remplit entièrement une dimension, il n'apercevra qu'une dimension dans un espace à 2 dimensions.**



Fig.131 – Dans un univers à 2 dimensions (dessin de droite), quand une dimension est repliée, il existe un cercle sur chaque point de la dimension qui s'étend à l'infini.

Le tuyau d'arrosage représente donc un univers à une dimension enroulé en une section circulaire. Regardons la dimension de longueur infinie. Sur chaque point de cette longueur, il existe un cercle. Le tuyau, c'est l'ensemble de tous ces cercles collés les uns contre les autres.

Si nous prenons maintenant un univers à 2 dimensions, il existe deux dimensions de longueur infinie, plus une dimension qui est repliée en un cercle de longueur infinie. Dans ce cas, il y a un cercle situé sur chaque point et sur tous les points de l'espace à 2 dimensions.

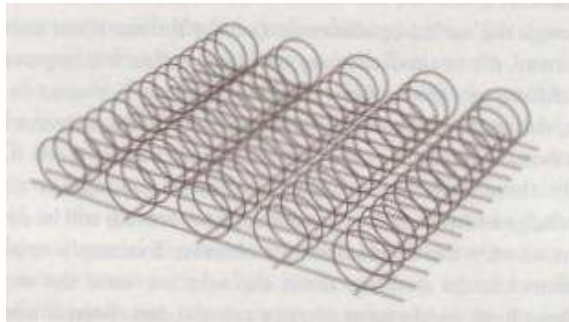


Fig.132 – Dans un univers à 3 dimensions, si une des 3 dimensions est repliée, on a un cercle sur chaque point du plan à 3 dimensions de longueur infinie, et les dimensions repliées existent en chaque point de l'espace à 3 dimensions.

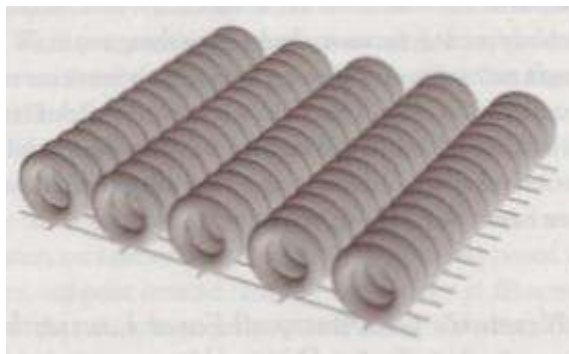


Fig.133 – Quand deux des trois dimensions sont enroulées en un tore (également appelé tubule ou beignet), on a un tore en chaque point de l'espace.

On peut penser, par analogie à ces points dans les **espaces extra-dimensionnels**, aux cellules de votre corps, qui contiennent des longues chaînes d'ADN (acide désoxyribonucléique) repliées sur elles-mêmes. De la même manière, chaque point de notre univers à 3 dimensions + 1 peut héberger un cercle compacté.

Jusqu'à présent, nous n'avons considéré que le cas d'une dimension additionnelle, qui est enroulé en un cercle. Mais tout ce qui a été dit jusqu'à présent est valable même si la dimension repliée prend une autre forme – en fait toute forme possible. Et cela reste vrai s'il y avait deux, ou davantage, de dimensions repliées de n'importe quelle forme. **Toute**



**dimension, et n'importe quelle dimension suffisamment petite nous est totalement invisible.**

Reprenons de nouveau les beignets pour expliquer un cas d'exemple de 2 dimensions simultanément repliées en un cercle. Si les deux cercles – le premier entourant le trou du beignet, et le second entourant une section du beignet – sont suffisamment petits, les 2 dimensions additionnelles repliées ne seraient absolument pas visibles.

Ceci n'est qu'un exemple. Avec plus de dimensions, il existe un nombre considérable d'espaces compactés concevables : des espaces avec des dimensions repliées, caractérisées par la façon précise dont les dimensions sont repliées. Une catégorie d'espace compactée récurrente à la théorie des cordes est appelée le repliement de Calabi-Yau,

En résumé, **quelle que soit la forme prise par une extra-dimension, quelle soit la pluralité des dimensions, à chaque point le long d'une dimension infinie il existe un espace compact contenant toute forme de dimensions repliées.**

Ce qui signifie en clair : partout **dans notre monde**, partout dans l'espace quotidien visible – au bout de notre nez, au Pôle Nord de la planète Mars, au fond du terrier d'un lièvre – il existe un repliement Calabi-Yau à 6 dimensions, totalement invisible par sa taille sub-atomique de  $10^{-33}$  cm. Même si nous vivions à cette échelle (l'échelle de Planck), nous ne pourrions voir que 3 dimensions, et donc jamais nous ne verrons un véritable Calabi-Yau.

Par ailleurs, la compaction d'un Calabi-Yau peut englober des centaines de milliers de générations de Calabi-Yau compactées et repliées. Lequel de ces Calabi-Yau représente qui et quoi, - et en quoi ce quoi, et en quoi ce qui - ont un rapport avec le monde réel, nul ne le sait. Même si nous savons que certaines dimensions peuvent disparaître et d'autres se replier sur elles-mêmes, les théoriciens de la théorie des cordes doivent encore déterminer les principes mathématiques qui nous indiquent la taille et la forme de ces dimensions repliées.

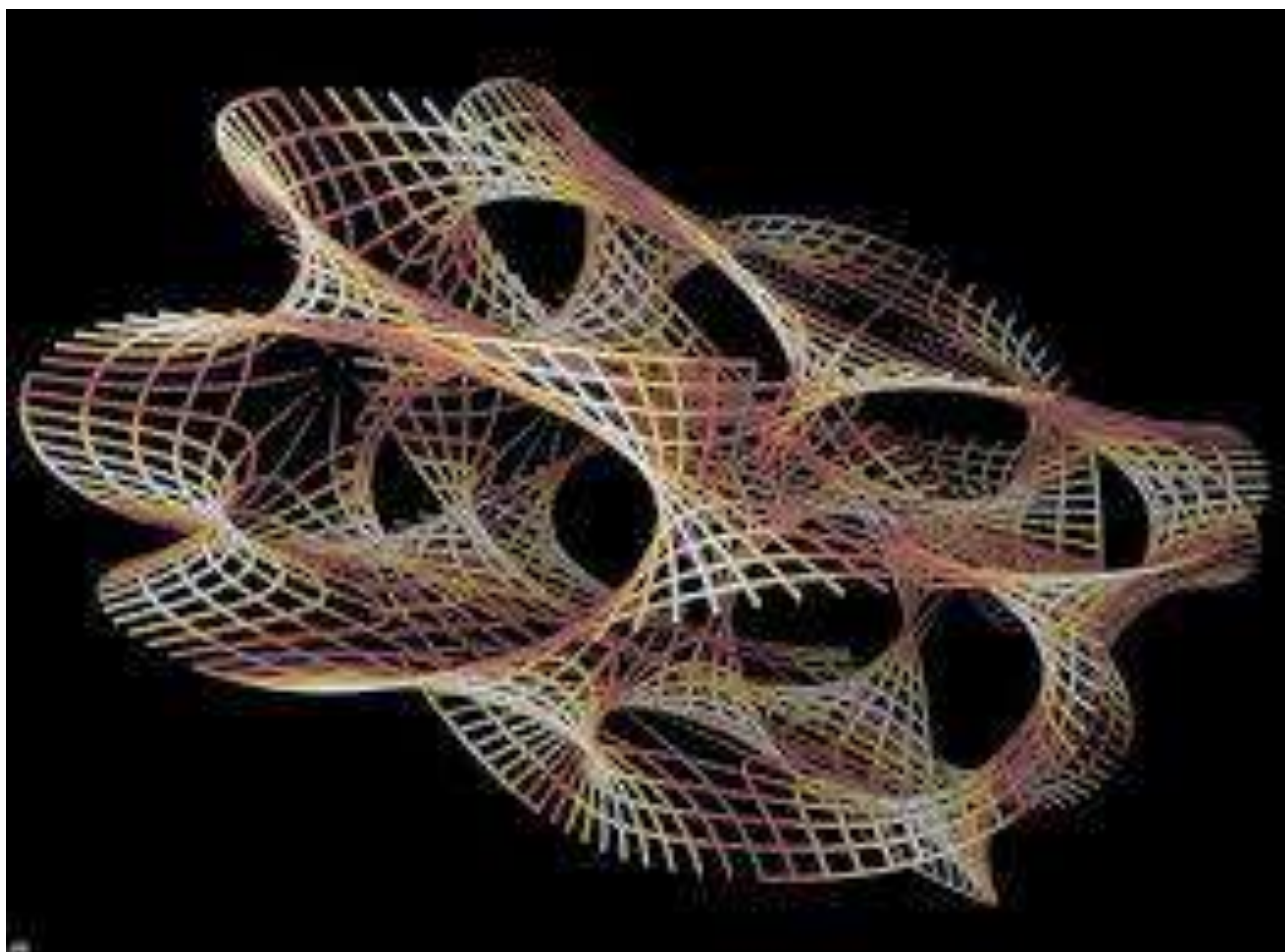


Fig.134 -Un Calabi-Yau est un espace compact de la théorie des cordes. Notre monde, et vous et moi et les NHI (Non Human Intelligence) portent une structure en Calabi-Yau.



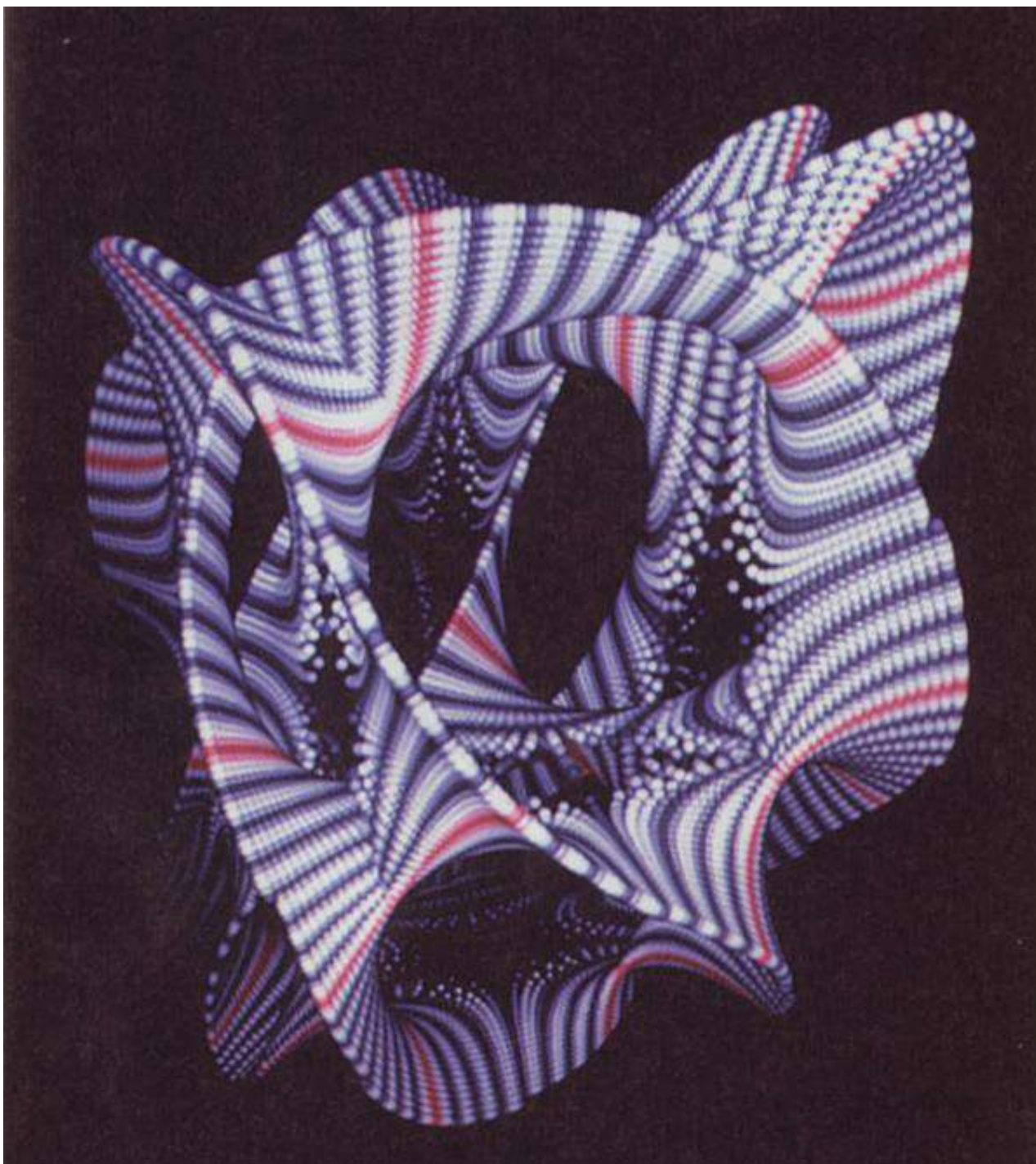


Fig.135 – La Théorie des cordes prévoit l'existence de 10 dimensions d'espace-temps. Les dimensions « supplémentaires » seraient enroulées sur elles-mêmes selon différents modes de « compaction » comme par exemple ce rendu en 2 dimensions d'un espace à 6 dimensions compactées dénommé « repliement de Calabi-Yau » (nom de 2 mathématiciens, l'un d'origine italienne, Eugenio Calabi, et l'autre d'origine chinoise, Shing Tung Yau, tous deux de l'université de Harvard).

Même si nous vivions à cette échelle (l'échelle de Planck), nous ne pourrions voir que 3 dimensions, et donc jamais nous ne verrons un véritable Calabi-Yau. Par ailleurs, la compaction d'un Calabi-Yau peut englober des centaines de milliers de générations de Calabi-Yau compactées et repliées.

## LE BRANE ET LE VRAC

En 1995, le terme « brane » avait soulevé comme un ouragan la communauté des physiciens : Joe Polchinski du KITP (Kavli Institute for Theoretical Physics) à Santa Barbara venait d'annoncer que « les branes sont un élément essentiel de la théorie des cordes pour comprendre la véritable nature de notre monde et des mondes parallèles ».

Pour rester simple, on peut comparer une brane à un rideau de douche (une membrane, d'où l'appellation « brane ») qui empêche les jets d'eau sortant d'une douchette d'asperger les alentours.

Une brane, c'est donc une sorte de membrane qui confine des particules et des forces d'un univers de dimension supérieure dans un univers de dimension inférieure.

Les particules et les forces sont comparées à des gouttelettes d'eau qui jaillissent dans tous les sens (un espace à 3 dimensions) d'un pommeau de douche. La brane est l'analogue d'un rideau de douche qui arrête et oblige les gouttelettes d'eau à ne couler que dans un plan (de haut en bas, dans un espace à 2 dimensions).

Le concept de brane vient de l'idée qu'un monde à 3 dimensions pourrait bien être une « tranche » d'un monde de dimension supérieure. Le mot « tranche » (ou section) ne convient pas tout à fait, car ce n'est pas une surface à 2 dimensions fine comme une feuille de papier, mais plutôt une région distincte de l'espace-temps qui s'étend comme une membrane dans un univers multidimensionnel. Autrement dit, cela peut être des tranches coupées dans un espace, ou des membranes qui bordent un espace, ou encore comme deux tranches de pain qui maintiennent un sandwich.

Plus généralement, une brane est un domaine qui possède moins de dimensions que l'espace de dimension supérieure qui l'entoure ou qui le borde. À noter qu'une membrane possède 2 dimensions alors qu'une brane peut avoir n'importe quelle dimension. L'espace de dimension supérieure qui borde une brane est appelé le « Vrac » (the Bulk). Contrairement à une brane, le Vrac s'étend dans toutes les directions. En comparaison, la brane est plate comme une crêpe. Si une brane marque la limite du Vrac, celui-ci ne peut s'étendre que dans la direction opposée.

Pour comprendre la nature des dimensions finies qui s'arrêtent sur une brane, prenons l'exemple d'un tuyau à section carrée. Ce tuyau infiniment long possède 4 murs. Si ce tuyau était en lui-même un univers, ce serait un monde à 3 dimensions, dont 2 dimensions sont contenues dans des murs, et une dimension qui s'étend à l'infini.

Vu de loin, ce tuyau ressemble à un fil, un objet à une dimension, comme le tuyau d'arrosage que nous avons vu plus précédemment.

Mais comment un être qui vit à l'intérieur de ce tuyau à section carrée ressent-il son monde ? Si c'est une petite mouche, elle peut voler entre 4 « murs », et c'est à courte distance un monde à 3 dimensions. Noter qu'elle peut également voler à longue distance dans une direction, une dimension donc.

Il y a évidemment une différence entre le tuyau d'arrosage et le tuyau à section carrée. Dans ce dernier, la petite mouche peut voler le long du tuyau, aller dans un sens et l'autre, vers le haut et le bas, avant de rencontrer une limite. Alors que dans le premier tuyau, la punaise ne peut que tourner en rond.

Lorsque la mouche atteint une limite, elle se heurte à des « règles ». Elle peut se poser sur un mur. Elle peut se cogner contre le mur, et rebondir. Si le tuyau était un univers, les parois seraient des branes, et les branes, qui seraient à 2 dimensions, vont déterminer ce qui arrive, quand une particule ou tout ce qui contient de l'énergie, se cogne contre lui.

Dans un univers multidimensionnel, les branes sont comparativement, les « murs » du tuyau. Comme les murs du tuyau, les branes sont de moindre dimension que l'espace environnant :

une limite est toujours de plus basse dimension que l'objet borné. Par exemple, la croûte d'une baguette de pain est toujours de dimension inférieure à la mie du pain.

Les particules confinées à l'intérieur d'une brane sont réellement piégées par des lois physiques, mais pas toutes. Certaines particules sont libres d'aller dans le Vrac, tandis que d'autres restent définitivement confinées à l'intérieur de la brane.

La dimensionnalité d'une brane est le nombre de dimensions que les particules qui lui sont confinées, sont autorisées à voyager. Une 3D-brane (brane à 3 dimensions) peut apparaître dans un Vrac qui a plus de 3 dimensions. Les particules confinées dans une brane à 3 dimensions se comportent comme si elles ne vivaient que dans ces 3 dimensions, et ne se propagent que le long de la brane, même pour la lumière. Les forces confinées dans une brane n'influencent que les particules de cette brane. Mais si les forces et la matière sont confinées à une brane, nous savons que tout n'est pas confiné à une seule brane. La gravité, par exemple, n'est jamais confinée dans une seule brane, parce qu'elle fait partie de l'espace-temps. Cela signifie que la gravité s'exerce dans l'espace dans toutes les dimensions, à l'intérieur et à l'extérieur des branes. Cela veut dire aussi que l'interaction entre les branes et le Vrac passe par la gravité. En dehors de la gravité, il n'est pas impossible qu'il existe d'autres forces et d'autres particules dans le Vrac. Et si c'était le cas, ces particules pourraient interagir avec les particules confinées à une brane et connecter ces particules confinées à des particules situées dans le Vrac de dimension supérieure. La théorie des cordes spécifiques aux branes décrit des cordes aux propriétés spéciales : elles peuvent porter des charges particulières, et elles peuvent répondre de manière particulière si quelque chose interagit avec elles.

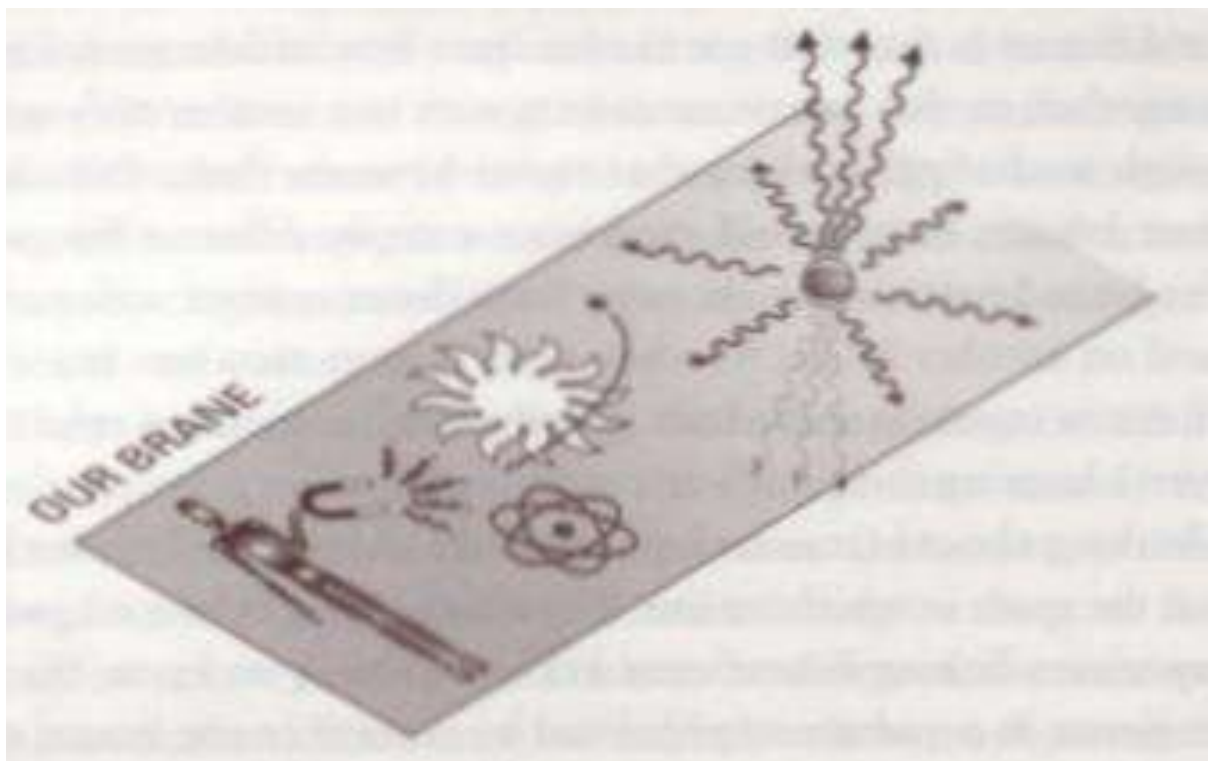
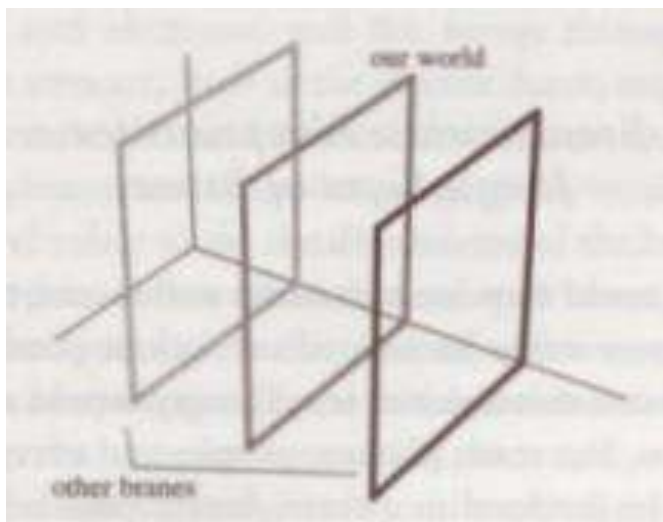


Fig.136 – Nous vivons sur une brane : la matière dont nous sommes faits, les photons, et toutes les particules du Modèle Standard sont toutes confinées dans cette brane. Cependant la gravité est présente partout, sur la brane et à l'extérieur, dans le Vrac (bulk). Elle est figurée ici par les traits ondulés.

Parce que les branes peuvent confiner la plupart des particules et forces, l'univers dans lequel nous vivons se trouve dans une 3D-brane, flottante dans une mer extra-dimensionnelle appelée Vrac. La gravité s'étend dans les extra-dimensions, mais les étoiles, les planètes, les gens, et tout ce que nous percevons est confiné dans un monde à 3 dimensions.



Nous ne savons pas combien de branes existent dans le cosmos, mais les théories sur les branes suspendues dans un espace-temps de dimensions supérieures expliquent qu'il y en a en grande quantité.

Un multivers désigne un cosmos rempli de branes qui n'interagissent pas entre-elles, ou qui interagissent plus ou moins faiblement entre-elles, via la gravité.

L'appellation multivers (univers multiple) est d'ailleurs ambigu, car un univers a toujours été défini comme étant un tout unique de l'ensemble de ses composants.

Fig.137 - Réfléchir sur les branes nous plonge dans des possibilités vertigineuses de nouveaux scénarios de multivers peuplés de formes géométriques « exotiques » vivant dans des espaces-temps remplis de particules et de forces que nous connaissons, combinées avec celles que nous ne connaissons pas encore. Certaines branes sont parallèles à la nôtre, d'autres non, et celles-ci peuvent croiser notre monde, certaines particules peuvent être confinées aux intersections et il n'est pas impossible que leurs particules puissent inter-réagir avec les nôtres pour « essorer » l'espace-temps et donner naissance à des phénomènes qui nous semblent encore inexplicables. Il se peut aussi, que lors de ces « chocs de branes », une brane recouvre complètement une autre, avec des particules et forces qui nous sont complètement invisibles et inconnues. Laissez libre cours à votre imagination pour faire naître toutes sortes d'éventualités ; il n'est pas impossible que l'une de ces éventualités existe réellement dans le cosmos. Des forces inconnues confinées dans des branes qui nous sont très éloignées peuvent exister. La gravité peut influencer de manières différentes des particules qui nous sont inconnues et qui sont confinées dans ces mondes. Si la vie existe sur ces mondes, les êtres seraient soumis à des forces différentes qui seraient détectées par des appendices complètement différents de ce que nous connaissons. Nos sens à nous sont excités par la lumière, la chimie et les sons. La seule chose que nous partageons peut-être avec eux est la gravité, encore que l'influence de la gravité peut être complètement différente sur les êtres et les choses de leur monde. La gravité est la seule chose certaine que nous possédons en commun avec ces mondes, et malheureusement c'est une force très faible. Les branes les plus éloignées ont peu de chance d'être détectées car les gravitons se déplacent à la vitesse de la lumière. Mais les branes qui ont le plus d'impact avec notre monde seront bientôt détectables, grâce à des expériences dans la physique des particules qui seront effectuées dans les vingt ans qui viennent.

## LA DUALITE DES SUPERCORDES ET DE LA SUPERGRAVITE

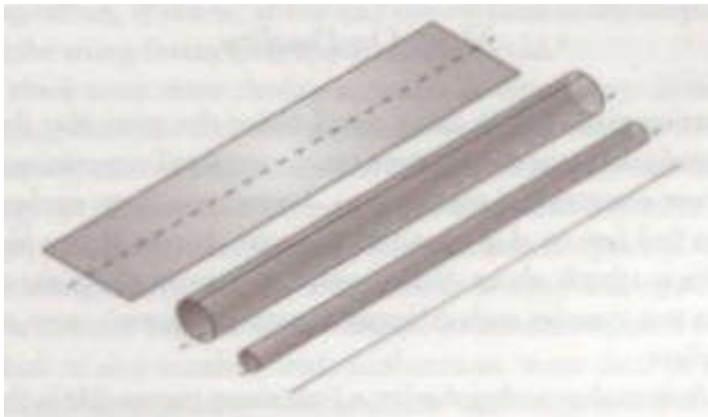
Pour les physiciens, la dualité est deux descriptions équivalentes d'une seule théorie qui peut avoir une présentation superficielle très différente. Pensez à l'hologramme (objet plan à 2 dimensions) et à l'holographie (image en relief en 3 dimensions).

Les supercordes : c'est la version supersymétrique de la théorie des cordes qui écarte les tachyons (particule précurseur d'une instabilité et qui apparaît superficiellement comme ayant une masse négative) mais qui inclut les fermions (c'est la particule autre que le boson en mécanique quantique, les quarks et électrons sont par exemple des fermions) en ajout à la gravité et au boson de gauge (la particule qui communique une force élémentaire). La supersymétrie est une symétrie dans lequel les bosons et les fermions partenaires sont



interchangés. La symétrie est la propriété d'un objet ou d'une loi physique qui rend indétectable certaines opérations physiques qui y sont effectués.

La supergravité est la théorie supersymétrique qui inclut la gravité. Les physiciens utilisent les branes pour résoudre la dualité qui existe entre la théorie des supercordes à 10 dimensions, et la théorie de la supergravité à 11 dimensions. La théorie de la supergravité ne contient pas de cordes, mais contient 2 branes. A contrario des cordes, qui n'ont qu'une dimension spatiale, les 2D-branes contiennent 2 dimensions. Supposons maintenant que l'une de ces 11 dimensions est repliée (enroulée) dans un cercle minuscule. Dans ce cas, la 2D-brane qui encercle la dimension circulaire repliée apparaît comme une corde.



Cela signifie qu'une théorie de la supergravité à 11 dimensions possédant une dimension repliée contient des cordes, ce dont la théorie originelle ne décrivait pas. En résumé, une brane dont les 2 dimensions sont repliées peut être vu comme une corde.

Cette démonstration ressemble à une tricherie, mais cela ne l'est point.

Fig.138 - La brane enroulée apparaît donc comme n'ayant qu'une dimension, une corde.

Sans entrer dans des démonstrations mathématiques, disons qu'Edward Witten avait magistralement démontré la dualité complète des 2 théories, prouvant que les branes sont incluses dans la théorie des cordes et qu'elles permettent de démontrer que différentes versions de la théorie des cordes sont en fait équivalentes. Aux faibles énergies, et pour les 2 théories précitées, les particules d'une théorie correspondent aux branes de l'autre théorie. Ce qui permet de conclure que les branes ne sont rien d'autre que des faisceaux de cordes ouvertes.

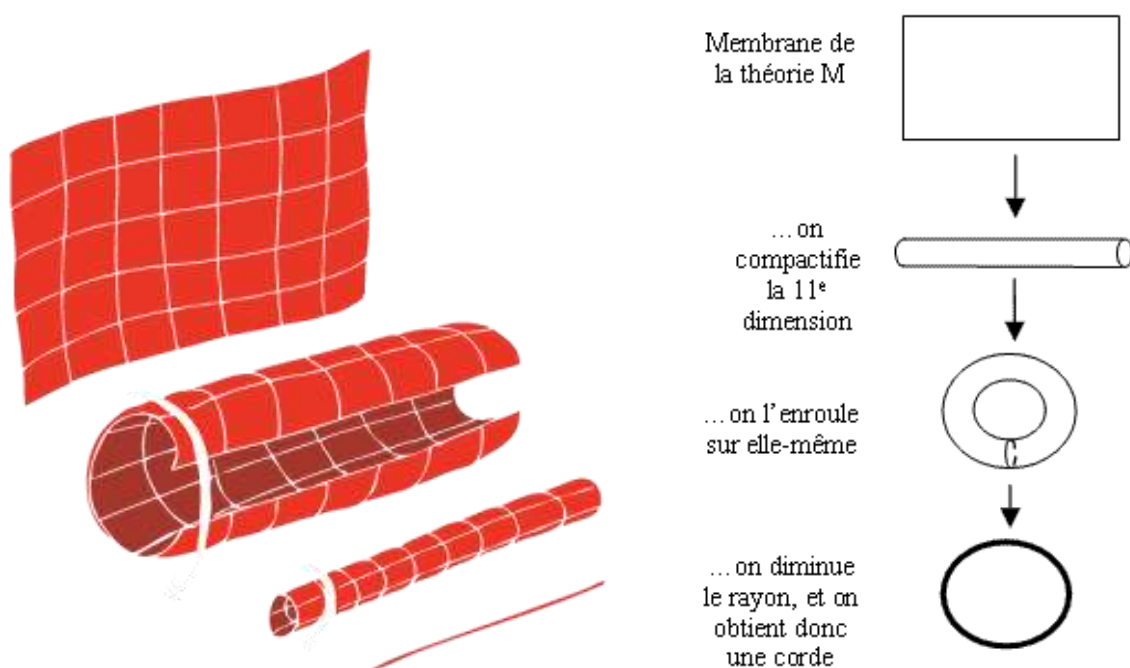


Fig.139 – En roulant une brane compacte de la Théorie du Tout, on peut obtenir une corde ouverte ou fermée.



La Théorie des cordes nous apprend que les objets de notre univers, sans exception, du plus petit au plus grand, sont composés de vibrations de cordes à une dimension.

Aussi incroyable que cela puisse paraître, un chat, un être humain, la planète Mars, un microbe, un atome, notre galaxie,... ne sont en fait composés que de vibrations.

La Théorie des cordes a pour objet de réconcilier la gravitation et la mécanique quantique, c'est-à-dire expliquer de manière rationnelle et dans une vision unifiée l'infiniment grand et l'infiniment petit.

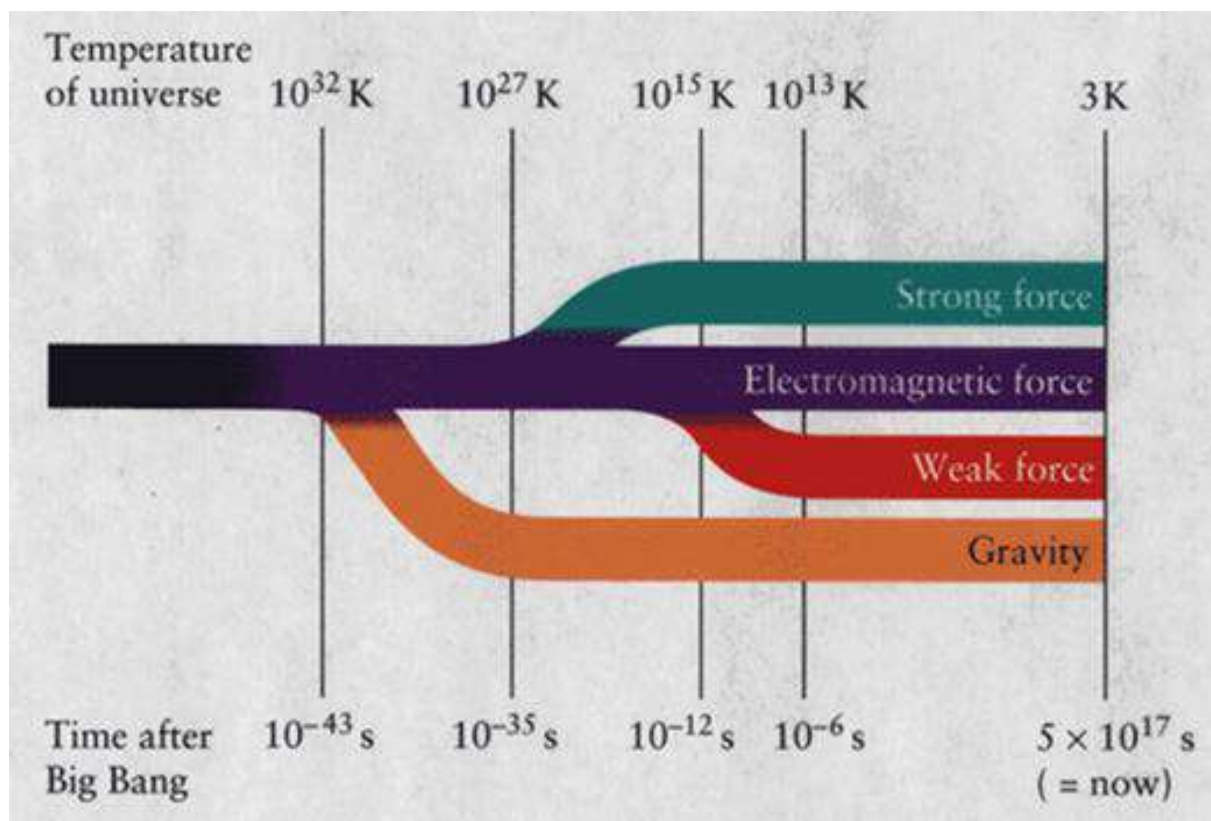


Fig.140 - La Théorie des cordes se propose d'unifier les quatre interactions fondamentales : force électromagnétique, force forte, force faible, et force de gravité. D'après les calculs de la Théorie de la supersymétrie, trois des forces se rejoignent à très haute énergie. Cette convergence suggère l'existence d'une « grande force unifiée » qui se serait dissociée en quatre forces. **Il n'y aurait donc qu'une seule force à l'origine du monde.**

La Théorie des cordes explique que l'espace-temps est composé de cordes à des longueurs de Planck qui inter-réagissent de manière aléatoire pour produire toutes les particules élémentaires et les champs électromagnétiques.

La longueur de Planck est de  $1,6 \times 10^{-35}$  m. Au-delà de cette minuscule distance, aucune mesure n'a de sens.

# STRING THEORY

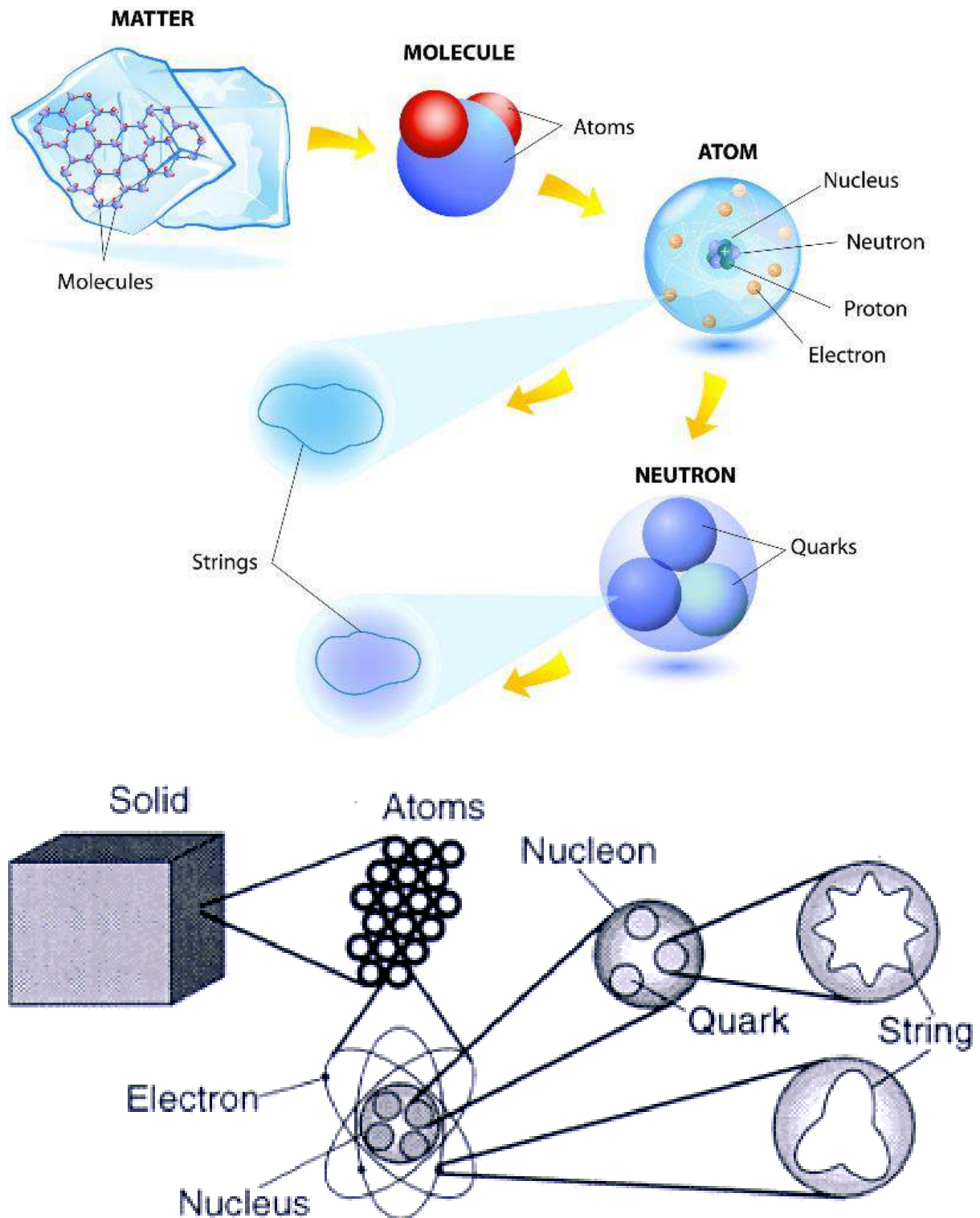


Fig.141 – Un glaçon est fait de molécules d'eau, composées d'atomes. Les composants de l'atome, particules du noyau et sous-particules, peuvent être décrits par des cordes.

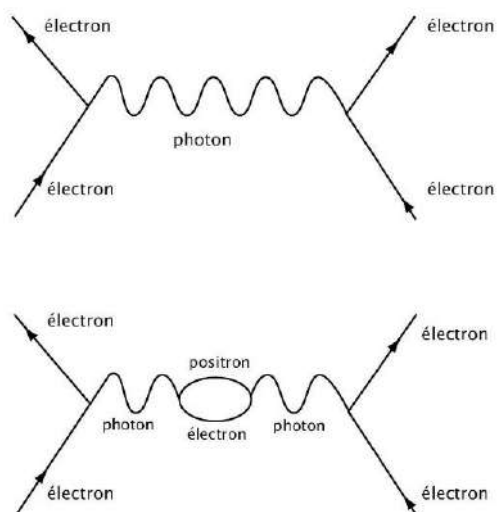
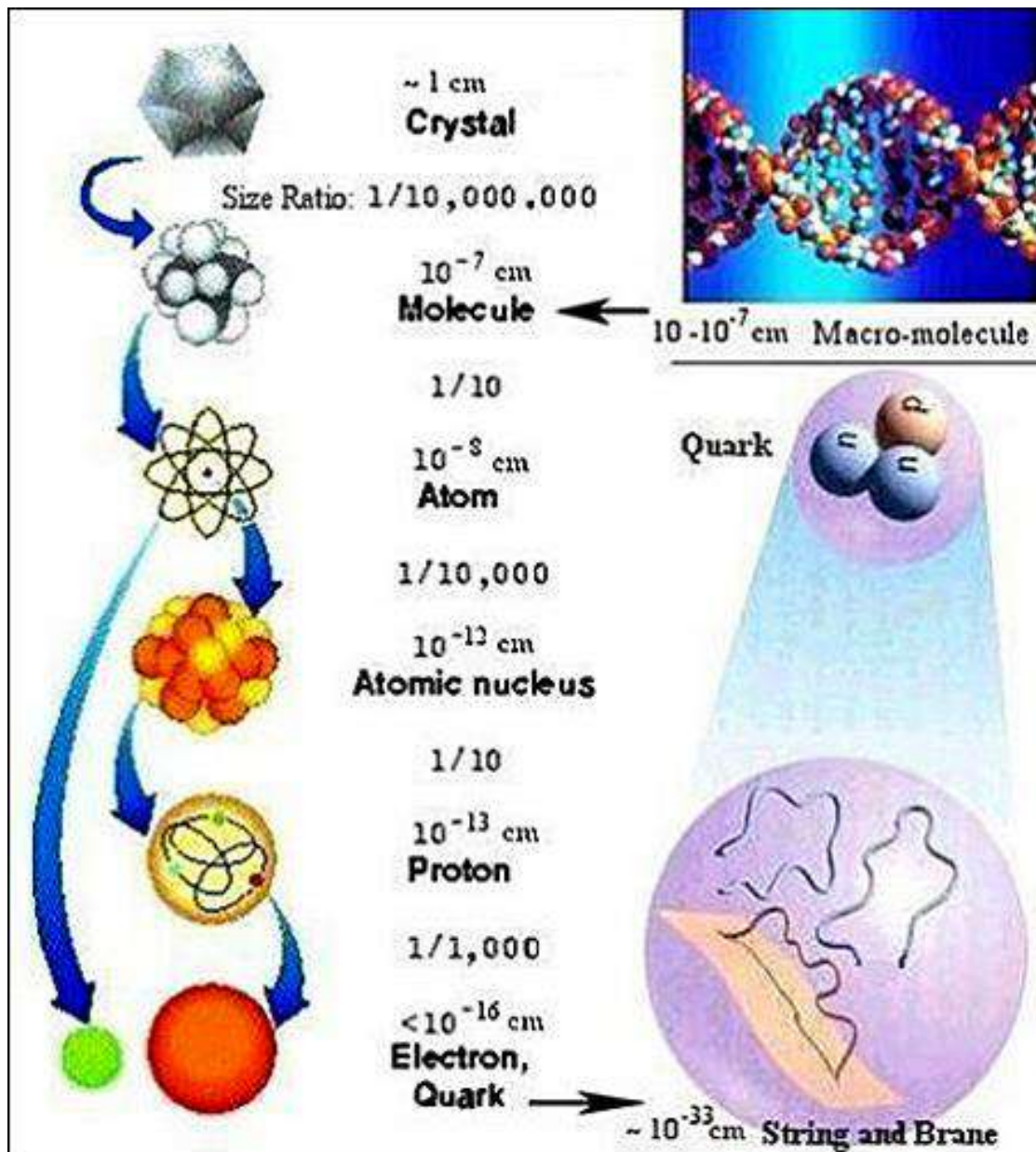


Fig.142 – De la dimension d'un cristal de 1 cm aux particules de l'infiniment petit, tout peut être décrit par un diagramme de Feynman.

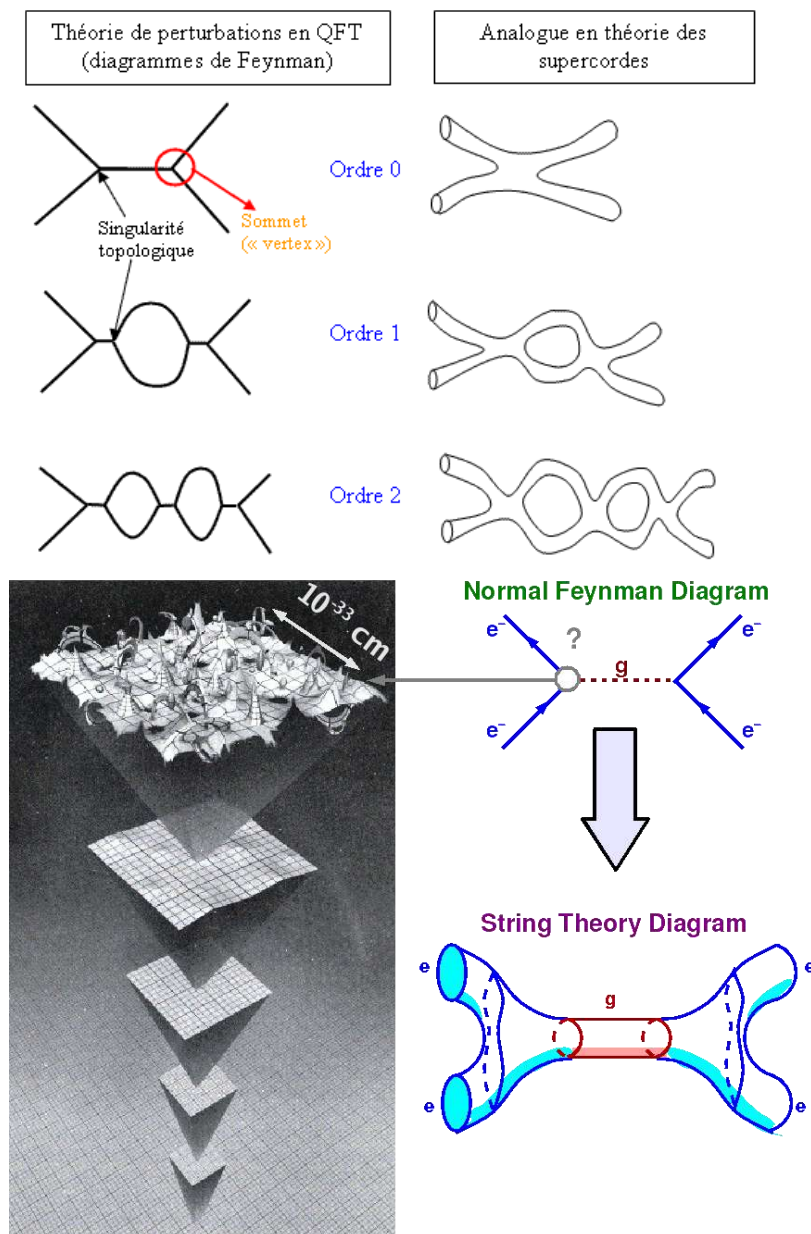


Fig.143 – Les fluctuations des particules qui émergent du vide quantique à  $10^{-33}$  cm peuvent être décrites par des diagrammes de Feynman et par des modes vibratoires de leurs analogues, les cordes.

**Les sujets d'études de cette « théorie des cordes » sont les « modes de vibration » d'objets fondamentaux qui sont appelés « cordes ».**

Les cordes sont des segments d'énergie qui oscillent et vibrent en résonance. Chaque particule, un électron par exemple, est l'émanation de vibrations d'une corde, et c'est le mode de vibration qui détermine les propriétés physiques de la particule. Parce qu'une corde peut vibrer de différentes manières, une seule et unique corde d'une catégorie déterminée peut faire apparaître plusieurs types de particules.

Ce qui conditionne la production d'une particule dépend de l'énergie de la corde et du mode précis de vibration. Une corde ne produit pas toujours de particules, exactement comme une corde de violon ne produit pas de son, à moins qu'on n'utilise un archet pour les faire vibrer en plusieurs harmoniques. Et c'est l'énergie qui excite les modes de vibration d'une corde. Quand la corde possède suffisamment d'énergie, elle produit différents types de particules.



La théorie des cordes ne fonctionne que si le nombre de dimensions spatiales est supérieur à trois. Les cordes ne s'étendent que dans une seule dimension. Mais, comme les objets physiques réels, elles peuvent prendre 2 formes : ouvertes ou fermées.

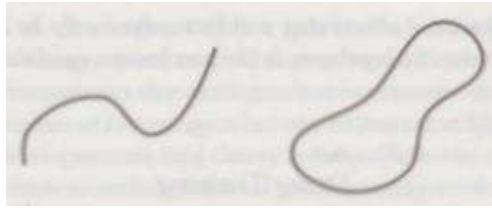


Fig.144 – Une corde ouverte et une corde en boucle fermée

Pour ces 2 types de cordes, l'onde oscille de haut en bas et inversement un certain nombre de fois, l'oscillation se déroulant sur toute la longueur de la corde.

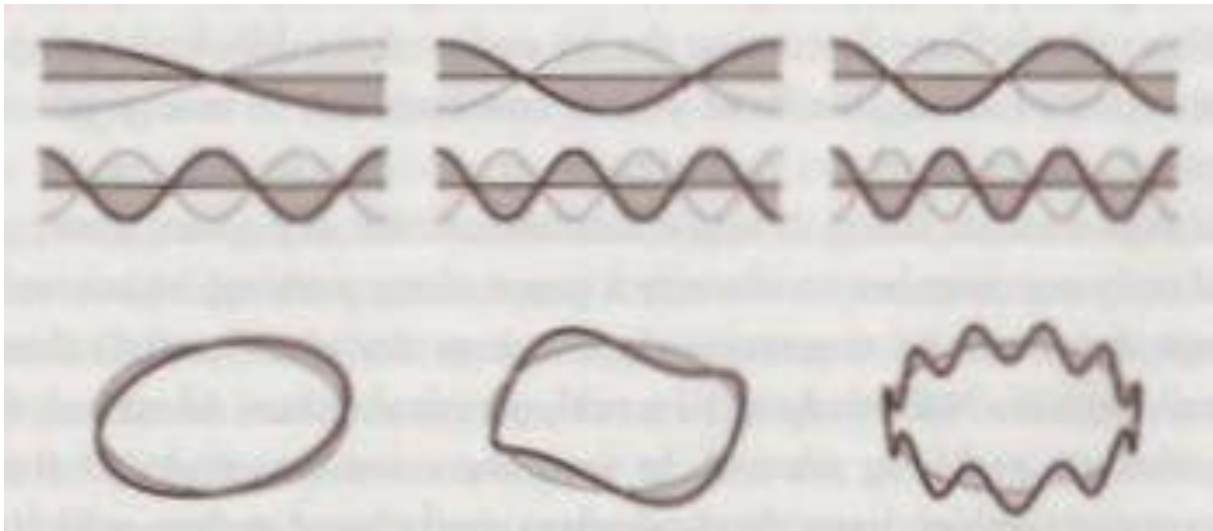


Fig.145 – En haut les modes d'oscillation d'une corde ouverte. En bas, les modes d'oscillations d'une corde fermée. Pour une corde ouverte, la vague oscillatoire atteint le bout de la corde, se retourne et repart dans l'autre sens dans un va-et-vient continu. Pour une corde fermée, la vague oscille de haut en bas.

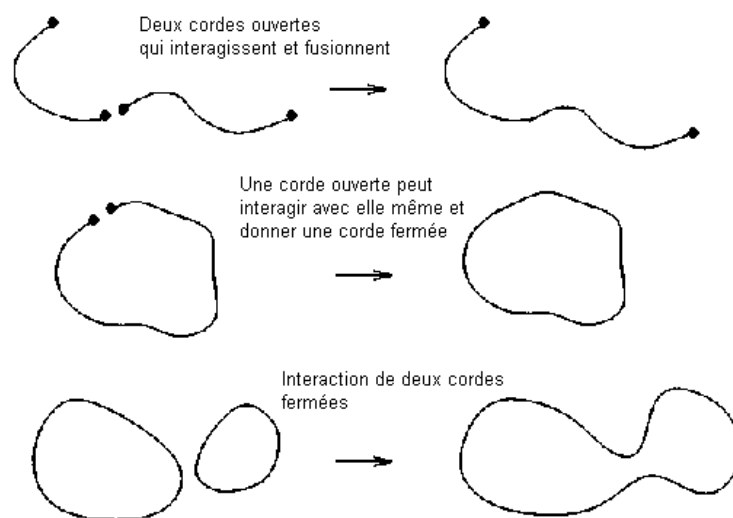


Fig.146 – Règles d'interaction des cordes.



La manière précise dont une corde oscille détermine toutes les propriétés de la particule, comme sa masse, son spin, et sa charge.

Les particules légères résultent des cordes qui ont peu d'oscillations. Un mode vibratoire qui n'oscille pas correspond à une particule familière, par exemple un quark ou un lepton. Une corde très énergétique peut osciller fortement de diverses manières, donnant naissance à des particules lourdes. Plus les particules sont lourdes, plus on a besoin d'énergie pour les faire apparaître.

Si toute la matière est faite de vibrations, faut-il abandonner les particules de la physique quantique ? La réponse est non. Car le but de la théorie des cordes est de réconcilier la mécanique quantique et la gravité à des échelles de distance plus petites que l'échelle de Planck. Au niveau d'énergie ultra forte de l'échelle inférieure à celle de Planck, les distances sont si faibles, et la gravité si forte, que la théorie des cordes n'oblitére en rien la description des particules à des niveaux d'énergie plus accessibles.

Rappelons qu'à l'échelle de Planck, la gravité construit des barrières qui rendent les calculs conventionnels de physique quantique impossibles. Toute chose capable de fournir suffisamment d'énergie pour sonder  $10^{-33}$  cm est happée et emprisonnée à l'intérieur d'un trou noir minuscule. Seule une théorie quantique de la gravité peut nous dire ce qui se passe à l'intérieur du trou noir.

La théorie des cordes met en évidence l'existence de particules démesurément lourdes, qui peuvent prendre naissance lorsqu'une corde très courte vibre à une tension extrême. Dans ce cas, c'est la résistance à l'étirage de la corde qui détermine sa capacité à vibrer très fortement et à produire une particule extra-lourde. La particule la plus lourde détectée jusqu'à présent possède une masse d'environ 200 GeV. La particule la plus lourde prévue par la théorie des cordes possède une masse de  $10^{19}$  GeV. La puissance maximale des accélérateurs de particules est actuellement d'environ 1000 GeV.

En 1989, Petr Horava, Jin Dai, Rob Leigh et Joe Polchinski de l'université du Texas, avaient mathématiquement mis en évidence dans les équations de la théorie des cordes un type particulier de brane appelé D-brane (D en mémoire à Peter Dirichlet, un mathématicien allemand du 19<sup>ème</sup> siècle). Nous avons vu plus haut que les cordes ouvertes possèdent 2 bouts libres. Ces bouts doivent bien se terminer quelque part. Eh bien, justement, ces bouts se terminent sur des D-branes !

Comme un Vrac (bulk) peut contenir plusieurs branes, les bouts ne se terminent pas nécessairement sur la même brane, mais toutes les cordes ouvertes doivent se terminer sur des branes.

Certaines branes s'étendent dans 3 dimensions, d'autres dans 4, 5 et plus. La théorie des cordes décrit des branes qui s'étendent jusqu'à 9 dimensions. Les branes se distinguent par leur dimensionalité, mais aussi par leur forme, leur charge, et surtout par leur tension. Nous ne savons pas encore combien de branes existent dans le vrai monde, mais la théorie permet de dire quel type de brane peut avoir une existence réelle.

La tension d'une brane est comparable à la tension de la membrane d'un tambour qui retourne à l'état nominal lorsqu'on s'arrête de lui frapper dessus. Si la tension d'une brane est à zéro, une petite touche a un effet énorme parce que la brane n'a pas de résistance. D'un autre côté, si la tension est infinie, vous n'avez aucun effet sur la membrane, car cette membrane stationnaire n'est pas dynamique. Parce qu'une brane peut avoir une tension finie, elle peut se mouvoir et fluctuer et répondre aux forces, juste comme n'importe quel objet chargé. La tension finie des branes et leurs charges non nulles nous indiquent qu'elles ne sont pas qu'un emplacement, mais aussi des objets ; leurs charges montrent qu'elles interagissent, et leur tension finie nous montre qu'elles peuvent se mouvoir. Comme un trampoline, les branes peuvent se distordre et influencer leurs environnements.

Les trampolines poussent l'air et les acrobates, les branes poussent les objets chargés et le champ gravitationnel.

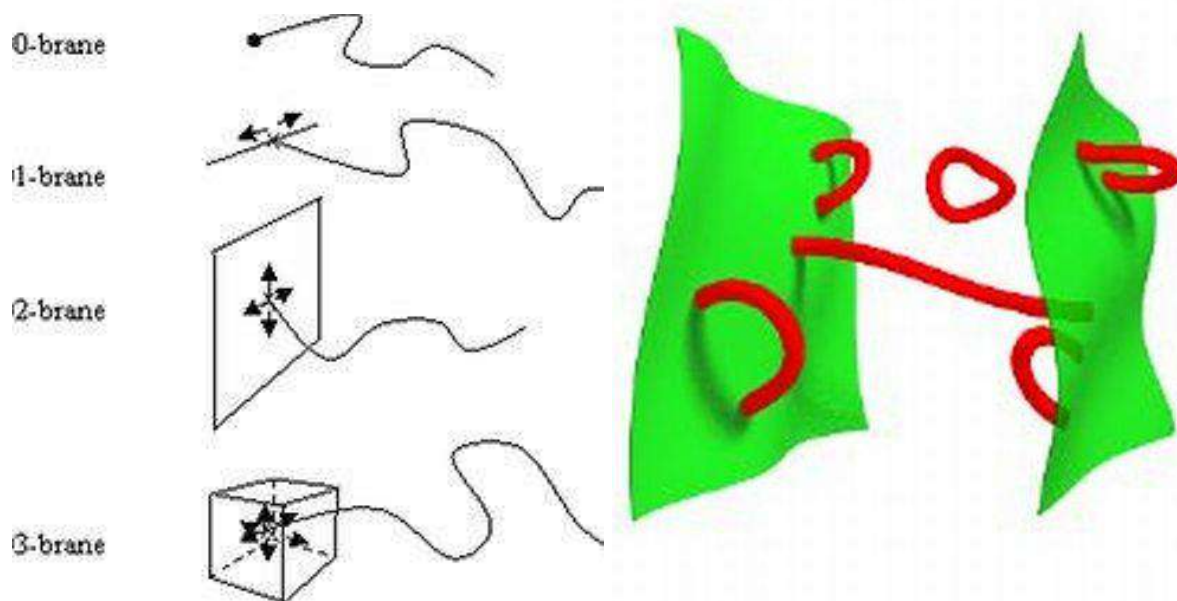
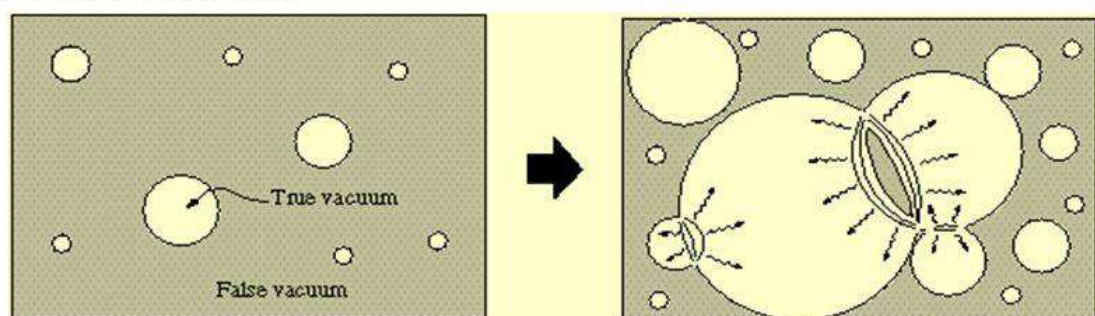


Fig.147 – Les bouts des cordes se terminent sur des branes. Les deux bouts d'une corde peuvent se terminer sur une brane, ou encore sur plusieurs branes (à droite).

## Formation of Cosmic Strings

First-order phase transitions:



(Cambridge Cosmology Group)

- Bubble nucleation of early matter in the universe
- Expanding bubbles of a new phase (true vacuum) meet each other, with a phase transition complete when these bubbles expand until the old phase (false vacuum) disappears
- Nucleation of matter gives rise to cosmic strings

Second-order phase transitions:

- Second-order phase transitions proceed smoothly - the old phase transforms itself into the new phase in a continuous manner

Fig.148 – Lors des transitions de phase dans l'univers natif, le choc de bulles de vrai vide et de faux vide donne naissance aux cordes lors de la nucléation de la matière.

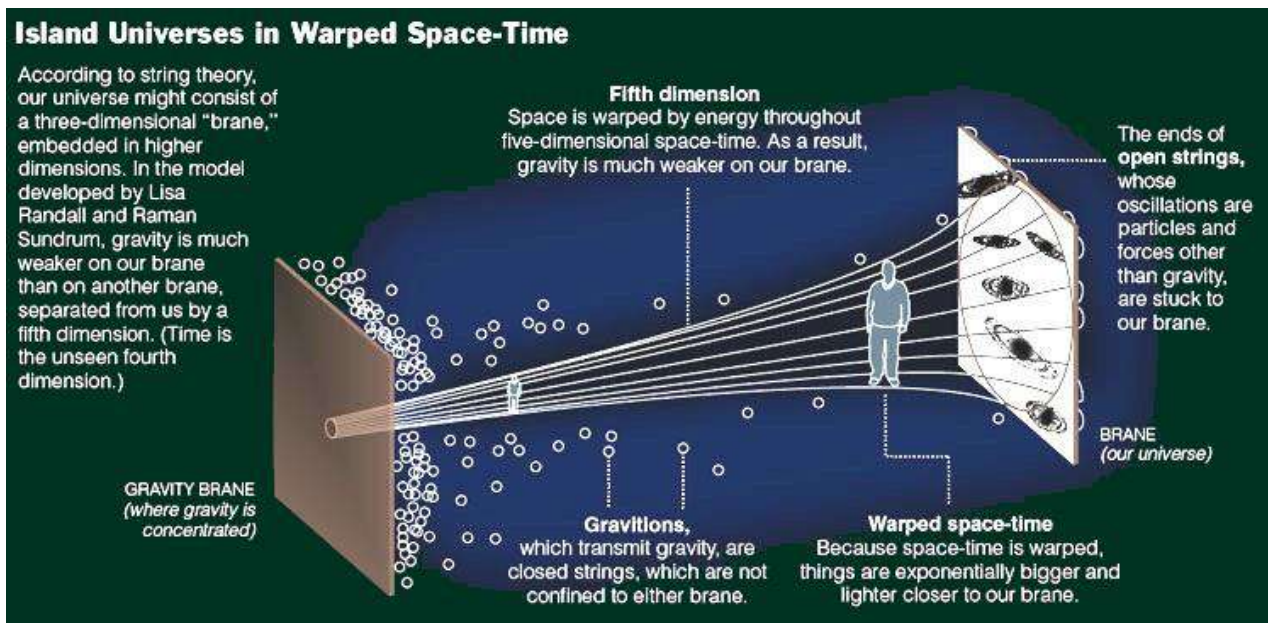


Fig.149 – Selon Lisa Randall et Raman Sundrum, la force de gravité est très faible dans notre monde parce que la racine de cette force est dans un autre monde. Ce schéma explique qu'une gravity brane (à gauche) sur laquelle sont fixées des cordes de gravité projette ses gravitons vers notre brane (à droite). Ces gravitons dans leur parcours vers notre monde cèdent leur énergie à l'espace-temps et le distord. Le graviton est une corde à boucle fermée. Il arrive affaibli dans notre brane, c'est pourquoi la force de gravité est si faible dans notre monde.

D'une certaine manière, on peut dire qu'une brane s'apparente à une membrane qui piège les particules et les forces. A l'exception de la gravité, celles-ci ne peuvent inter-agir que dans les limites de la brane. Quand ces forces et particules se déplacent, elles ne peuvent se mouvoir que dans les dimensions spatiales de la brane. Les branes sont des surfaces sur lesquelles se terminent des bouts de cordes ouvertes. Ces bouts de cordes peuvent se déplacer à n'importe quel endroit de la surface, sans jamais la quitter. Comme les modes de vibration d'une corde font naître des particules, les modes de vibration d'une corde dont les bouts se terminent sur une brane donnent naissance à des particules confinées à cette brane. Ces particules n'agissent que dans les dimensions propres à cette brane. Il s'avère que l'une des particules émergeant d'une corde connectée à une brane est un boson de gauge qui peut communiquer une force. Cette force va agir sur les autres particules de la brane. Le point terminal d'une corde sur une brane agit en fait comme une particule chargée. Dans le cas où une corde se termine sur 2 branes, il y a, en plus des particules confinées dans chacune des 2 branes, la naissance d'une nouvelle particule. Et cette nouvelle particule est une particule lourde. Plus la distance entre les branes est grande, plus les particules sont lourdes. La masse des particules nées des modes de vibration de la corde croît avec la distance entre les branes.

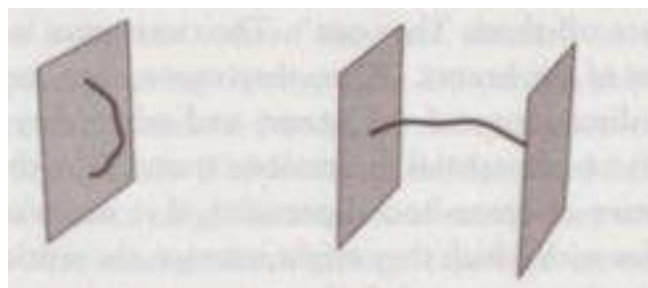


Fig.150 – Une corde qui débute et se termine sur une seule brane peut donner naissance à un boson de gauge. Une corde qui se termine sur 2 branes donne naissance à **un nouveau** boson de gauge.

Cette masse est comme l'énergie emmagasinée dans un ressort qu'on étire : plus le ressort est étiré, et plus il possède de l'énergie. Si on relâche le ressort, il ne contient plus d'énergie. De la même manière, si 2 branes ne sont pas séparées, c'est à dire qu'elles occupent le même emplacement, la particule la plus légère née d'une corde qui se termine sur 2 branes est sans masse. Et cette particule sans masse est un boson de gauge, bien différent du boson de gauge décrit précédemment. Le nouveau boson de gauge sans masse communique une force qui agit dans l'une ou les 2 branes à la fois.

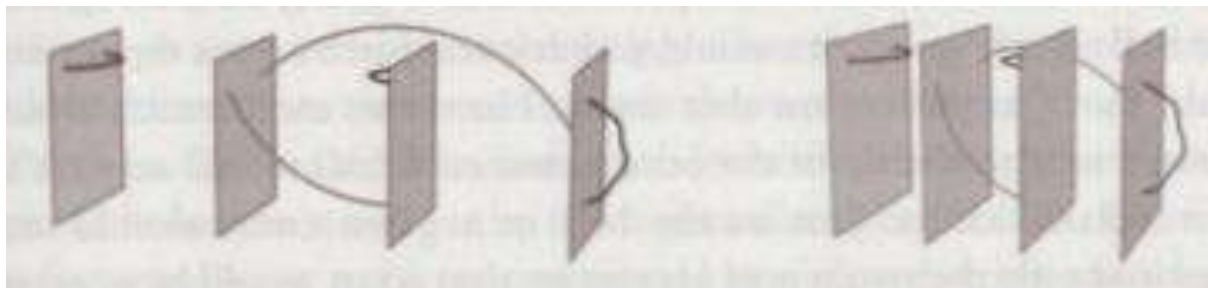


Fig.151 – Toute corde qui débute et se termine sur une brane pour se connecter à une autre brane donne naissance à des bosons de gauge. Quand 2 branes se coincident (connectent), de nouveaux bosons de gauge sans masse apparaissent. Ceux-ci correspondent à l'une des différentes manières dont les cordes débutent et se terminent sur chacune des branes qui se coincident..

Si 2 branes occupent la même place, on peut les assimiler à une seule brane, tout en possédant les propriétés des 2 branes distinctes. Elle héberge les particules créées par les cordes ouvertes se terminant sur chacune des 2 branes, ainsi que les particules créées par les cordes dont les 2 bouts se terminent sur une seule brane.

Si on a une superposition de branes, les branes les plus éloignées peuvent emmagasiner des forces dont nous serions complètement incapables de déceler.

De même, les branes qui nous sont très éloignées peuvent ne pas connaître du tout la force électromagnétique qui nous est familière.

L'interaction des forces est locale : elle ne peut prendre place que parmi les particules d'un même endroit.

Mais à la différence des autres forces, la gravité n'est jamais confinée à une brane. La particule qui communique la force gravitationnelle, le graviton, est un mode de vibration d'une corde en boucle fermée. Comme la boucle n'a pas de fin, il n'y a pas de terminaison pour fixer la gravité à une brane.

Si toutes les particules du Modèle Standard sont confinées à une brane, certaines particules peuvent venir d'une autre brane.

Ce qui permet, d'après Henry Tye et Zurab Kakushadze, de bâtir des « branemondes » pour expliquer des scénarios de mondes parallèles, et d'adresser des problèmes de physique de particules et les tester pour prouver que ces mondes existent.

Les questions qu'on peut se poser sont : à quoi ressemblent ces branemondes ? Ont-ils une influence sur le nôtre, et comment ?

## LE BRANEMONDE DE HORAVA-WITTEN

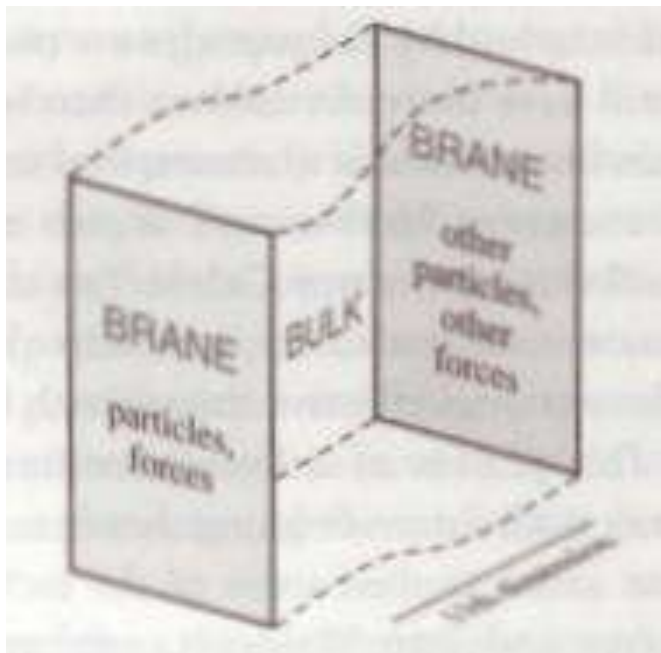
C'est la théorie la plus ancienne sur un monde de branes. Elle a été développée par Peter Horava et Edward Witten à la suite de leur exploration commune des phénomènes de la dualité dans la théorie des cordes.

Connu sous le nom de HW branemonde, c'est en fait un univers à 11 dimensions bordé par 2 branes parallèles, chacune d'elles ayant 9 dimensions spatiales bordant un Vrac qui a 10



dimensions spatiales et une dimension temporelle (11 dimensions d'espace-temps en totalité).

Chacune des 2 branes contient des jeux différents de particules et de forces.



Le HW branemonde est un univers ekpyrotique (hétérotique), c'est à dire que dans cet univers les fluctuations des cordes dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens contraire produisent des effets différents. La moitié des forces est confinée à une brane, l'autre moitié à l'autre brane.

Les forces et particules confinées à une brane sont suffisamment énergétiques pour représenter toutes les particules et forces du Modèle Standard. Horava et Witten présument que la gravité est libre de se déplacer d'une brane à l'autre via le Vrac.

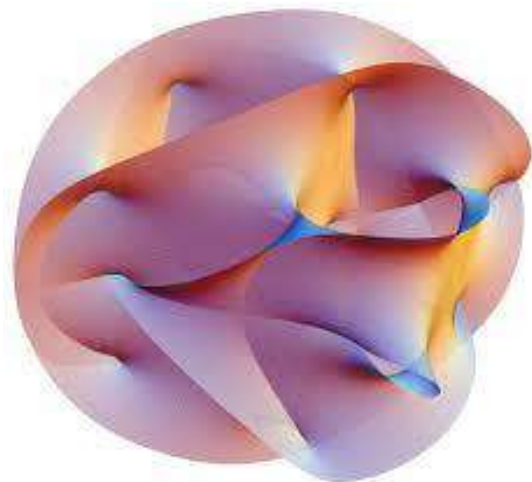
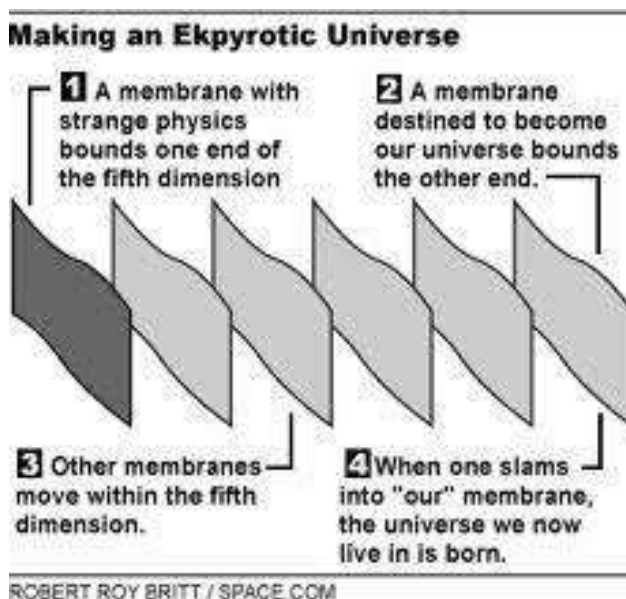


Fig.152 – Représentation schématique du Branemonde de Horava-Witten. Deux branes à 9 dimensions spatiales (schématisés ici par des branes à 2 dimensions) sont séparées par un espace-temps (le Vrac ou bulk) à 11 dimensions.

Si le HW branemonde correspond à la réalité, 6 de ses dimensions sont invisibles car elles sont recourbées en minuscules Calabi-Yau. On peut donc imaginer le HW branemonde comme un univers à 5 dimensions (puisque 6 sont repliées) bordées par des branes à 4 dimensions (9 moins 6 plus 1).



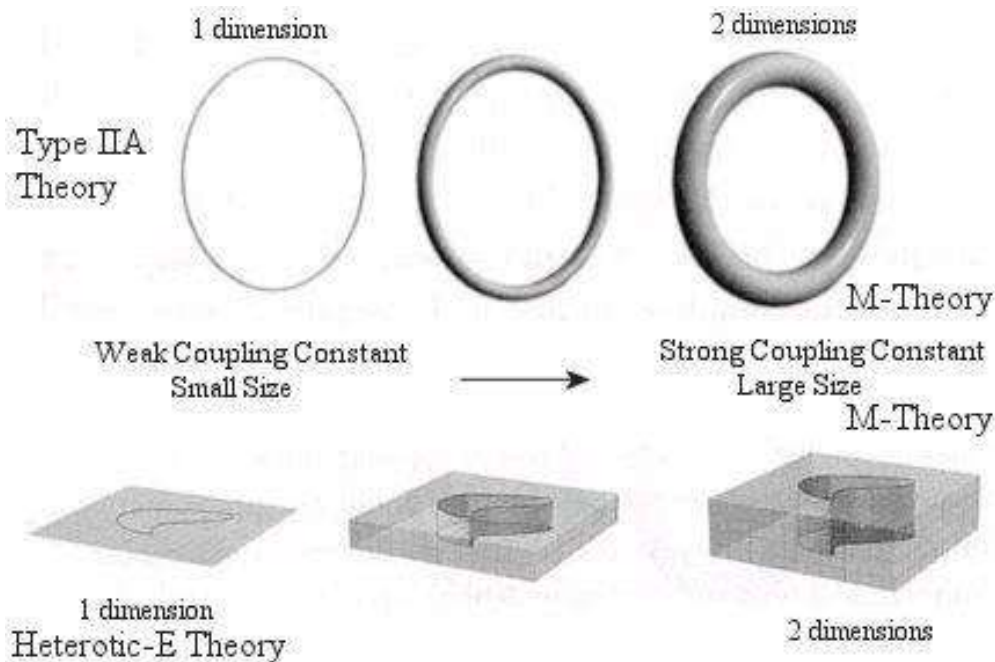


Fig.153 - Ce qui est fascinant dans ce branemonde de Horava et Witten, c'est qu'ils présumant qu'il peut inclure les particules et forces du Modèle Standard, mais aussi la théorie complète de la Grande Unification (la M Théorie ou Théorie du Tout), parce que la gravité prend son origine dans un monde de dimension supérieure et qu'elle pourrait avoir sensiblement la même puissance que d'autres forces à haute énergie.

Le HW branemonde explique que des forces et particules peuvent inter-réagir faiblement à cause de la grande distance entre les 2 branemondes. La seule manière dont ces 2 mondes peuvent communiquer s'effectue au travers des interactions avec les particules du Vrac.

Une caractéristique importante du HW branemonde : il introduit une nouvelle dimension d'échelle à la physique, qui doit à l'avenir expliquer pourquoi il y a autant de disparité dans l'échelle des masses et des énergies, alors qu'on croyait que les constantes de la nature sont relativement limitées.

Enfin, la théorie explique que les branes et le Vrac véhiculent de l'énergie, et peuvent même la conserver. Plus important encore : l'énergie totale du branemonde ne dépend pas de l'énergie confinée dans les branes. L'énergie courbe aussi l'espace-temps du Vrac.

Il se peut que le HW branemonde soit un bon « modèle » de description de la nature des mondes, mais les preuves physiques de son existence sont extrêmement difficiles à produire.

## LE BRANEMONDE D'ADD

C'est un branemonde issu des théories élaborées en 1996 par 3 physiciens de l'université de Stanford : Nima Arkani-Hamed, d'origine iranienne ; Gia Dvali, d'origine russe de Georgie ; et Savas Dimopoulos, d'origine grecque. Dans le branemonde d'ADD, les particules du Modèle Standard sont confinées à un brane.

Alors que dans le branemonde de Randall-Sundrum le Vrac a une dimension additionnelle et est bordée par 2 branes, celui d'ADD possède plus d'une dimension additionnelle mais ses dimensions sont repliées. L'espace du branemonde d'ADD possède 2 ou 3 ou plus de dimensions encore, suivant le détail mis dans la construction du modèle. La brane d'ADD ne confine pas l'espace : l'espace siège à l'intérieur des dimensions repliées, comme le montre le dessin suivant.

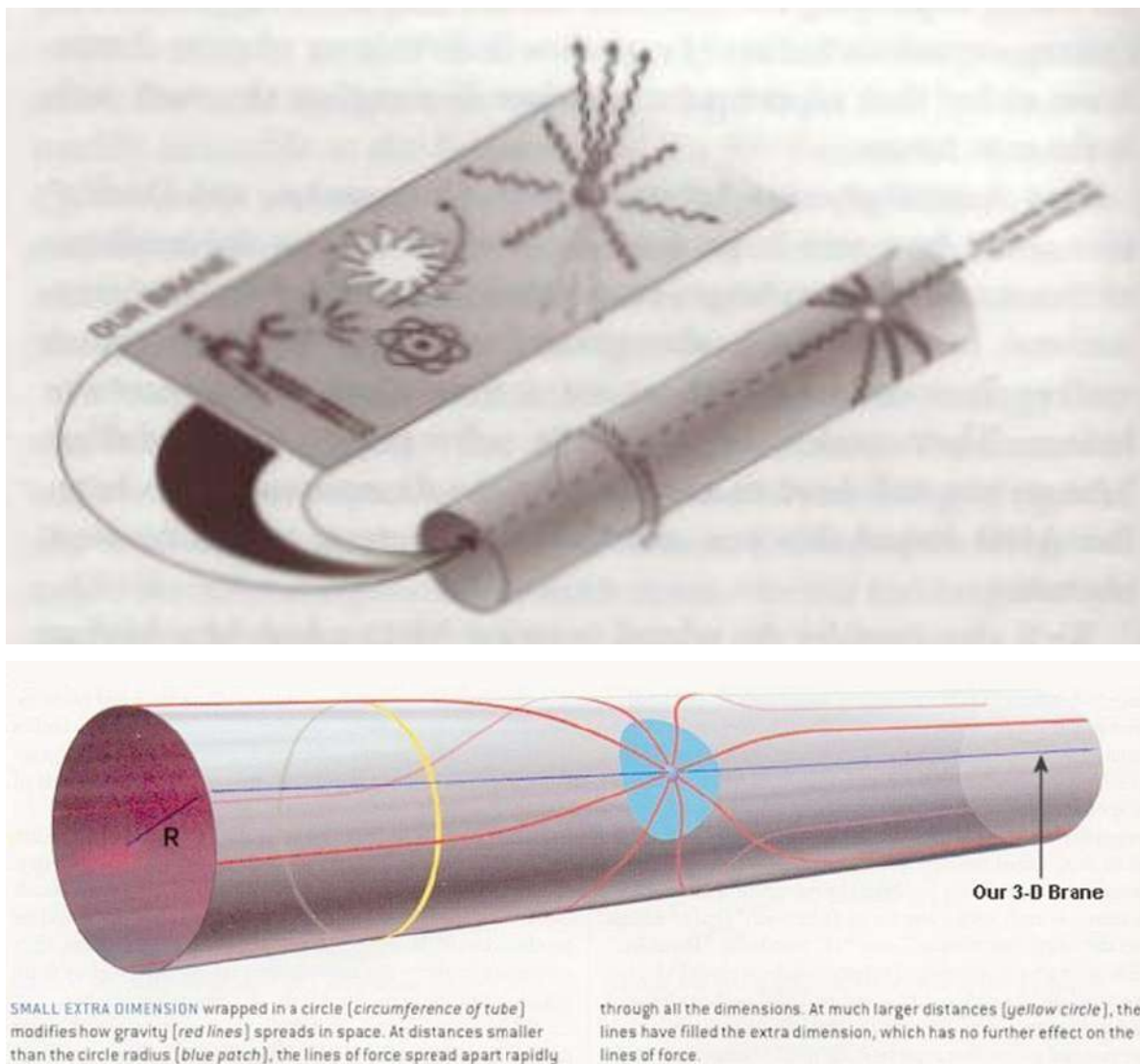


Fig.154 – Dans le branemonde d'Add, les extradimensions sont « largement » repliées, et notre monde à nous (our brane) n'est qu'un trait pointillé du branemonde d'Add. C'est ce qui explique pourquoi il n'y a que la force gravitationnelle qui peut s'échapper de notre monde.

L'idée centrale est que les dimensions larges peuvent diluer la gravité au point de la rendre si faible vu sous la perspective de notre univers, alors qu'elle est beaucoup plus forte que ce que nous sommes capables de mesurer. La théorie d'ADD est très critiquée par les autres physiciens parce qu'elle bute sur des tas de questions sans réponses, par exemple :

- Les dimensions repliées d'ADD font, d'après les calculs, de  $1/10^{\text{ème}}$  de centimètre à 1 cm. C'est une taille extraordinairement énorme, et pourtant aucune expérience n'a montré cet objet. Les physiciens sont actuellement capables de monter des expériences pour détecter des phénomènes jusqu'à  $10^{-17}$  cm.
- La seule force qui existe dans les extradimensions est la gravité, ce qui semble surprenant.
- Le problème de la hiérarchie n'est pas résolu par le modèle d'ADD. A cause de la dilution de la gravité dans les extradimensions, la gravité située dans une dimension inférieure (la nôtre) est plus faible quand le volume de l'espace compactée de l'extradimension est grand.

- Puisque la théorie prétend qu'il existe sur notre monde des mondes repliés qui font 1 cm, se peut-il qu'il existe d'autres types d'univers repliés de cette taille que nous ne connaissons pas ?

Si la théorie d'ADD est correcte, des trous noirs minuscules peuvent être produits dans notre monde à 4 dimensions au niveau d'énergie du LHC. Ces trous noirs ultra minuscules ont une durée de vie infinitésimale et ne posent aucun problème à notre monde car ils seront évaporés (en produisant des radiations de Hawking) avant de pouvoir provoquer un dommage quelconque. Mais ils auront le temps de laisser une trace visible sur nos détecteurs. Cette trace a une apparence très distinctive car il y aura beaucoup plus de particules que dans une transmutation ordinaire, et ces particules fuseront dans toutes les directions. Il se peut aussi que des cordes soient « visibles ». Pas celles qui sont au niveau de Planck, mais une variété spéciale de cordes très légères appelées « boules de cordes » (en fait des « ball strings », ou cordes très longues). Cela impliquerait que les particules du Modèle Standard sont confinées à une seule brane, et que les extra-dimensions sont beaucoup plus grandes que prévues.

LE BRANEMONDE DE LA « SUPERSYMETRIE BRISEE SEQUESTREE » DE RANDALL & SUNDRUM

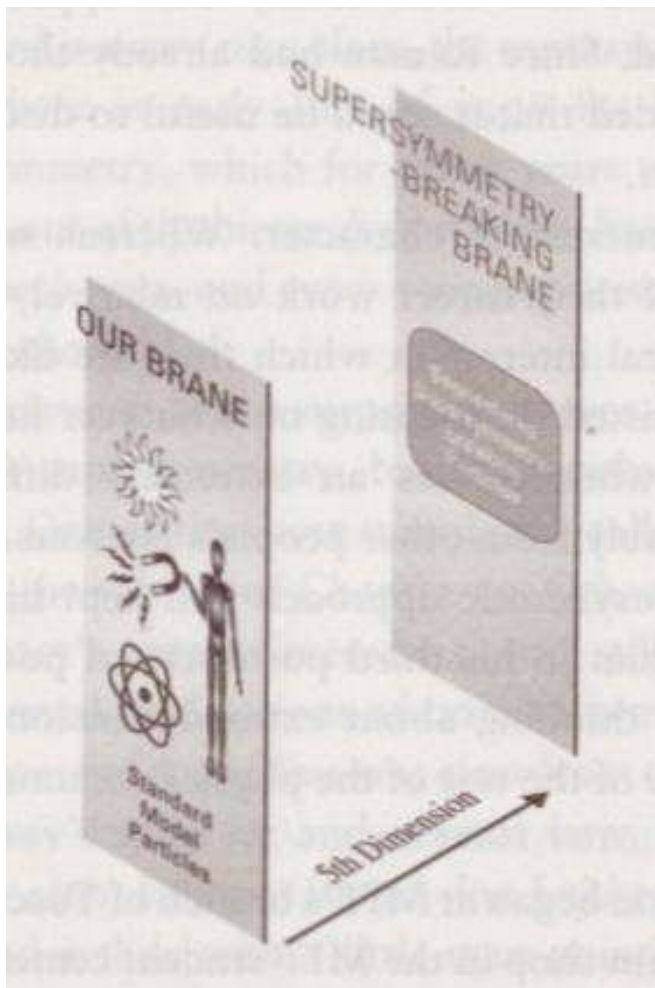


Fig.155 - C'est un branemonde dans lequel les particules qui jouent un rôle dans la cassure de la supersymétrie sont séquestrées des particules du Modèle Standard, permettant la cassure de la supersymétrie sans l'intervention des interactions qui changeraient les particules en d'autres « saveurs ».

C'est la théorie formulée en 1998 par Lisa Randall, une physicienne très brillante du célèbre MIT, et de Raman Sundrum, un physicien d'origine indienne, chercheur à l'université de Boston.

Dans le branemonde de la supersymétrie séquestrée brisée, il y a 2 branes. Les particules sont sur une brane, tandis que les particules qui cassent la supersymétrie sont séquestrées dans l'autre brane. Les 2 branes ont chacune 3 dimensions spatiales et sont séparées par 5 dimensions d'espace-temps (c'est à dire un Vrac à 4 dimensions d'espace).

Cette branemonde est très difficile à comprendre car elle introduit des notions de physique théorique avancée, contient néanmoins de nombreuses idées révolutionnaires pouvant aboutir à des expérimentations pratiques pour prouver l'existence de mondes parallèles.

L'idée centrale est que les particules « séquestrées » dans les différentes branes n'obéissent plus au principe « d'anarchie », et donc toutes les interactions qui doivent se faire selon ce principe d'anarchie ne se produisent pas nécessairement, à cause de la distance.

Dans ce type de branemonde, même les plus petites extra-dimensions exercent une influence conséquente sur les propriétés des particules observables.

Qu'est-ce que c'est que la *flaveur* (saveur) ? C'est le label (l'étiquette) qui permet de caractériser différents types de quark et de lepton, notamment ceux qui proviennent de générations différentes. Dans la théorie de cassure de la supersymétrie, les particules virtuelles induisent des interactions non voulues, c'est à dire des interactions que par expérience nous savons qu'elles ne peuvent pas se reproduire. Or, ces interactions induites changent l'identité des quarks et des leptons du monde réel. Ces interactions génératrices de *changements de flaveur* ne se produisent pas dans la nature. C'est ce que nous enseigne notre expérience. Mais nous devrions plus exactement dire « ne se produisent que très exceptionnellement dans la nature, lorsqu'il y a interaction avec une particule virtuelle venant d'un branemonde de dimension supérieure ».

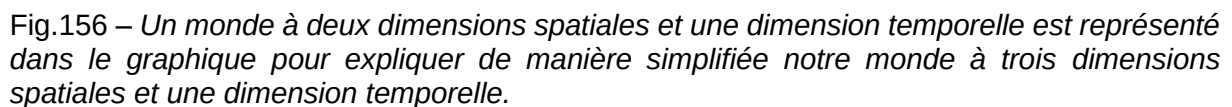
Qu'est-ce que c'est que la séquestration ? C'est la séparation physique de différents types de particules élémentaires dans les extra-dimensions. Les lois courantes de la physique nous disent que n'importe quelle particule peut se trouver dans n'importe quel endroit. Ce qui est vrai dans un espace à 3 dimensions. Dans les dimensions supérieures, les photons et les particules chargées ne peuvent pas être partout. Les particules peuvent être confinées à des régions séparées de l'espace occupé par les branes. L'idée des chercheurs de mondes parallèles est de séquestrer les particules responsables de la cassure supersymétrique des particules du Modèle Standard, afin d'empêcher des interactions non souhaitées entre elles. Le terme « séquestré » a été choisi pour distinguer les modèles mathématiques dans lesquels les particules sont séparées dans différentes branes, des modèles « à variables cachées » de la supersymétrie brisée.

Qu'est-ce que c'est que la brisure de la supersymétrie ? Commençons par comprendre la symétrie. Supposons que vous préparez un repas pour 6 personnes et que vous devez mettre le couvert. Ne voulant privilégier personne, vous mettez 6 couverts identiques : même assiette, même couteau, même fourchette, etc. Vous pouvez permuter n'importe quel couvert, tout le monde sera content : la symétrie est respectée pour chaque personne. Sans cette symétrie, vous auriez pu placer des assiettes plus grandes pour le premier couvert, plus petites pour le deuxième, des baguettes à la place du couteau et des fourchettes pour le troisième, etc. La contrainte de la symétrie vous oblige à ne jamais mettre un couteau de plus ou de moins pour l'un ou l'autre. De la même manière, la symétrie en théorie des cordes vous enseigne que toutes les interactions ne peuvent se dérouler. Dans les nombreuses interactions entre particules, aucune interaction ne violera la symétrie si dans l'ensemble les interactions classiques préservent cette symétrie. Cela veut dire que si vous ne démarrez pas un processus avec des interactions qui violent la symétrie, vous ne générerez presque jamais une interaction qui la viole, même si vous provoquez dans vos processus toutes les interactions possibles, y compris l'ajout de particules virtuelles. La supersymétrie est une symétrie qui permute les bosons et les fermions partenaires. Elle protège le principe de hiérarchie (qui indique qu'à l'échelle de Planck la masse qui caractérise la force de la gravité est 16 fois plus grande que la masse attribuée à la force faible) et permet au mécanisme de Higgs d'ajouter de la masse à une particule. La plupart des modèles mathématiques qui « cassent » la supersymétrie prédisent des interactions qui n'existent pas dans la nature. Les modèles de casse de supersymétrie dans un branemonde indiquent que la supersymétrie peut se casser spontanément si le branemonde contient des particules qui ne préservent pas la supersymétrie.

Qu'est-ce que c'est que le principe d'anarchie ? C'est le fait que toutes les interactions qui ne sont pas interdites par le principe de symétrie finissent par se produire. C'est une règle non écrite dans la théorie des champs en physique quantique qui dit que dans un univers à 4 dimensions, ce qui peut survenir va finir par survenir. Pour comprendre ce principe, prenons l'exemple suivant : supposons que vous dites à Toto qu'il va neiger demain, et que Toto à son tour va dire à Jean qu'il va neiger demain. Le principe d'anarchie dit que, bien que vous n'ayez aucun contact direct avec Jean et a fortiori aucun moyen pour influencer Jean dans sa façon de s'habiller, Jean a effectivement mis son parka le lendemain. De la même manière, si une particule interagit avec une particule virtuelle (une particule virtuelle est une particule

Qu'est-ce qu'un gaugino ? C'est le super partenaire d'un véhiculeur de force tel que le boson de gauge. Le super partenaire est la particule qui paire supersymétriquement une autre particule ; si la particule originelle est un boson, le super partenaire est un fermion, et vice versa.

Enfin, cette interprétation du branemonde peut aboutir à des expériences de cassure de la flaveur-symétrie-séquestrée pour expliquer la disparité des masses des particules.



Un organisme vivant qui vit dans un monde à trois dimensions (un homme) est représenté ici par une corde (string) qui peut durant toute son existence (sa worldline) vibrer sur la worldsheet (une surface).

191



## The Landscape of String Theory

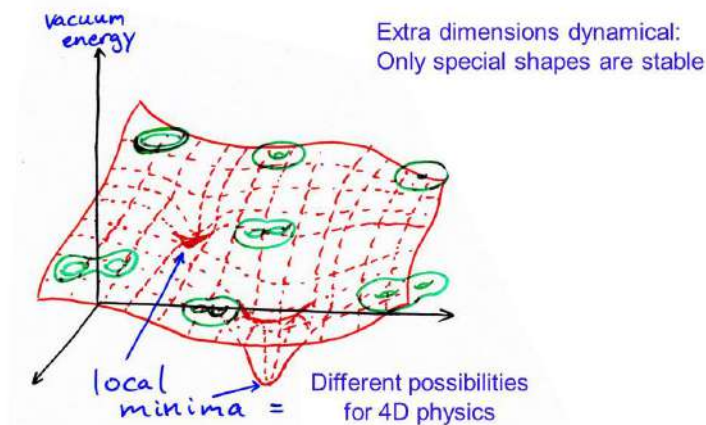


Fig.157 – Le schéma explique la dynamique des extra-dimensions. L'univers multidimensionnel représenté par la toile parsemée de creux est imprégnée de champs de force à  $n$  dimensions qui forment un paysage de « vallées d'énergies ». Notre monde (à 4 dimensions et 6 niveaux d'énergies) est situé dans l'une de ces vallées. Les autres vallées, qui peuvent contenir jusqu'à  $10^{500}$  niveaux d'énergies, nous sont invisibles.

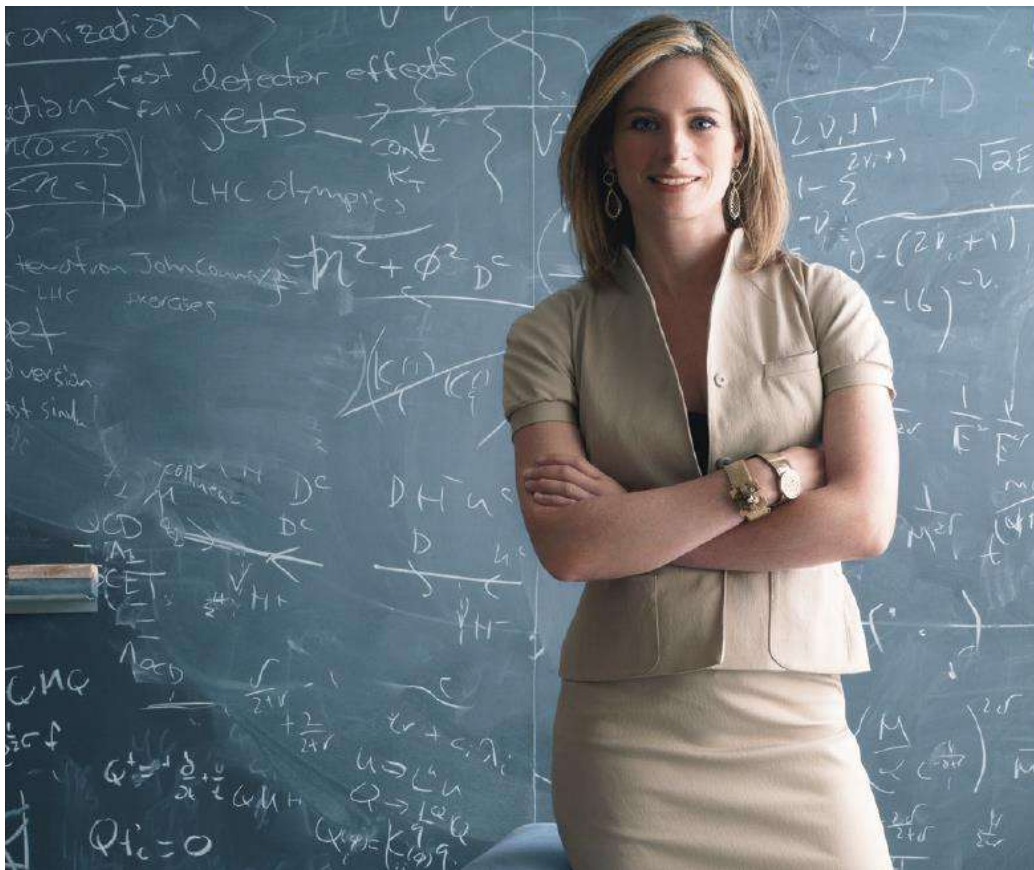


Fig.158 – Le Dr. Lisa Randall, professeur d'astrophysique à l'université de Harvard et au MIT, auteur de nombreux ouvrages dont « the warped passage » (le passage distordu) concernant les branemondes, déclare que « l'univers a ses secrets. Les extradimensions de l'espace pourraient en faire partie. Si c'est le cas, l'univers les a cachées depuis toujours, et les a protégées et mis sous capes pudiquement. Vous ne pouvez jamais en soupçonner quoi que ce soit si vous n'y jetez qu'un coup d'œil évasif ».

## L'UNIVERS SELON LES BRANES OU L'UNIVERS SELON LE MODELE STANDARD, LEQUEL EST CONFORME A LA REALITE ?

Pour répondre à cette question, il faut essayer de comprendre si le temps a eu un commencement ou s'il a existé bien avant la création du monde. Aristote disait qu'au commencement du monde, il n'y avait rien. Si c'était le néant, rien ne pouvait donc venir du néant, même pas la notion de temps. Saint Augustin n'était pas de cet avis. Pour lui, Dieu existe en dehors de l'espace et du temps, car Il était capable de mettre en existence ces entités comme il avait forgé les autres constructions de l'univers. Quand on lui demandait « mais que faisait Dieu avant la création du monde ? », il répondait : le temps faisant lui-même partie des créations de Dieu, il n'y avait simplement pas « d'avant ».

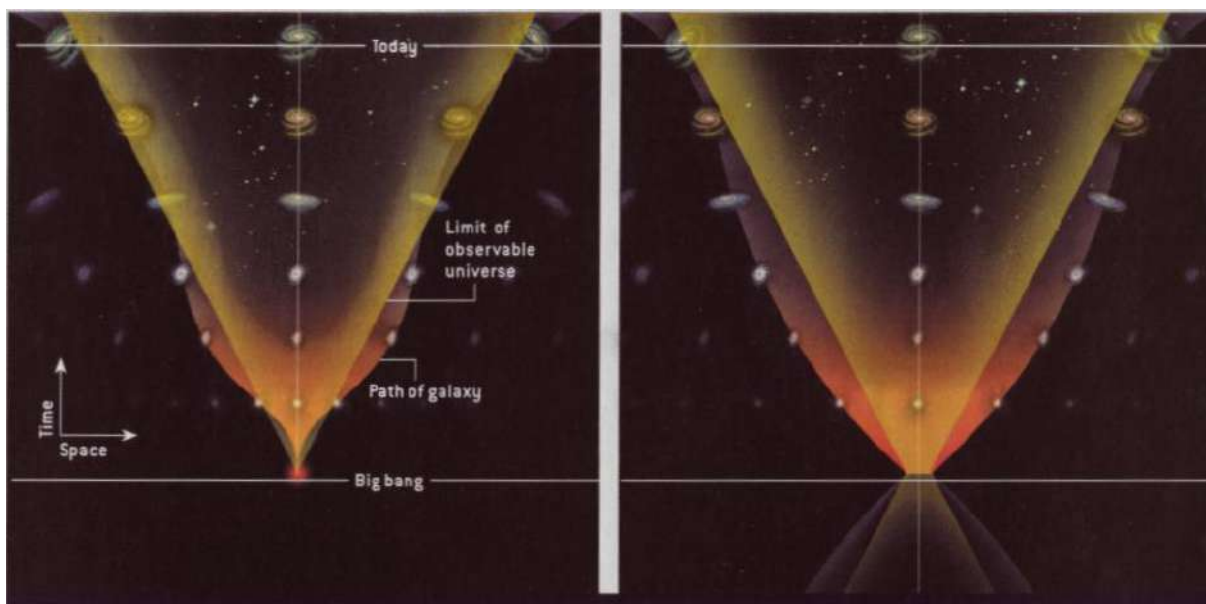


Fig.159 - A gauche, selon Albert Einstein, dans notre univers en expansion, les galaxies s'éloignent les unes des autres. Toutes ces galaxies ont été engendrées à partir d'un seul point au même moment : le Big Bang. Avant le Big Bang, **la notion de temps n'a pas de signification**.

A droite, selon la Théorie des cordes ou la Théorie quantique de la gravité en boucles, les constantes de la nature ont une longueur minimale et démontrent que le Big Bang avait bien eu lieu, mais pas avec une densité infinie, et donc que l'univers pré-existait avant le Big Bang. La transformation de l'univers, sans doute à travers plusieurs cycles de vie et de mort, avait conduit au Big Bang. C'est l'époque du pré-Big Bang qui a forgé l'univers présent.

En conséquence, le temps n'avait pas de commencement et n'aura pas de fin.

Les 2 théories s'accordent pour dire que l'univers traverse des périodes d'accélération et de décélération : dans l'espace-temps les galaxies suivent des trajectoires sinueuses qui les sortent des régions observables de l'espace. On ne sait toujours pas pourquoi et depuis quand elles font ces traversées.

La théorie d'Albert Einstein sur la relativité générale explique que le temps est une entité molle et malléable comme l'espace. L'espace est dynamique, en expansion ou en contraction dans le temps, charriant la matière comme la marée charrie les débris de la mer. Notre univers en expansion avait commencé il y a 13,7 milliards d'années à partir d'un point minuscule - appelé singularité – ou Big Bang. Les cosmologues insistent pour dire que le Big-Bang était le commencement du temps et de l'univers. Se demander si le temps pouvait exister avant le commencement de l'univers est une question qui n'a pas de sens, un peu comme si on demandait « s'il y a un endroit plus au nord que le pôle nord ? ».

La singularité est un cataclysme ultime qui pose d'énormes problèmes. Pas parce que toutes les galaxies retombent dans un trou infinitésimal dans lequel la température, la densité, la courbure de l'espace sont infinies, mais parce que quand on regarde partout dans l'univers d'aujourd'hui, on est frappé par son très haut degré d'homogénéité et d'entropie. Imaginez que vous venez à une surprise-partie, et que vous vous voyez habillé exactement comme une douzaine d'autres personnes. Si 2 personnes sont habillées de la même façon, on dira que c'est une coïncidence, mais une douzaine suggère qu'il y a eu coordination préalable. Dans le cosmos, ce n'est pas une douzaine, mais des centaines de milliers de coïncidences qu'on observe dans tous les recoins du ciel.

Il y a 2 manières d'expliquer cela. La première, est de dire que l'univers était à l'origine si concentré que les galaxies pouvaient aisément se coordonner et partager leurs propriétés. Puis l'univers traverse une période d'expansions accélérées, appelée inflation. Durant cette phase, l'énergie inflationniste provient de l'inflaton apparu à  $10^{-35}$  seconde après le Big Bang. Au contraire de la gravité, l'inflaton repousse la matière. Reste à expliquer ce qu'est l'inflaton et ce qui lui donne cette énorme énergie.

La seconde, celle de la théorie des cordes, se débarrasse de la singularité. Si le temps n'avait pas commencé au Big Bang, une ère très longue pouvait préexister au Big Bang et donc la matière aurait eu tout le temps pour se coordonner. Le Big Bang n'était pas le commencement. Ce ne serait qu'une transition. La théorie des cordes est un modèle d'explication du monde qui tente de concilier la relativité générale et la théorie quantique. L'idée de base est que les particules élémentaires ne sont pas des points mais des objets à une dimension, les cordes. Le vaste zoo des particules élémentaires, chacune avec ses caractéristiques propres, reflète toute la gamme des vibrations des cordes. Dès que les lois de la mécanique quantique s'appliquent à une corde qui vibre, la vibration se transmet à la vitesse de la lumière le long de la corde et comme par magie de nouvelles propriétés apparaissent. Ces propriétés ont des implications profondes dans la physique des particules et la cosmologie.

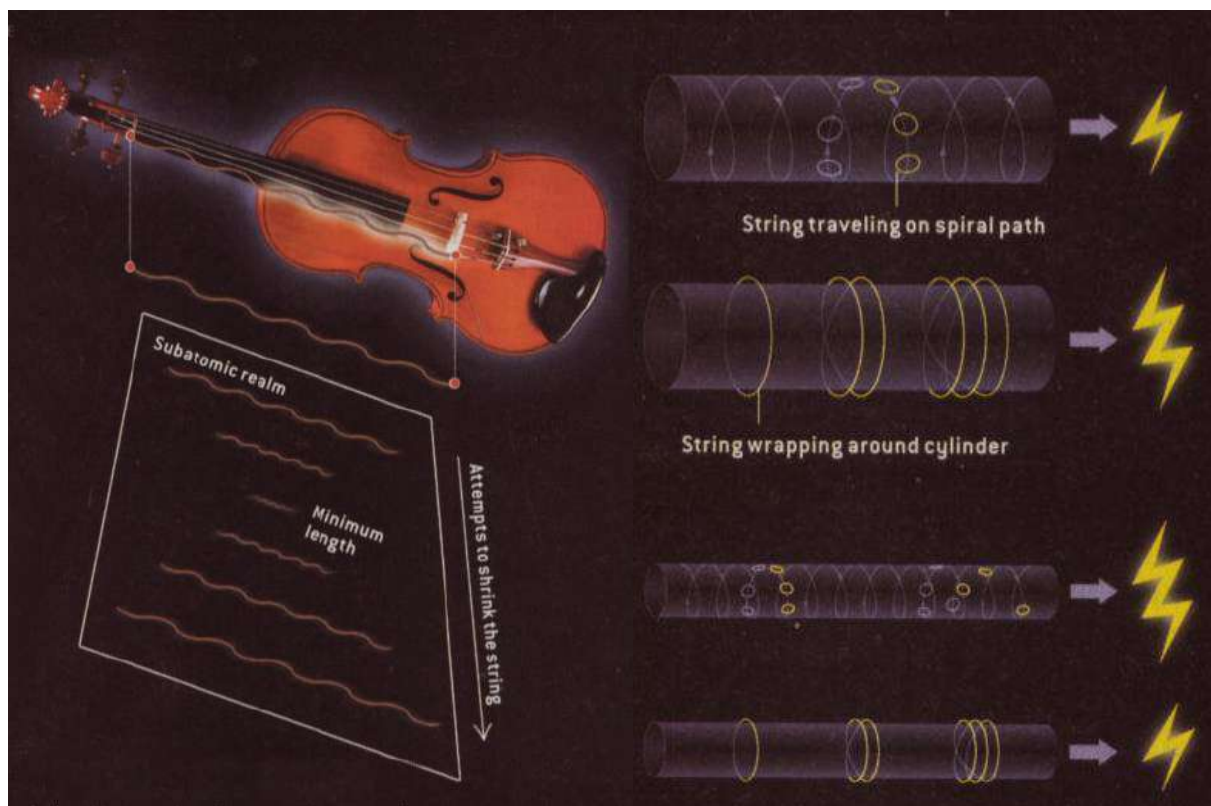


Fig.160 - Comme les cordes d'un violon, les cordes quantiques ont une dimension définie. Ce sont des objets matériels qui peuvent être coupés en deux, puis découpés encore en deux et ainsi de suite jusqu'à devenir un point, c'est à dire une particule sans masse. Un violoniste, en

*déplaçant son doigt le long d'une corde de violon, la raccourcit et augmente la fréquence de la vibration. S'il raccourcit cette longueur à une dimension subatomique, les effets quantiques prennent le pas et l'empêchent de la raccourcir davantage. En d'autres termes, le principe d'incertitude d'Heisenberg empêche une corde d'être réduite à moins de  $10^{-34}$  mètre. Cette longueur irréductible, désigné  $L_s$ , est une nouvelle constante de la nature, à côté de  $C$  la vitesse de la lumière, et  $H$  la constante de Planck. Ces constantes mettent une limite à n'importe quelle valeur qui autrement serait au zéro ou à l'infini.*

Les cordes quantiques même sans masse peuvent avoir des moments angulaires. En physique classique, le moment angulaire définit la propriété d'un objet qui tourne autour d'un axe. La formule qui donne le moment angulaire multiplie la vitesse, la masse, et la distance par rapport à l'axe, et donc un objet sans masse n'a pas de moment angulaire. Mais les fluctuations quantiques changent tout. Une corde peut acquérir jusqu'à 2 unités de Planck ( $2H$ ) sans augmentation de masse. Cette caractéristique cadre parfaitement avec les propriétés des transporteurs de toutes les forces de la nature, comme le photon et le graviton.

La théorie quantique annonce une curiosité de la nature subatomique appelée dualité. Normalement, une corde courte pèse moins lourd qu'une corde longue. Mais si on cherche à réduire sa longueur à une dimension inférieure à  $L_s$ , la corde devient plus lourde.

Autre curiosité : la T-dualité qui soutient que petites et grandes dimensions sont équivalentes. En dehors du fait qu'une corde quantique peut se déplacer de manière unitaire ou vibrer sur sa longueur, elle peut aussi s'enrouler comme un ressort. Pour simplifier, supposons que l'espace a une forme cylindrique.

Si la circonférence de l'espace est supérieure à la longueur de la corde, chaque incrément de vitesse de déplacement de la corde nécessite un petit incrément d'énergie. Le premier dessin ci-dessus le montre sur un gros cylindre : les cordes en boucles se déplaçant le long d'une spirale qui vrille l'espace nécessitent peu d'énergie pour accroître leurs vitesses. Par contre, il faut beaucoup d'énergie pour emmancher des anneaux supplémentaires de cordes à un gros cylindre d'espace, comme le montre le 2ème dessin.

Si la circonférence est inférieure à la longueur de la corde, chaque incrément de vitesse de déplacement nécessite un fort incrément d'énergie. Le 3ème dessin le montre sur un petit cylindre : les cordes en boucles se déplaçant le long d'une spirale qui vrille l'espace nécessitent beaucoup d'énergie pour accroître leurs vitesses. Par contre, il faut peu d'énergie pour emmancher des anneaux supplémentaires de cordes à un petit cylindre d'espace, comme le montre le 4<sup>ème</sup> dessin.

Les cordes quantiques nécessitent l'existence d'un espace à plus de 3 dimensions. Il faut au moins 6 dimensions, d'après les calculs, pour qu'une corde quantique commence à vibrer.

Enfin, certaines constantes physiques, comme les constantes de Newton et de Coulomb, n'ont plus de valeurs fixes. Dans la théorie des cordes ces constantes deviennent des champs, un peu comme un champ électromagnétique où les valeurs peuvent s'ajuster dynamiquement. Ces valeurs peuvent prendre des valeurs différentes à différentes époques dans la vie de l'univers, ou dans des régions particulières de l'espace, ou peut-être même dans notre environnement quotidien en des circonstances climatologiques très spéciales. Un de ces champs, causé par le dilaton, est la clé de voûte de la théorie des cordes. Il détermine la solidité de toutes les interactions des forces.

Le dilaton fascine les théoriciens de la théorie des cordes car ses valeurs sont interprétées comme étant une dimension extra spatio-temporelle regroupant un total de 11 dimensions d'espace-temps.

Par exemple, les électrons sont des cordes dont les extrémités peuvent se mouvoir librement dans 3 des 10 dimensions auxquelles elles appartiennent, mais elles restent implantées dans les 7 autres.



Ces 3 dimensions forment un sous-espace connu comme étant la membrane de Dirichlet, ou D-brane. En 1996, Petr Horava de l'université de Berkeley (Californie), et Edward Witten de l'Institute for Advanced Study de Princeton, suggèrent que notre univers repose sur une telle membrane, ou tout simplement une « brane ».

La mobilité très partielle des électrons et des autres particules explique pourquoi nous sommes incapables de percevoir la pleine perspective d'un espace à 10 dimensions.

Pourra-t-on remonter le temps bien avant la naissance de l'espace-temps ?

Seule la théorie des cordes propose une réponse à cette question. Alors que les autres théories présentent des exponentielles et des infinis, toute la magie de cette théorie tend vers une seule direction : elle déteste l'infini, dans son sens mathématique.

Ne pouvant se fondre en un point infinitésimal, les cordes fixent des limites là où les physiciens jusqu'à présent annonçaient des effets sans limites.

Les théoriciens des cordes formulent 2 scénarios de l'avant Big Bang.

Le premier, développé en 1991 par Gabriele Veneziano, un physicien du CERN, et connu sous le nom de Pré-Big Bang, explique que le Big Bang était simplement une transition de l'univers d'une phase de décélération à une phase d'accélération.

La beauté de ce scénario, basé sur la T-dualité et la réversibilité des équations physiques lorsque le temps est appliqué dans un sens ou dans l'autre, est que l'univers a besoin d'accélération pour devenir homogène et entropique.

La cause de l'accélération est simplement la symétrie à la décélération et à son prolongement, alors que pour la théorie standard, l'accélération n'a eu lieu qu'après le Big Bang et sa cause provient de l'inflaton.

Le second, développé en 2001 par Justin Khoury de l'université de Columbia, Paul Steinhardt de l'université de Princeton, Burt Ovrut de l'université de Pennsylvanie, Nathan Seiberg de l'Institute for Advanced Study, et Neil Turok de l'unité de Cambridge, est connu sous le nom de scénario ekpyrotique (ou de la conflagration, voir Fig.152).

Il repose sur l'idée que notre univers est posé à une extrémité d'un espace à n-dimensions et qu'un autre « brane » caché est posé à son autre extrémité.

En 1979, le scientifique américain Alan Guth a proposé une alternative à la singularité du Big Bang : la théorie de l'inflation cosmique, qui consistait en une phase précoce de la croissance exponentielle avant le Big Bang, et qui pourrait résoudre tous ces problèmes.

Si le Big Bang n'était pas le début de l'univers, qu'est-ce que c'était ?

Dans cet état cosmique, les fluctuations quantiques continueraient d'exister et au fur et à mesure que l'espace augmenterait, elles se répandraient dans l'univers, créant des régions avec des densités d'énergie légèrement plus élevées ou légèrement inférieures à la moyenne.

Lorsque cette phase de l'univers arrive à sa fin, cette énergie deviendrait matière et rayonnement, créant ainsi un état chaud et dense synonyme du Big Bang.

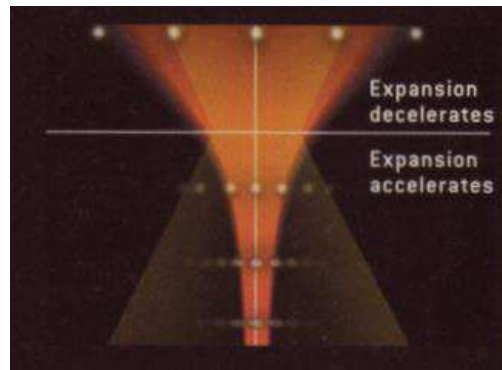
Pour tester cette idée, il fallait mesurer les fluctuations de la lumière excédentaire du Big Bang et trouver un modèle particulier compatible avec les prévisions d'inflation. Dans les années 1990, 2000, puis à nouveau en 2010, les scientifiques ont mesuré ces fluctuations en détail et ont trouvé exactement cela.

Le grand Big Bang est définitivement arrivé mais après la phase d'inflation cosmique.

Ce qui s'est passé avant l'inflation (ou si l'inflation était éternelle dans le passé) est encore une question ouverte, mais une chose reste certaine : le Big Bang n'est pas le début de l'univers.



Fig.161 - PREMIER SCENARIO DU PRE BIG BANG

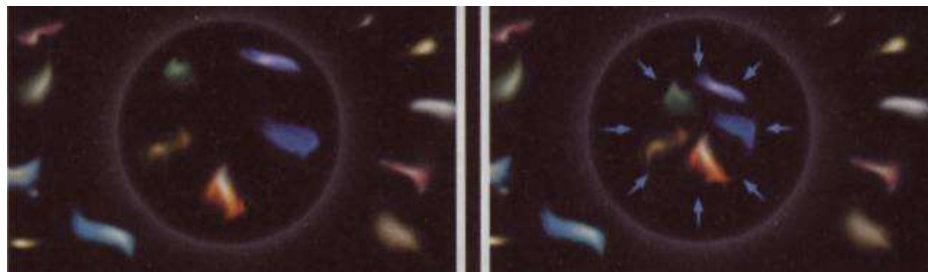


Le Big Bang n'est qu'une transition entre un univers en accélération et un univers en décélération. La trajectoire des galaxies ressemble à une coupe de champagne. L'univers est aussi bien éternel dans le passé que dans le futur.



A gauche, l'univers d'avant le Big Bang n'était pas vide, mais rempli d'un gaz ténu et chaotique de radiations et de matières. Les forces de la nature, contrôlées par le champ dilatonique, étaient si faibles que les particules du gaz n'interagissaient pas. Certaines forces, comme la force gravitationnelle, étaient par essence extrêmement faibles.

A droite, les forces gagnent d'intensité avec le temps et accumulent la matière, formant des grumeaux.

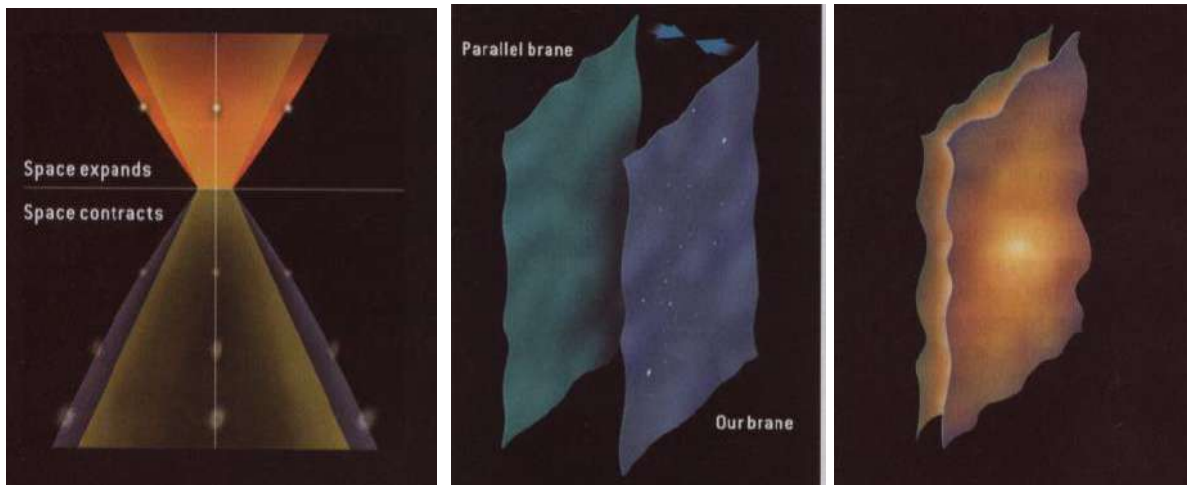


A gauche, la densité de ces grumeaux augmente si fortement dans certaines régions de l'espace qu'un trou noir se forme. L'espace à l'intérieur du trou noir s'accroît. La matière interne est isolée de la matière externe. A droite, la matière est accélérée vers le centre du trou noir et augmente en densité jusqu'à atteindre les valeurs limites imposées par la théorie des cordes. L'espace et le temps se permutent : le centre du trou n'est pas un point de l'espace mais un instant du temps.



Quand la matière atteint son maximum de densité et de température, les effets quantiques forcent ces valeurs à s'inverser et rebondir en un Big Bang. De l'intérieur de ce trou naît notre univers. A l'extérieur, d'autres trous noirs commencent à se former, chacun produisant un univers distinct.

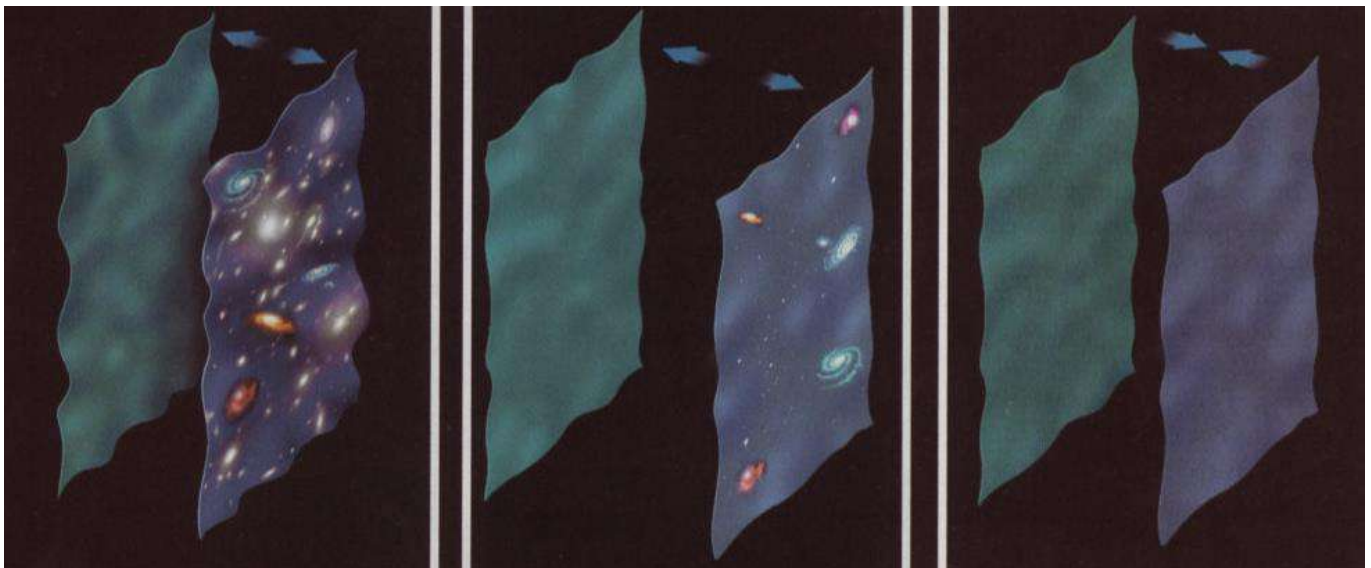
Fig.162 - DEUXIEME SCENARIO DE L'AVANT BIG BANG : LA CONFLAGRATION DES BRANES



A gauche : notre univers est une membrane (ou brane) multidimensionnelle qui circule quelque part dans un espace de dimensions plus riches que le nôtre (c'est à dire à n-dimensions). Le Big Bang ne serait qu'une collision entre notre brane et une brane située dans un monde parallèle. Les collisions peuvent se produire de manière cyclique. Les galaxies des 2 mondes suivraient une trajectoire en forme de diabololo.

Au centre : avant le Big Bang, 2 branes presque vides se précipiteraient l'une vers l'autre, l'une étant notre méta-univers et l'autre un méta-univers d'un monde parallèle. Chaque brane serait en cours de contraction, dans le sens perpendiculaire au sens du mouvement.

A droite : les branes collisionnent, convertissant leur énergie cinétique en matières et radiations. Cette collision est précisément le Big Bang.



A gauche : après la collision, les branes rebondissent. Elles commencent à se détendre à un rythme décéléré. La matière s'accumule dans des structures comme les amas de galaxies.

Au centre : dans le scénario de type cyclique, les branes se séparent et les forces d'attractions faiblissent. La matière se dilue.

A droite : dans le scénario de type non cyclique, les branes arrêtent de se séparer et commencent leur rapprochement. Durant ce rapprochement, chaque brane se détend à un rythme accélérateur.

**Penser que l'univers et tout ce qui s'y trouve sont nés à l'époque du Big Bang, c'est l'une des plus grandes idées fausses en science.**

Il s'agit d'une idée attrayante et belle qui explique beaucoup de ce que nous voyons, mais malheureusement, c'est «incorrect», et les scientifiques le «savent depuis près de 50 ans», affirme l'astrophysicien et scientifique Ethan Siegel, qui l'appelle «l'une des plus grandes idées fausses de l'univers».

Selon Siegel, l'idée originale suggère que l'univers a émergé d'un état chaud et dense qui se développe et se réchauffe. Si nous «continuons à extrapoler» dans le passé, l'univers deviendrait «plus chaud, plus dense et plus compact» jusqu'à un moment où la densité et la température augmentent à des valeurs infinies, où toute la matière et l'énergie dans l'univers sont concentrées en un seul point : une singularité.

Il est entendu que cette singularité (où les lois de la physique «disparaissent») est aussi «le point final», qui représente l'origine de l'espace et du temps, soutient l'auteur de l'article. Néanmoins, il continue, il y a des casse-têtes et des paradoxes que la théorie du Big Bang ne peut pas expliquer. «L'Univers n'a pas de températures différentes dans des directions différentes, même si une zone à des milliards d'années-lumière dans une région n'a jamais eu le temps (depuis le Big Bang) d'interagir ou d'échanger des informations avec une région des milliards d'années-lumière dans la direction opposée.»

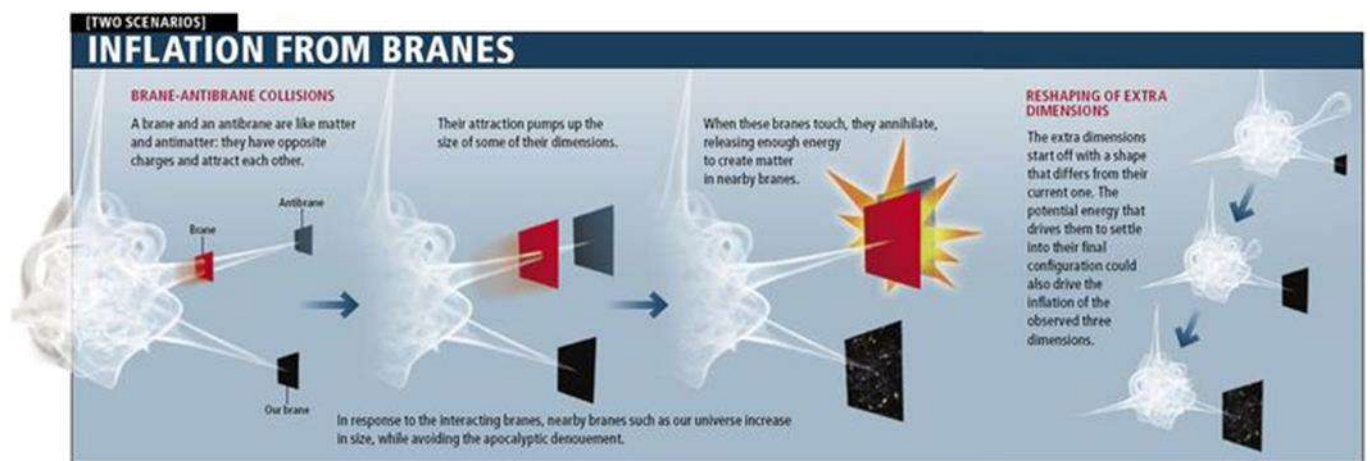


Fig.163 – Le véritable début de l'univers : l'inflation de notre univers vient du choc des branes.

1 – Une brane et une anti-brane sont comme la matière et l'anti-matière : elles ont des charges opposées et s'attirent réciproquement. L'univers à 10 dimensions représenté à gauche par un Calabi-Yau blanc projette trois pointes (spike). Une des spikes traverse une brane (en rouge) et pointe sur une anti-brane (en noir). La spike du dessous pointe sur notre brane, c'est-à-dire à celle qui correspond à notre méta-univers.

2 – Sur la spike du dessus, l'attraction de la brane (rouge) et de l'anti-brane (noire) les rapproche et intensifie quelques unes de leurs dimensions. En réaction à l'interaction des branes et anti-branes, notre brane qui se trouve à proximité de cet événement voit sa dimension augmenter.

3 – Lorsqu'elles se heurtent, le choc de l'annihilation de la brane et de l'anti-brane rejette suffisamment d'énergie pour créer de la matière à la brane environnante, c'est-à-dire à notre méta-univers.

4 – Le reformatage des extra-dimensions : les extra-dimensions commencent avec une nouvelle forme en Calabi-Yau différente de la précédente. L'énergie potentielle qui les anime et qui les cantonne finalement à une configuration de repos est aussi celle qui insuffle l'inflation à notre méta-univers.



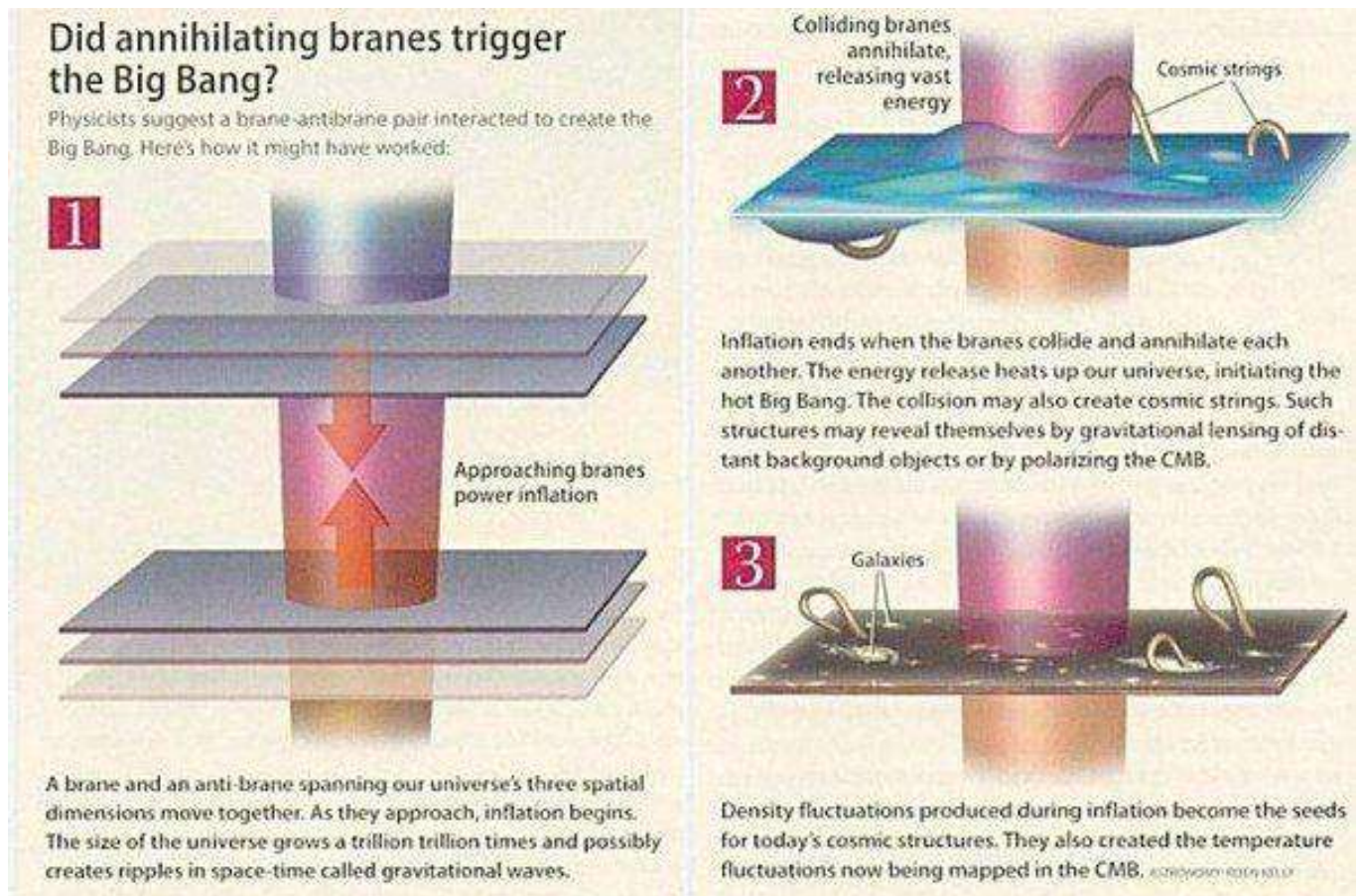


Fig.164 – Le Big Bang revisité : cette image explique un peu mieux ce qui l'a provoqué.

1 – Une brane et une anti-brane proches d'une brane correspondant à notre méta-univers à 3 dimensions spatiales se sont suffisamment approchées pour créer le Big Bang de notre univers à 4 dimensions. Le rapprochement de la brane et de l'anti-brane a déclenché la phase d'inflation de notre méta-univers (le précurseur de notre univers actuel), qui a tout d'un coup enflé des milliards de milliards de fois, déclenchant des successions de vagues gravitationnelles et des ondulations de l'espace-temps.

2 – Les branes en collision s'annihilent, rejetant une fantastique quantité d'énergie. Cette énergie échauffe les environs du choc, provoquant sur notre méta-univers situé à proximité l'inflation du début du Big Bang. La collision crée aussi des cordes cosmiques qui peuvent avoir polarisé le fond diffus cosmologique ou interférer les lentilles gravitationnelles des objets distants.

3 – Les fluctuations de densité produites lors de l'inflation deviennent les germes de la structure cosmique actuelle. Elles créent aussi des variations de température aujourd'hui détectées dans le fond diffus cosmologique (CMB).

Finalement, quand est-ce que le temps a commencé ? Bien avant le Big Bang. Si la théorie des cordes se révèle fondée, l'univers a toujours existé, et même s'il s'effondre un jour, le temps ne périra jamais.

**Ainsi donc, tout aurait toujours été là, le passé, le présent et le futur, mais du fait de notre propre parcours, nous ne découvririons cette réalité temporellement déployée que pas à pas, seconde après seconde. Le petit moteur du temps, ce serait donc nous !**

**En conséquence, les voyages dans le temps seront des voyages dans notre monde réel, vers le passé et vers le futur. Quant aux voyages vers d'autres mondes parallèles au nôtre, il faudrait pour pouvoir les réaliser attendre d'avoir résolu le problème des « différences de constantes dans la fine structure ».**

## COMMENT MAITRISER LES CONSTANTES DE LA FINE STRUCTURE POUR RESTER PHYSIQUEMENT COHERENT DANS LES MONDES MULTIDIMENSIONNELS

Pour pouvoir voyager dans des univers engendrés par d'autres mondes, il faudrait pouvoir inventer des méthodes pour traverser une conflagration de branes. Certains scientifiques comme John Barrow et John Web, de l'université du Sussex, pensent que cela est possible, à condition de savoir moduler les « constantes de la fine structure ».

Dans notre univers, il y a des choses qui ne changent jamais. La vitesse de la lumière, la constante de la gravitation de Newton, la masse de l'électron, sont des exemples de valeurs qui ne varient pas quelque soit l'endroit dans l'espace ou l'époque dans le temps. Les physiciens les appellent les constantes de la nature. Elles leur permettent de bâtir des théories de physique et d'astrophysique, et de prouver l'existence du tissu de l'univers. Pourtant, personne n'a jamais pu expliquer pourquoi la vitesse de la lumière est égale à 299.792.458 ou la masse de l'électron égale à  $9,10938188 \times 10^{-31}$ , chiffres qui n'ont pas de signification en eux-mêmes.

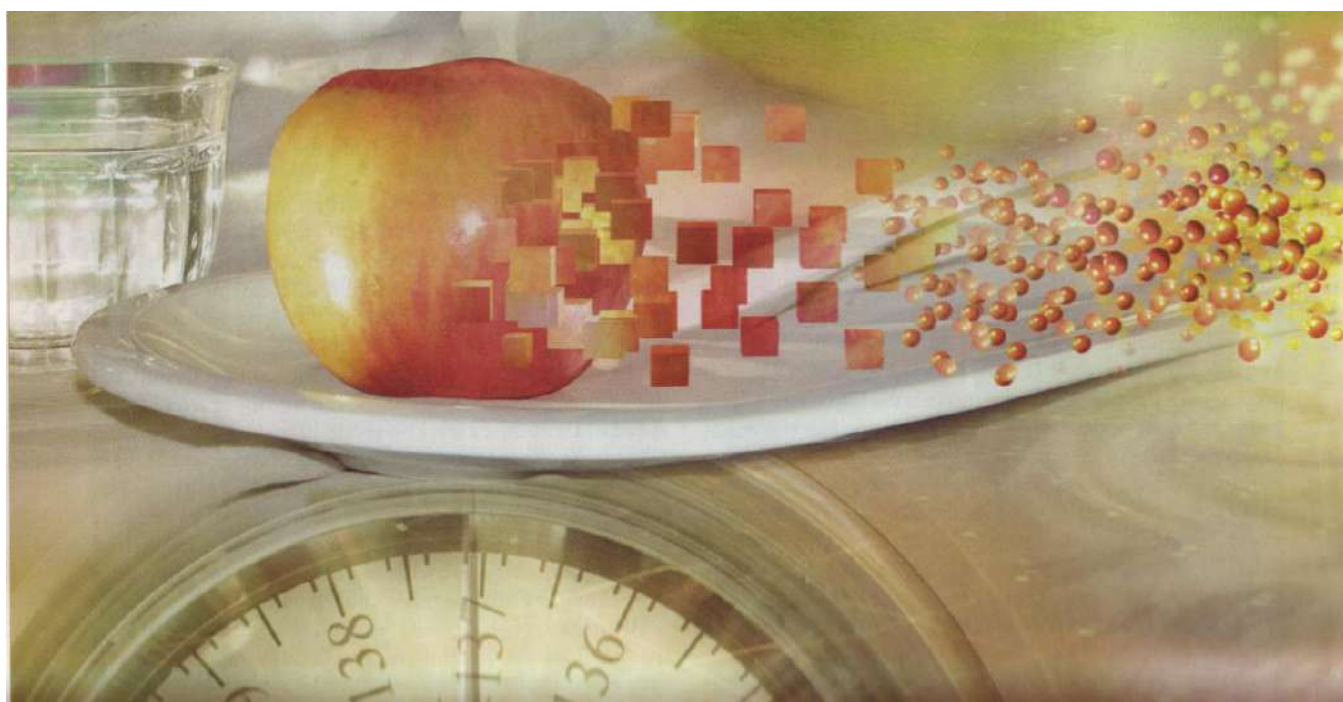


Fig.165 - 1/137 : *Un chiffre magique dans la Fine Structure, dont la connaissance intime pourra nous conduire à conserver notre intégrité dans les voyages dans le temps et les univers parallèles.*

Les nombres de la nature gouvernent notre vie quotidienne. Ils déterminent la taille et la masse des choses de la vie. Ils font que le monde est tel qu'il est, au lieu d'être tout autre. Ce qui semble être une lapalissade reflète un choix parmi l'infinité des choix de masse et de taille que la nature tient à sa disposition pour bâtir le contenu de l'univers.

Ainsi, les planètes auraient pu se réduire à de minuscules grains de poussière et les êtres humains auraient pu avoir la taille des microbes. Quelle est la plus grande montagne qui puisse se dresser sur Terre ? Celle que les réseaux cristallins de l'écorce terrestre puissent supporter sans se briser. Un petit calcul et les constantes de la physique indiquent que la plus haute montagne ne doit pas dépasser le centième du rayon de la planète (64 km).



Or l'Himalaya ne dépasse pas 7 km. Pourquoi ? Pourquoi les fleurs font-elles moins de 1 m et les arbres moins de quelques dizaines de mètres ? Pourquoi une goutte d'eau de pluie n'a-t-elle que quelques centimètres de diamètre ?

La réponse est dans les nombres, dans les constantes fondamentales de la nature. Les objets sont faits d'atomes, et ce sont ces derniers qui leur confèrent leur solidité. L'atome est le résultat de l'équilibre entre 2 forces. Les atomes s'organisent ensuite en des réseaux cristallins pour former les objets de formes variées. En raison de la faiblesse de la gravité, cette force n'intervient pas tant que la masse de l'objet ne dépasse pas 100 milliards de milliards de tonnes ( $10^{26}$  grammes). La gravité n'aime que les formes sphériques : au-delà de cette masse, elle transforme toute masse en un objet rond comme une planète. Si G avait été beaucoup plus grand, la force gravitationnelle serait intervenue pour des masses beaucoup plus petites et nous aurions vécu dans un monde où seule la forme sphérique aurait été tolérée, et nous n'aurions connu aucun sens d'esthétique.

Combien faut-il de nombres pour décrire l'univers ? Notre connaissance actuelle nous dit que :

- G dicte la force de gravité
- c la vitesse de la lumière
- F la force nucléaire forte
- f la force nucléaire faible
- H la constante de Planck, celle qui dicte notre « mur de la connaissance » de l'infiniment petit. Les atomes sont petits parce que h est minuscule.
- M la masse du proton
- m la masse de l'électron
- E la charge de l'électron
- ... et viennent encore quelques autres, en tout une quinzaine.

Ainsi, une quinzaine de constantes physiques déterminent le paysage qui nous entoure. Ce sont d'elles que dépend la magnifique hiérarchie des structures et des masses dans l'univers, du plus petit atome au plus grand superamas de galaxies en passant par l'homme.

Ce sont elles qui limitent les sommets des montagnes et nous empêchent d'avoir une taille de microbe. Ce sont elles qui ont permis l'éclosion de la vie et l'apparition de la conscience et de l'intelligence.

Modifiez un tant soit peu ces paramètres numériques et l'univers sera complètement différent et nous n'existerons plus. Ces nombres sont véritablement constants. Ils semblent ne varier ni dans le temps ni dans l'espace. Nos descendants lointains ou les extra-terrestres vivant à l'autre bout de l'univers mesureront exactement les mêmes nombres.

C'est par ces nombres que nous communiquerons avec les NHI (Non Human Intelligence) en réinventant la Pierre de Rosette.

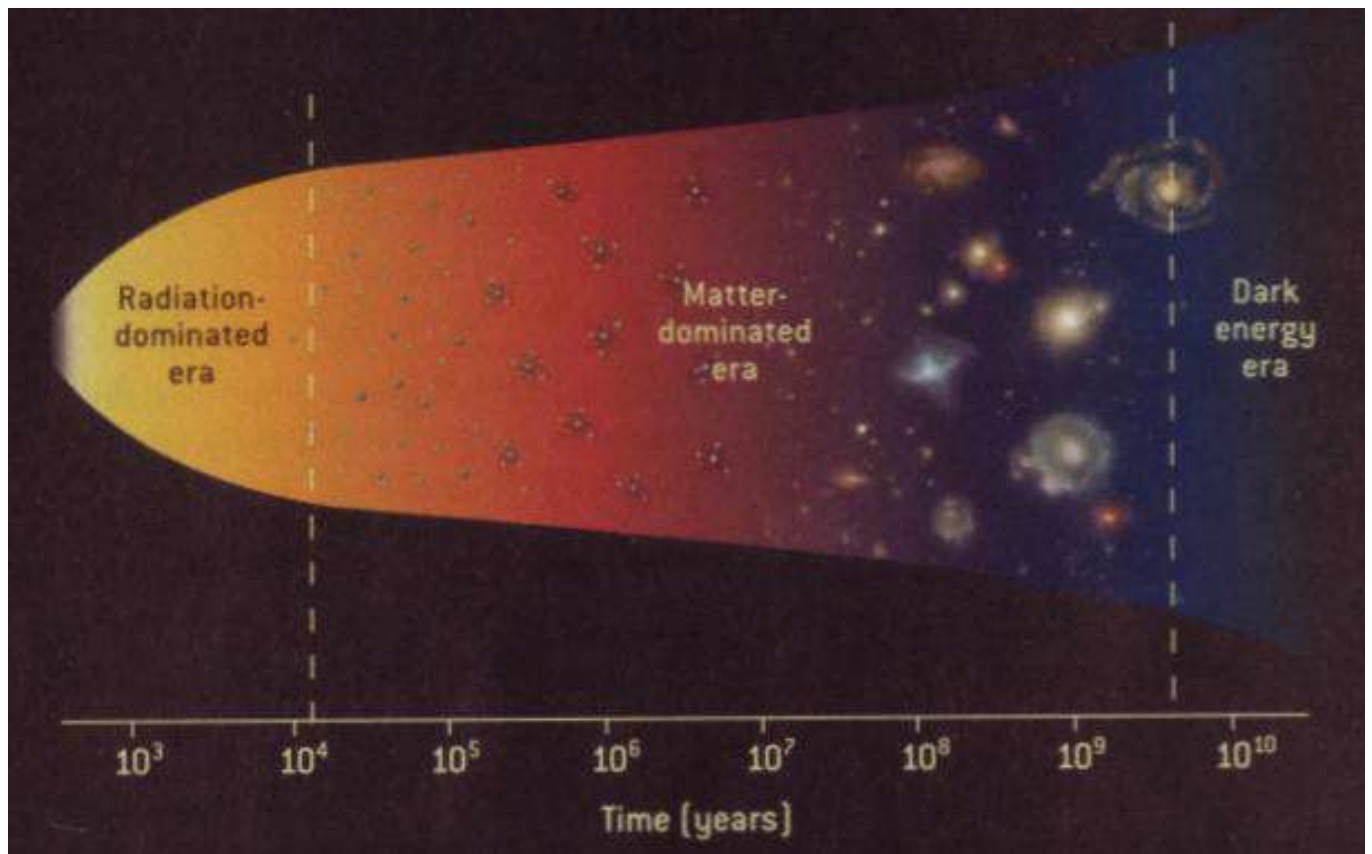


Fig.166 – La formation de l'Univers a conduit à traverser 3 périodes critiques : une ère dominée par les radiations, une ère dominée par la matière, et actuellement une ère dominée et remplie par l'énergie sombre.

Mais avons-nous réellement répertorié toutes les constantes de la nature ? Probablement pas. En 1916, Arnold Sommerfeld, avait introduit une constante particulièrement intéressante : un ratio qui combine  $c$  la vitesse de la lumière avec  $E$  la charge électrique de l'électron,  $h$  la constante de Planck et  $\mu$  la soi-disant perméabilité du vide, c'est à dire l'interaction des particules chargées dans un espace vide. Ce ratio  $A = E^2/2\mu h c$ , appelé la « **constante de la fine structure** » est égal  $1/137,03599976$ , ou approximativement **1/137**, a été utilisé universellement pour décrire la nature de manière unifiée, en quelque sorte une « théorie de toute chose qui existe dans l'univers ». Si  $A$  avait une valeur différente, toutes les caractéristiques vitales de notre monde auraient changé. Une différence de 4% de  $A$  aurait par exemple éteint toutes les étoiles de l'univers.

Galilée avait prédit que tout objet dans le vide, quelle que soit sa consistance, tomberait à la même vitesse. L'astronaute David Scott dans la mission d'Apollo 15 sur la lune l'avait démontré en lâchant un marteau et une plume, les 2 objets avaient rejoint le sol exactement, en même temps. En faisant varier  $A$ , ce principe ne tiendrait plus.

**En étudiant les quasars et leurs lumières par rapport à des lumières de référence en laboratoire, les scientifiques sont arrivés à la conclusion que la matière dans le passé absorbait la lumière différemment de la matière d'aujourd'hui. Cette différence peut être expliquée par une variation de la constante de la fine structure.**

**Ce qui prouve que les constantes ne sont plus constantes dans l'espace et dans le temps, signe très probant que l'espace possède plusieurs dimensions.**

Des faits sur Terre tendent aussi à prouver que les constantes en certaines régions ne sont pas constantes dans le temps. Ainsi, en 1970, des scientifiques du CEA en étudiant la composition des isotopes d'une mine d'uranium au Gabon, avaient conclu à l'existence en cet endroit d'un réacteur nucléaire à l'état naturel, réacteur qui a naturellement et spontanément fissionné. La cause de cette fission naturelle n'a pu être expliquée qu'en 1976 par Alexander Shlyakhter de l'Institut de Physique Nucléaire de St Petersburg (Russie) comme étant une variation minime de la fine structure du samarium, qui a permis et facilité la capture des neutrons à l'état naturel. En fait, le mot constant est désormais erroné. **On est maintenant certain que les constantes varient avec l'espace et le temps.** Pire : si les dimensions externes à notre univers changent, les constantes de notre univers à 3 dimensions changent également. Une variante de la théorie des cordes, la M-theory (la Théorie du Tout), n'est cohérente que si l'univers possède 4 à 7 dimensions.

Voilà pourquoi ce que nous observons comme constantes ne sont pas les vraies constantes les plus fondamentales. **Les constantes fondamentales vivent dans des dimensions « supérieures », et celles que nous observons ne sont que leurs fantômes, reflets et ombres projetés dans la 3<sup>ème</sup> dimension.**

Les physiciens ne savent pas comment la combinaison des constantes a été sélectionnée dans un monde de dimension supérieure. Mais la théorie montre qu'il existe plus de  $10^{500}$  mondes parallèles, avec leurs règles physiques propres et leurs propres constantes.

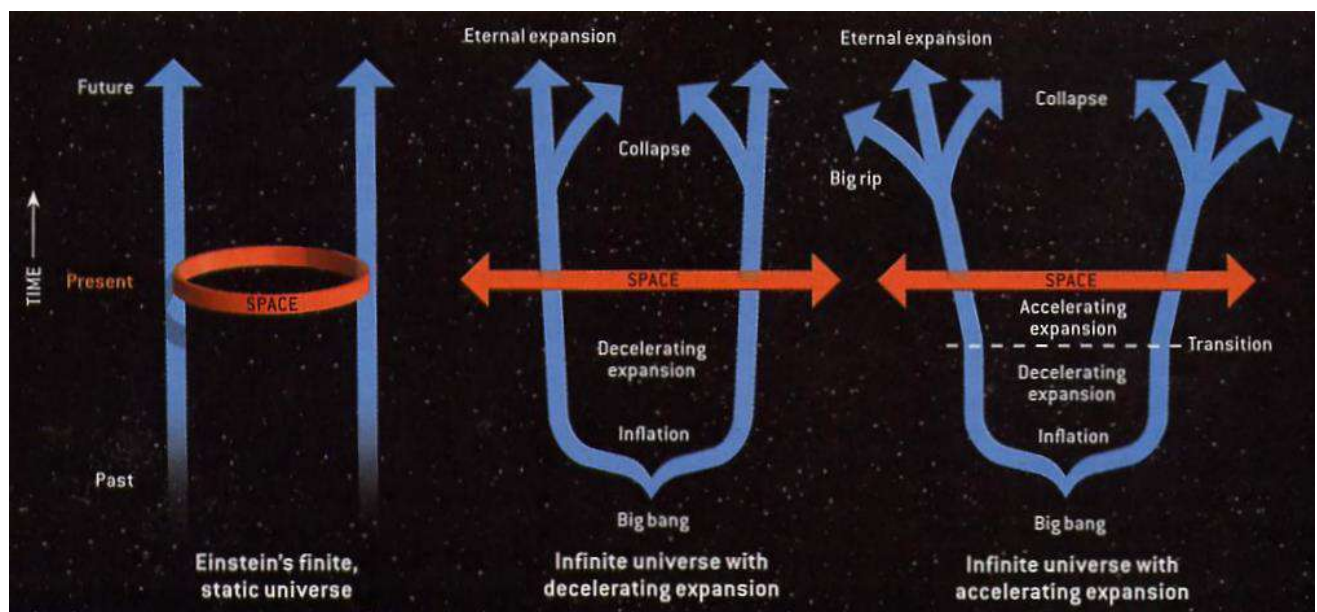


Fig.167 – Les modèles cosmologiques : Le modèle cosmologique d'Einstein à gauche montre un univers dont l'espace est fini, c'est à dire dont l'espace se recourbe sur lui-même. Le temps était infini car il reste tel quel pour l'éternité. Cet univers était statique. Après la découverte de l'expansion cosmique, les cosmologues ont construit (au centre) un modèle d'univers infini dans lequel le taux d'accélération ralentissait continuellement à cause de l'influence de la gravité. Cet univers pourrait s'effondrer sur lui-même ou connaître une éternelle expansion décélétratrice. Dans les années 80, les théoriciens avaient ajouté à ce modèle une phase d'accélération rapide, qui s'est révélée exacte depuis.



Après l'an 2000, les observations ont démontré (à droite) que l'expansion cosmique avait commencé il y a environ 5 milliards d'années. Le destin ultime de l'univers, notre univers, est de connaître une éternelle expansion accélératrice ou un effondrement cataclysmique, ou encore une hyper accélération, tout ceci dépendant de la mystérieuse énergie sombre qui nous recouvre depuis 3 milliards d'années.

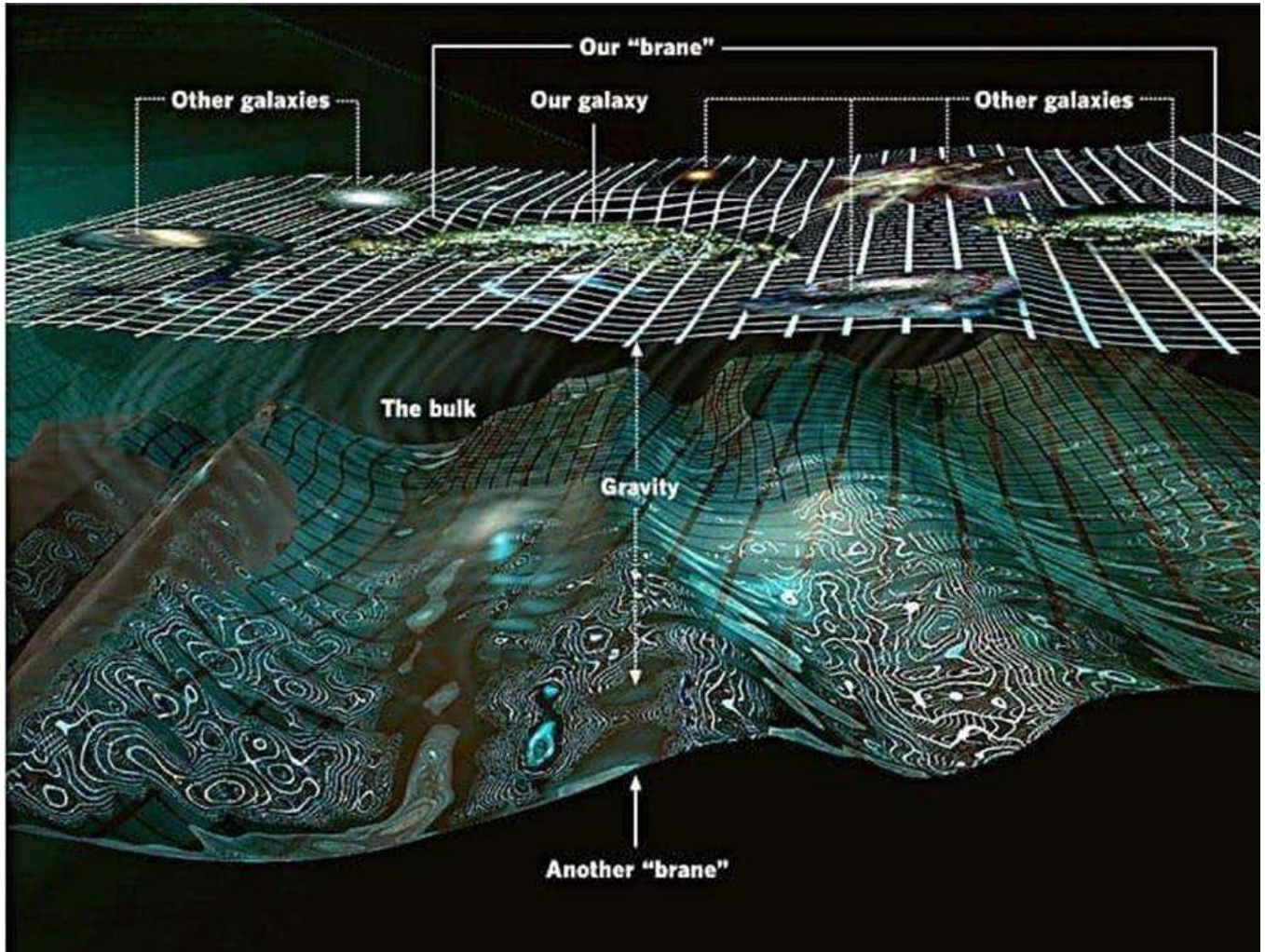


Fig.168 – Voici la véritable image de notre Univers : notre galaxie la Voie Lactée et les autres galaxies du groupe local sont sur une brane qui flotte dans le Vrac (bulk) à proximité d'une autre brane.

Le dessin montre deux branes, en haut celui du nôtre c'est-à-dire notre univers 4D qui contient ses galaxies, et en bas une autre brane correspondant à un univers parallèle, les deux branes étant séparées par du Vrac (the bulk). Remarquez que la seule force qui traverse en orthogonal les univers parallèles est la force de la gravité, qui est l'une des composantes des supra-dimensions. Sur la brane du haut, on trouve vers le milieu la position de notre galaxie La Voie lactée. Pour aider à la compréhension, notre univers à 4 dimensions est simplement représenté sur ce dessin par une surface ondulée à deux dimensions.

Cette autre brane, dans laquelle la gravité prend sa racine, conditionne la gravité de notre monde. Dans notre monde, la gravité influe sur le temps.

Nous savons déjà grâce à la Théorie de la relativité restreinte que le temps ralentit sous l'effet de la vitesse. On dit aussi que le temps se dilate.

Par exemple, faire un vol transatlantique à 965 km/h pendant 8 heures, nous fait gagner 10 nanosecondes par rapport à quelqu'un resté au sol en raison de la vitesse qui dilate le temps.



Vivre sur la Station Spatiale Internationale à 27350 km/h pendant 10 jours fait gagner 300 microsecondes par rapport à quelqu'un resté au sol.

Faire un vol vers Vega, étoile située à 25 années-lumière de la Terre, à 50% de la vitesse de la lumière fait gagner 13 ans par rapport à quelqu'un resté sur la Terre. Et ainsi de suite.

80% de la vitesse de la lumière = gain de 25 ans

90% de la vitesse de la lumière = gain de 31 ans

95% de la vitesse de la lumière = gain de 36 ans

99% de la vitesse de la lumière = gain de 43 ans

Il n'y a pas que la vitesse qui influe sur le temps. La gravité peut aussi ralentir le temps. Le temps s'écoule plus vite en altitude et plus lentement au fond de la mer. La gravité est maximale quand on est au centre de la Terre. Faire un tour en sous-marin à moins 300m sous l'eau pendant 1 an fait gagner 1 microseconde par rapport à quelqu'un resté à la surface du sol.

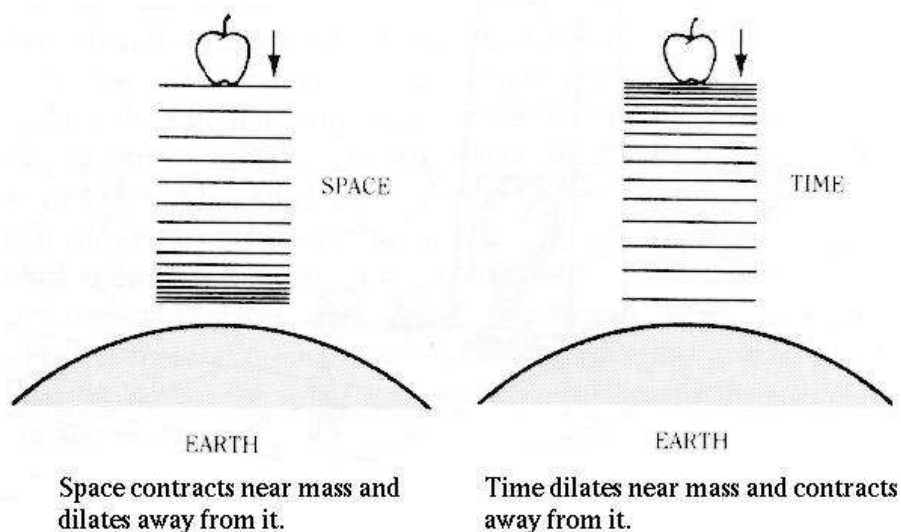
On dit que le temps se dilate à proximité d'une masse et se contracte lorsqu'il s'en éloigne, c'est-à-dire qu'il « bat » plus vite. Le temps bat plus vite lorsqu'on est au sommet d'une montagne, et donc quelqu'un au sommet d'une montagne voit son temps s'écouler plus vite que quelqu'un resté au pied de la montagne.

En fait, il n'y a pas de temps universel. Vous êtes debout : le temps qu'on mesure au niveau de votre oreille s'écoule plus vite que le temps qui s'écoule au niveau de votre doigt de pied.

A chaque poignet vous portez une montre atomique. Les deux montres sont ultra précises et parfaitement synchronisées. Votre bras gauche étant immobile, vous faites un moulinet avec votre bras droit : la montre atomique portée au bras droit va indiquer un retard par rapport à celle portée au bras gauche en raison de la vitesse qui ralentit le temps.

Dans sa théorie sur la relativité générale, Einstein avait démontré que l'espace et le temps sont courbes, et que cette courbure est très forte à proximité d'un astre massif. On dit que l'espace se contracte, se courbe à proximité d'une masse et se dilate lorsqu'il s'en éloigne.

Si un objet possède une énorme densité, il peut courber l'espace de manière infinie, c'est à dire que la courbure va se replier sur elle-même pour ouvrir un tunnel reliant 2 régions distinctes de l'espace, comme la porte d'une chambre s'ouvrant sur une chambre voisine.



Les physiciens appellent ce tunnel un « trou de ver », en prenant l'analogie d'un ver qui traverse plus vite une pomme en la rongant de l'intérieur au lieu de se déplacer à sa surface.

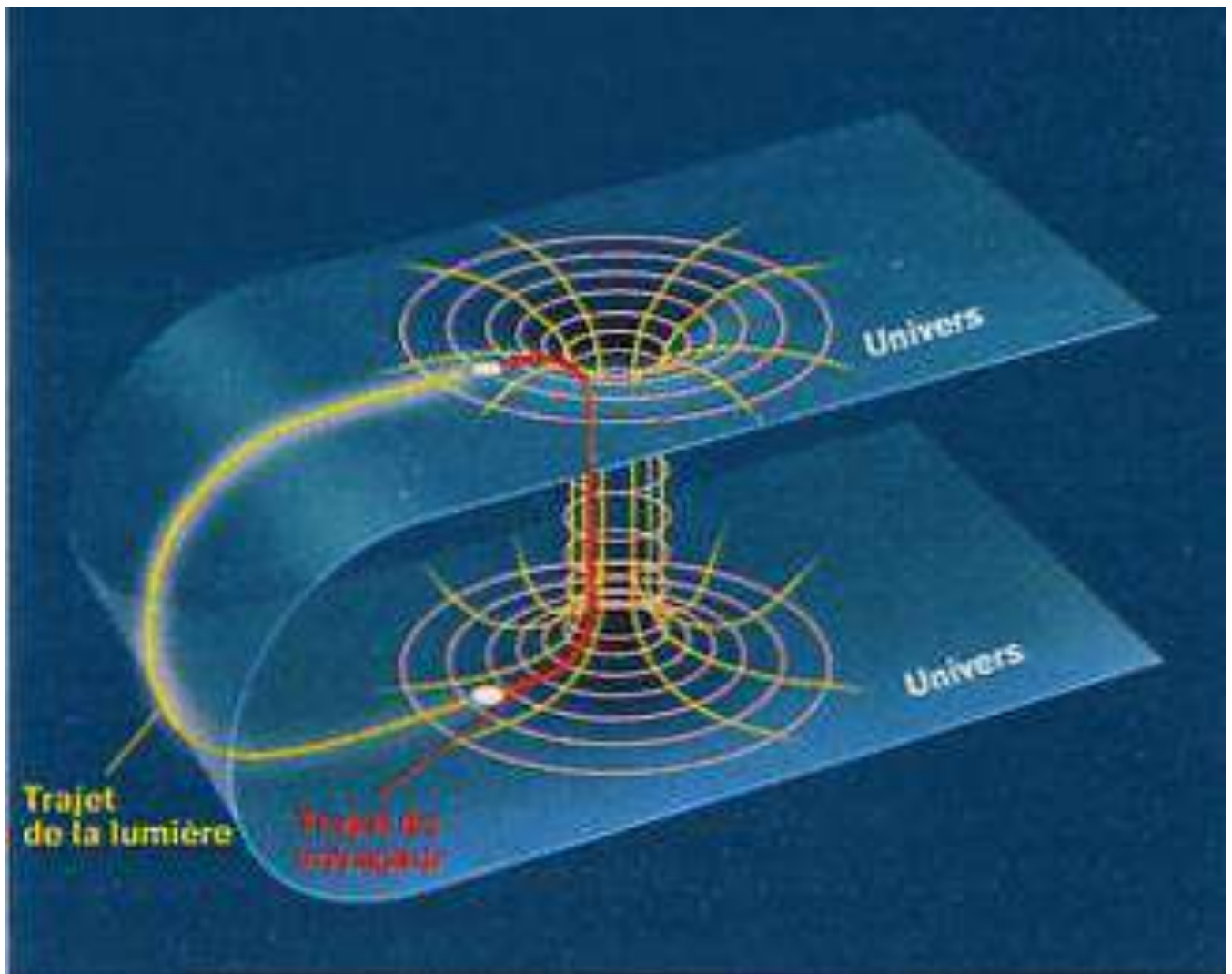


Fig.169 – Un trou de ver. Attention, ne pas confondre un trou de ver avec un trou noir.

*Notre brane, notre univers donc selon le Modèle Standard nous apparaît en 3 dimensions avec en plus une quatrième : le temps.*

*Comme il est difficile de visualiser en 4 dimensions, visualisons-la en 2 dimensions. Notre brane apparaît comme une immense feuille de papier et, pour aller d'un point à un autre, on peut suivre une ligne droite, mais le chemin (la ligne jaune) sera plus long.*

*Au lieu de cela, on peut plier la feuille pour que les 2 points se superposent : on aura alors créé un trou de ver (ligne rouge) dans un monde à 2 dimensions.*

Un trou de ver est une ouverture/fermeture « artificielle, non permanente » de l'espace-temps. On peut l'ouvrir avec une membrane amovible et, en déplaçant la membrane à l'intérieur du trou de ver, on peut faire un trajet en raccourci dans l'espace-temps.

Un trou noir est différent. C'est une faille naturelle dans l'espace-temps. Il est permanent. Si on rentre dans le trou, impossible d'en ressortir.

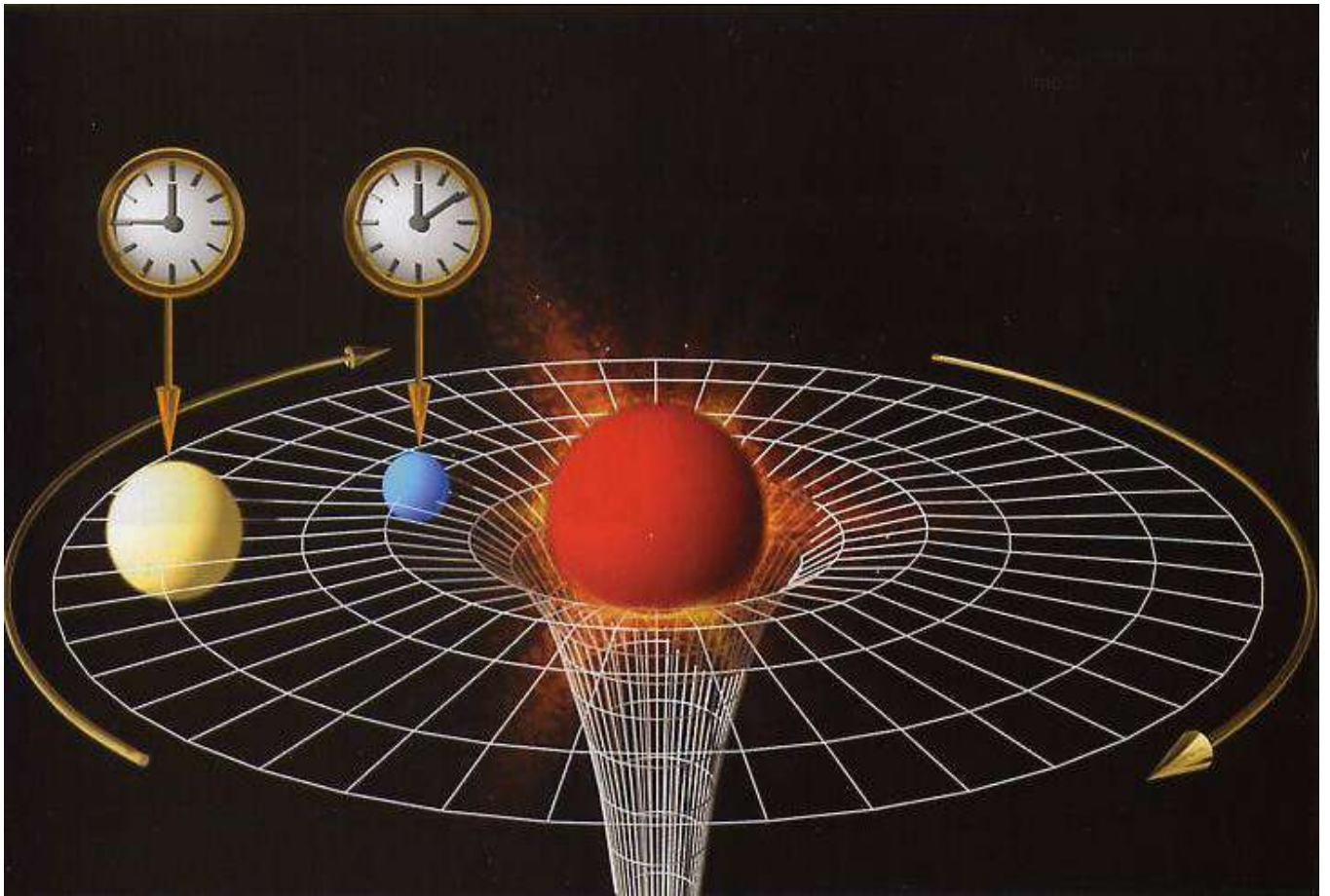


Fig.170 – Comme l'orange posée sur une toile dessine une cavité dans le tissu, une masse céleste creuse l'espace environnant, le faisant glisser vers elle. Plus la masse va tourner, plus elle va tordre l'espace dans le sens de sa rotation. C'est ce que décrivait Einstein dans sa théorie de la relativité générale.

Il n'y a pas que la masse qui distord l'espace et le temps. **L'énergie aussi courbe l'espace et le temps, et c'est cette distorsion de l'espace-temps qui est à l'origine du champ gravitationnel.** La gravité n'est pas seulement une force qui attire les corps. Elle est la conséquence d'un allongement de l'espace et du ralentissement (une dilatation) du temps. On dit que le temps se dilate quand le temps d'un objet en mouvement est ralenti. Retenez simplement que si vous êtes à bord d'un sous-marin au fond de l'océan, la durée du tic-tac de votre montre est plus courte que la durée du tic-tac de la même montre si vous la portez au sommet d'une montagne. Pourquoi ? Parce que la gravité est plus forte au fond de l'océan qu'au sommet d'une montagne. La gravité distord l'espace-temps, c'est un fait prouvé. Mais pourquoi la gravité distord-elle l'espace-temps ? Le temps ralentit avec l'augmentation de la vitesse, mais aussi en présence d'un champ gravitationnel. Quand on passe à côté d'un objet très massif, le temps s'écoule plus lentement. Ainsi le temps s'écoule de plus en plus lentement lorsqu'on s'approche du bord de l'entonnoir (le terme technique est « horizon ») d'un trou noir. Au fond de l'entonnoir, le temps est figé, il ne s'écoule plus. Au-delà du bord de l'entonnoir, le temps continue de s'écouler normalement. Les trous noirs (appellation de John Wheeler datant de 1968), n'ont d'abord été qu'une singularité mathématique. Une aberration calculatoire, boudée par la plupart des théoriciens car il a fallu accepter le trou noir comme un effet secondaire de l'espace-temps courbé par les masses.



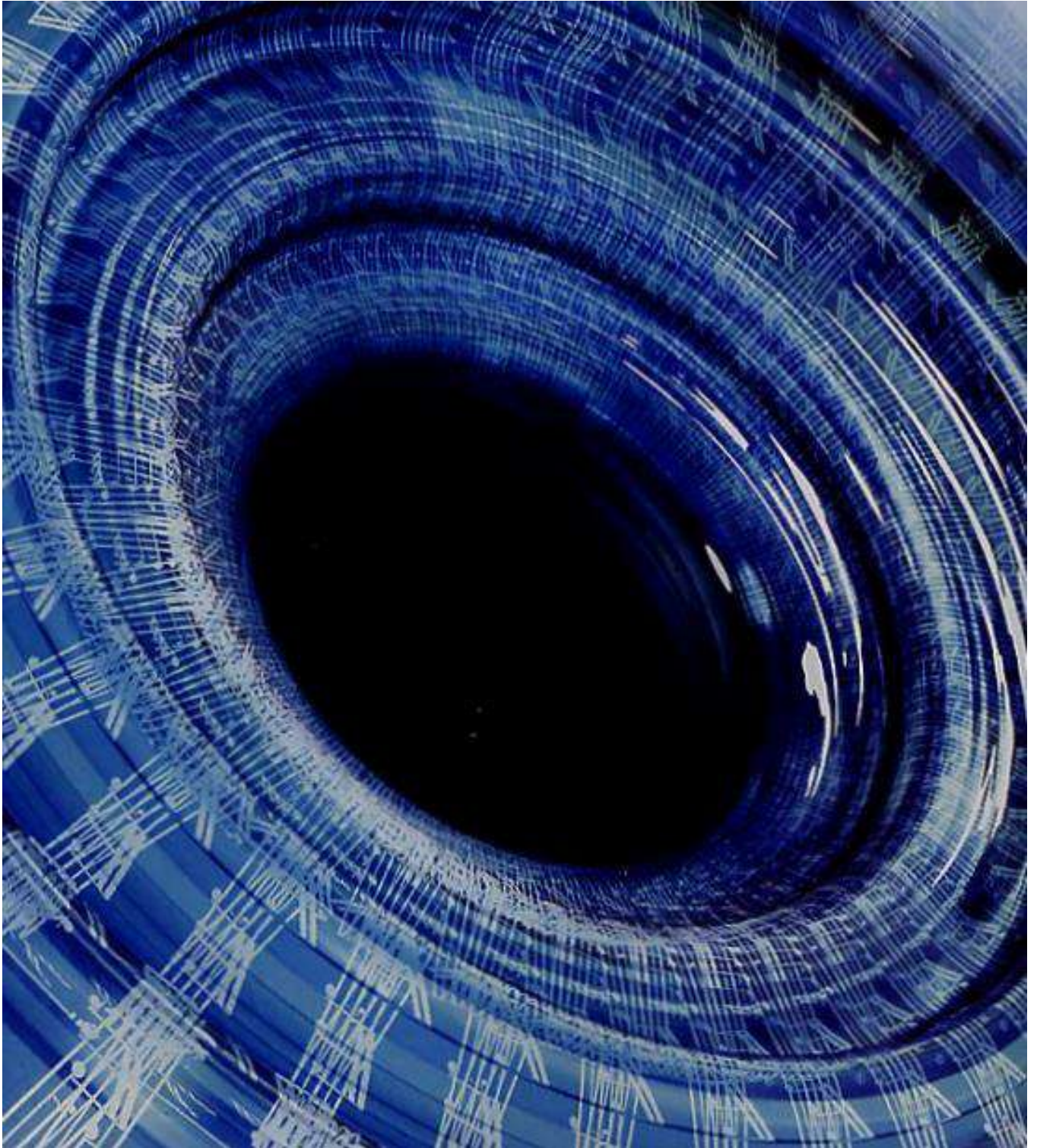


Fig.171 – *Un trou noir même minuscule traverse l'espace-temps et le déchire. Au niveau de la déchirure, les lois de la physique classique ne s'appliquent plus. Le temps ne s'écoule plus, les horloges sont immobiles. Il suffit de vivre aux abords d'un trou noir pour ne plus vieillir.*

Les équations donnent une zone où, sous l'influence d'une gravité extrême, se forme une sphère qui attire tout ce qui l'entoure et ne laisse rien s'échapper, pas même la lumière. Il a fallu attendre environ 100 ans pour que l'existence du trou noir soit démontrée de manière expérimentale, mais les trous de vers ne sont encore jamais observés, même s'ils ont été souvent utilisés comme moyens de transport dans les films de science-fiction.



En 2017, on comprend qu'il y en a des trous noirs partout autour de nous : dans l'univers primordial, au cœur de la voie lactée et de toutes les galaxies. Il y aurait 100 millions de trous noirs rien que dans notre galaxie, qui compte environ 250 millions d'étoiles.

Les trous noirs perturbent la trajectoire des astres autour d'eux, avalent de la matière, s'enroulent dans des disques de gaz qu'ils chauffent jusqu'à les rendre visibles à des milliards d'années-lumière de distance. Il en existe 6 types :

- **Le trou noir primordial à 4D** : Issu de modèles théoriques, il naîtrait de l'effondrement d'une étoile qui n'a pas trois dimensions comme celles de notre cosmos, mais d'une étoile primordiale qui en a 4 (longueur, largeur, hauteur, plus une dimension orthogonale aux trois premières que l'on aura du mal à se représenter car notre cerveau n'est pas naturellement câblé pour se représenter une telle chose).

Notre univers, notre monde, serait issu de l'explosion de cette étoile quadridimensionnelle. Il faudrait d'abord imaginer un espace à 4 dimensions, et dans cet espace, une étoile qui implose pour engendrer un horizon sphérique à trois dimensions – de la même façon qu'un objet « volumique » en 3 dimensions s'aplatisse en un objet « surfacique » de 2 dimensions – pour se représenter mentalement l'événement qui a été à l'origine de notre monde.

Et donc notre univers ne serait que la « surface volumique » d'une étoile à 4 dimensions morte, perdue parmi des milliards et des milliards d'autres au sein d'un vaste méta-univers à 4D. Ce scénario de naissance de notre univers prend ses racines dans :

- les équations qui décrivent la dilatation et le refroidissement de la matière brûlante au niveau de l'horizon d'un trou noir à 4 dimensions qui sont en tout point semblables à celles qui décrivent l'émergence de notre univers depuis cet état brûlant et dense que nous appelons le Big Bang.
- le principe holographique, qui montre que l'information engloutie dans un trou noir à 3 dimensions est proportionnelle à l'aire de son horizon, une surface qui ne possède que 2 dimensions.
- inversement, de la même manière qu'un hologramme est un objet à 2 dimensions engendrant une image tridimensionnelle, la description complète de tout système physique occupant une région de l'espace peut être donnée par une théorie définie sur la seule frontière de cette région.

Selon Hawking, toute l'information sur la matière et l'énergie contenue dans le volume 3D du trou noir résiderait en réalité sur sa surface 2D, l'horizon des événements, codée sous forme d'hologramme. Cette information pourrait ensuite être entièrement récupérée (bien que sous forme chaotique) grâce au rayonnement libéré lors de son évaporation quantique.

Cette idée fait appel à un modèle d'univers holographique précédemment étudié par des centaines de physiciens, et fait objet d'un tel engouement qu'il a conduit certains d'entre eux à imaginer des scénarios parfaitement surréalistes. Par exemple, S. Mathur a proposé qu'au lieu d'être détruit par des forces de marées gravitationnelles ou par un pare-feu quantique, un astronaute tombant dans un trou noir serait simplement converti en hologramme, sans se rendre compte de rien.

Au cours des années 1970, il a été démontré d'une part que l'état final d'un trou noir à l'équilibre ne dépendait que de trois paramètres : sa masse  $M$ , son moment angulaire  $J$  et sa charge électrique  $Q$ , ce qui paradoxalement faisait de lui l'objet le plus simple de toute la physique ; d'autre part, que la dynamique des trous noirs en interaction se résumait en quatre

lois présentant une analogie extrêmement frappante avec celles de la thermodynamique usuelle. En particulier, la seconde loi stipule que l'aire d'un trou noir ne peut jamais décroître au cours du temps. Ce résultat fondamental suggère une connexion étroite entre l'aire d'un trou noir et l'entropie d'un système thermodynamique.

En 1973, Jacob Bekenstein fut le premier à suggérer qu'un trou noir pouvait vraiment avoir une entropie bien définie, proportionnelle à l'aire de son horizon des événements. En relativité générale classique, le trou noir est une prison cosmique empêchant toute particule et tout rayonnement de s'échapper ; lorsqu'un corps matériel franchit l'horizon des événements toute connaissance de ses propriétés internes est perdue pour l'observateur extérieur, seules subsistent les nouvelles valeurs (M, J, Q) du trou noir.

Par conséquent, le trou noir avale une gigantesque quantité d'informations auxquelles on peut attribuer une entropie, donnée par la formule de Bekenstein-Hawking :

$$S = c^3 A / 4 h G$$

où A est l'aire de l'horizon des événements, c la vitesse de la lumière dans le vide, h la constante de Planck normalisée et G la constante de gravitation de Newton (par la suite  $c = G = h = 1$  selon l'usage en vigueur en gravité quantique).

En 1975, la thermodynamique des trous noirs connut un second coup de théâtre, lorsque Hawking montra que l'état final d'un trou noir caractérisé par les paramètres (M, J, Q) n'était pas stable dès lors que certains effets quantiques proches de l'horizon des événements étaient pris en compte.

Une analyse semi-classique (où la matière est quantifiée mais pas le champ de gravité) suggérait en effet que les trous noirs (du moins les micro-trous noirs de faible masse, éventuellement formés lors du big-bang et assujettis aux effets quantiques, le processus devenant totalement négligeable pour les trous noirs astrophysiques) devaient s'évaporer en émettant un rayonnement de corps noir, caractérisé par un spectre thermique de température  $T_H = g/2\pi$ , où g est la gravité de surface du trou noir.

Ce rayonnement évacuant de la masse, du moment angulaire et de la charge électrique, il diminuait l'énergie totale du trou noir, jusqu'à son évaporation finale.

Hawking souligna alors que cela impliquait un paradoxe : si un trou noir peut s'évaporer, une partie de l'information qu'il contient est perdue à jamais, car l'information contenue dans le rayonnement thermique est dégradée.

Il est impossible de retrouver à partir d'elle toute l'information sur la matière préalablement avalée par le trou noir.

Or, le fait que les trous noirs puissent détruire irréversiblement de l'information entre en conflit avec l'un des postulats de base de la mécanique quantique, selon lequel les systèmes physiques évoluant dans le temps selon l'équation de Schrödinger ne peuvent créer ni détruire l'information, une propriété appelée unilarité.

Cette apparente contradiction entre relativité générale et mécanique quantique constitue le *paradoxe de l'information*.



Fig.172 - L'information contenue dans le journal intime du personnage moustachu sera-t-elle entièrement restituée lors de l'évaporation quantique du trou noir ? Selon la relativité générale classique, non. Selon la mécanique quantique, oui.

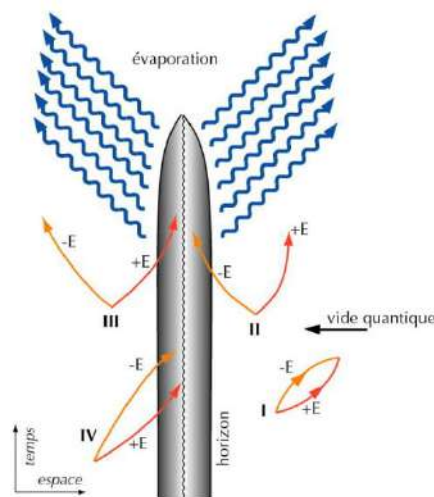


Fig.173 - L'évaporation quantique d'un mini-trou noir par polarisation du vide. Le vide quantique est polarisé par le champ gravitationnel très intense régnant au voisinage d'un mini-trou noir. Dans l'océan de Dirac, des paires virtuelles sont constamment créées et détruites. Pendant un bref instant, une particule et son antiparticule se séparent. Il y a alors quatre possibilités : les deux partenaires se rencontrent à nouveau et s'annihilent (processus I) ; la particule est capturée et sa partenaire s'échappe (processus II) ; l'antiparticule est capturée par le trou noir et la particule se matérialise dans le monde extérieur (processus III) ; les deux plongent dans le trou noir (processus IV). Hawking a calculé les probabilités de réalisation de ces quatre scénarios et a trouvé que le processus III est prépondérant. Le bilan énergétique est donc le suivant : en capturant préférentiellement des antiparticules, le trou noir perd spontanément de l'énergie, donc de la masse. Pour un observateur extérieur, le trou noir s'évapore en émettant du rayonnement et des particules.

En 2000, plusieurs théoriciens proposent que notre univers soit une sorte de membrane à trois dimensions évoluant dans un univers qui en a quatre. Ils parviennent à démontrer que la loi de gravitation qui règne au sein de cet espace sous-dimensionnel à 3 dimensions est bien celle en vigueur dans notre univers. L'univers quadridimensionnel pourrait être peuplé d'étoiles à 4 dimensions, présentant un cycle de vie semblable à celui que l'on observe dans notre cosmos en dimension réduite. Puis, étudiant la manière dont se forme un trou noir dans cette

géométrie à 4 dimensions, ils en viennent à montrer comment un univers semblable au nôtre apparaît sous la forme d'une membrane 3D au niveau de l'horizon de ce trou noir.

- **Le trou noir supermassif** : De 1000 à 1000.000 de masses solaires. Il naît de l'effondrement d'un nuage de gaz primordial. Celui qui gravite au centre de la Voie Lactée, Sagittarius A\* en est un. Gros comme 10 soleils, il pèse 4,3 millions de masse solaire et se trouve à 26.000 années-lumière de la Terre. L'énergie émise par un trou noir supermassif via son disque et son jet équivaut à 1.600 milliards de milliards de fois la production du parc nucléaire français, c'est-à-dire  $10^{32}$  watts.
- **Le trou noir intermédiaire** : De 40 à 1.000 masses solaires. Existence à confirmer. Il naît de l'effondrement d'une étoile primordiale.
- **Le trou noir stellaire** : De 3 à 40 masses solaires. Il naît de l'explosion d'une étoile massive. Cygnus-X1 en est un et c'est aussi le premier trou noir à avoir été observé, en 1971. Il gravite dans la constellation du Cygne à 6.100 années-lumière de la Terre, ce qui en fait aussi le trou noir stellaire le plus proche.
- **Le trou noir chevelu** : découvert le 23 mars 2022 par le Professeur Xavier Calmet (université du Sussex) et confirmé le 21 octobre 2024 par Romain Gervalle et Mikhail Volkov (université de Tours), c'est un trou noir qui serait entouré par des anneaux similaires à ceux de Saturne, mais constitués de particules élémentaires. Ces trous noirs dits chevelus sont entourés d'une coquille de matière intrinsèquement liée à eux qui sont caractérisés par des paramètres supplémentaires autres que la masse, la vitesse de rotation. Ces particules élémentaires sont des bosons W, Z et de Higgs, sous la forme de condensat de Bose-Einstein. C'est le champ magnétique intense du trou noir chargé qui produit le condensat électrofaible, et comme ce dernier est aussi chargé magnétiquement, il est repoussé du trou noir par la force magnétique et ne tombe pas à l'intérieur. Cependant, il n'est pas éjecté plus loin non plus, car il est attiré vers le trou noir par la force gravitationnelle. Il reste donc piégé à l'extérieur du trou noir. Les trous noirs chevelus peuvent être de taille macroscopique (environ 1 cm) alors que les particules élémentaires qui composent leurs anneaux sont infiniment petits. Les trous noirs chevelus seraient formés dans le plasma primordial extrêmement dense et fluctuant des premiers instants de l'Univers, mais ils sont stables car la présence des anneaux diminue la masse du trou noir et ils pourraient survivre jusqu'à aujourd'hui et faire partie de la matière noire.

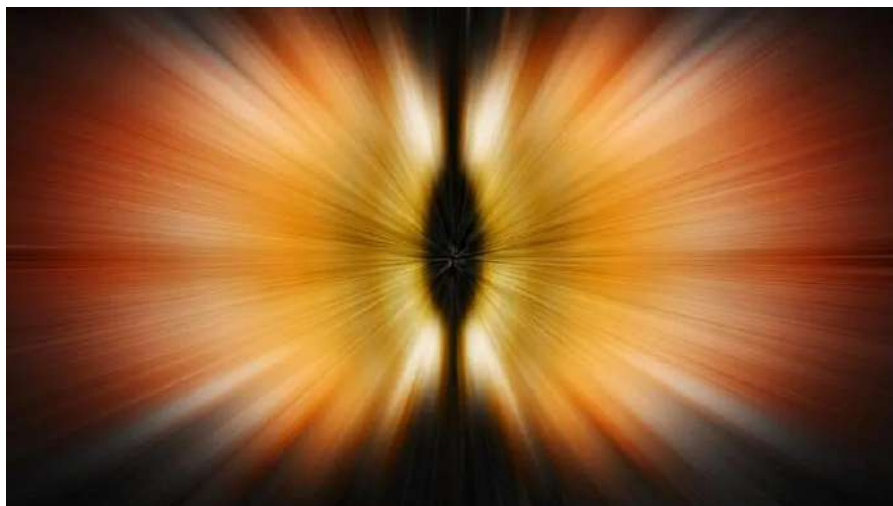


Fig.174 – Les trous noirs chevelus pourraient être détectés par leur interaction avec des étoiles à neutron en rotation (pulsars) car s'ils sont absorbés par l'une d'entre elles, ce qui peut arriver car ils sont beaucoup plus petits et légers, alors le pulsar continue à exister avec le trou noir chevelu à l'intérieur mais cela doit changer sa période de rotation, ce qui pourrait être détectable.



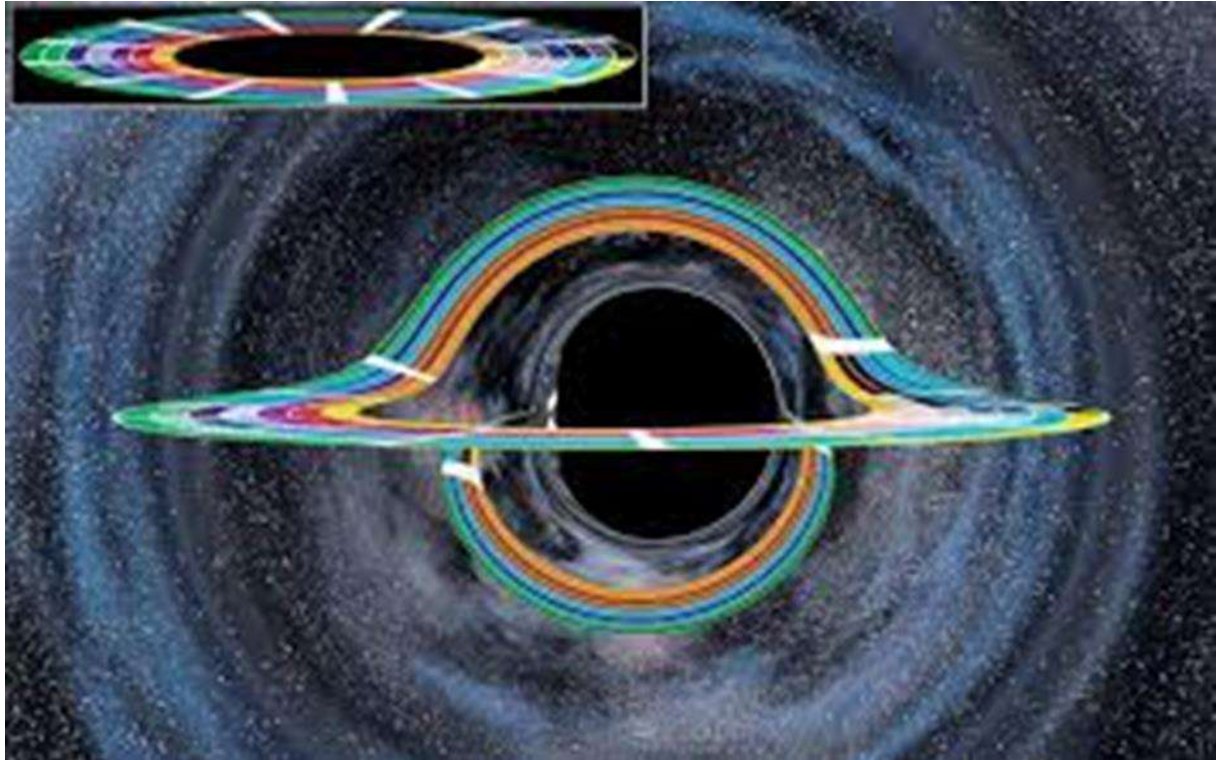


Fig.175 – Infographie d'un trou noir stellaire.

- **Le micro-trou noir** : D'une masse de  $10^{-5}$  gramme, il naît des fluctuations du vide, dans l'univers primordial. Existence théorique. Mais ils promettent d'apporter une vision unifiée du monde : les trous noirs seraient les briques de l'univers, les tisserands du tissu de l'espace-temps, les mains invisibles qui structurent notre réalité. En effet, l'espace-temps dans lequel nous évoluons serait modelé par les connexions établies entre les micro-trous noirs via un lien purement quantique qui n'a rien à voir avec cet astre exotique à quatre dimensions (le trou noir primordial à 4D) qui aurait généré le Big Bang. Ce sont justement les connexions entre ces minuscules puits de gravité qui font émerger l'espace-temps. Les liens entre les micro-trous noirs seraient les constituants fondamentaux de l'univers, un peu comme les quarks pour la matière, et qui nous permettent de faire une plongée – jusque-là inexplorée – jusqu'à la quintessence de la gravité, de l'espace et du temps.

Une telle vision se résume à une égalité mathématique : « **ER = EPR** », formule annoncée par deux pointures de la physique théorique, Juan Maldacena, de l'université de Princeton, et Leonard Susskind, de l'université de Stanford.

ER, en référence à Einstein-Rosen, pour leur prédiction sur les « trous de vers » ou raccourcis spatio-temporels reliant deux trous noirs distants.

EPR, en référence à Einstein-Podolski-Rosen, pour leurs études sur l'intrication quantique, ce lien qui se tisse entre deux particules et qui a la particularité à maintenir entre elles un lien immatériel par-delà les distances. En clair, deux systèmes intriqués peuvent être séparés par des milliards de kilomètres, ils s'influenceront de manière instantanée, et ce, malgré l'interdiction faite par la relativité à toute action de se propager plus vite que la lumière...

Pour établir l'égalité, Maldacena et Susskind sont partis des trous noirs, qu'ils ont modélisés, simulés et manipulés dans un univers théorique non réel, ne contenant rien d'autre que l'espace-temps. Dans cet univers synthétique, ils ont réussi à intriquer quantiquement deux trous noirs, et ont montré que cette intrication équivalait à tisser un trou de vers entre eux. En montrant que l'intrication possède une interprétation

géométrique en termes de trous de vers, les chercheurs ont « étiré » cette conclusion à l'univers réel. Bien sûr, cela reste spéculatif comme toute théorie scientifique, mais si on pouvait intriquer quantiquement deux trous noirs cosmiques, l'espace-temps se connecterait à travers un trou de ver.

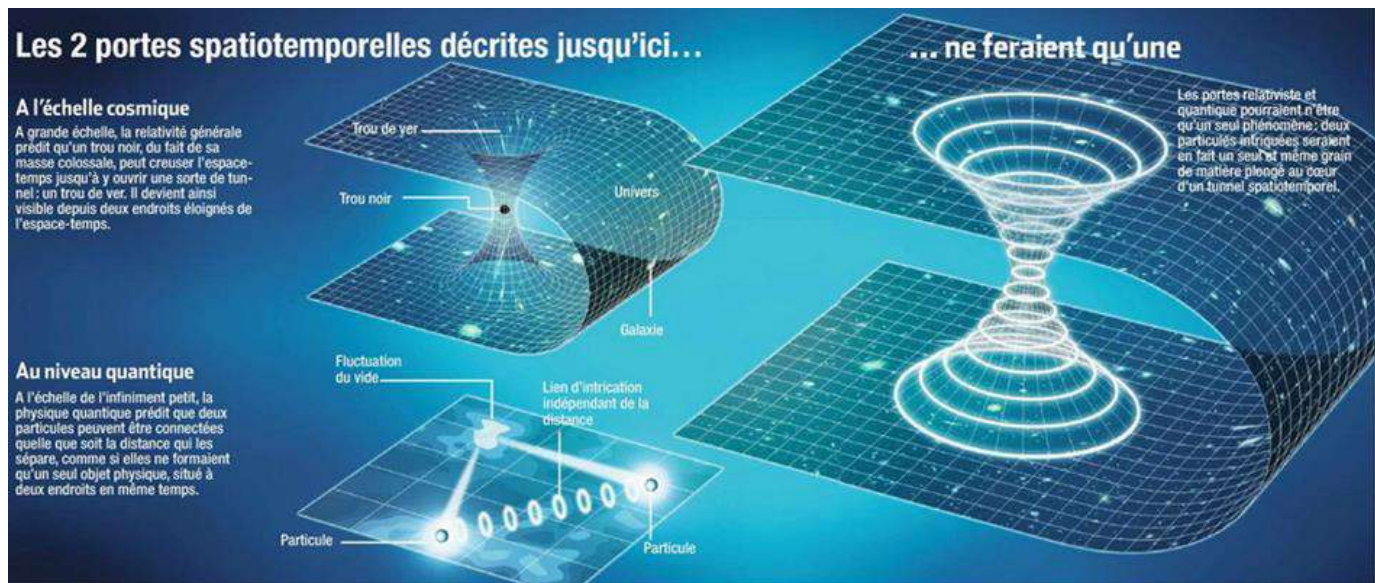


Fig.176 – Si on pouvait intriquer quantiquement deux trous noirs cosmiques, l'espace-temps se connecterait à travers un trou de ver. Et deux particules intriquées ne feraient qu'une.

Le signe = dans cette équation  $ER = EPR$  est remarquable car il postule l'équivalence entre deux phénomènes, l'un dans le monde relativiste des trous noirs, et l'autre dans un monde quantique des relations entre les particules. Tel un microscope et un télescope, qui ne permettent pas de voir les mêmes choses, le signe égal signifie qu'ils sont façonnés à partir des mêmes lentilles. Penser l'espace-temps et la gravité en termes d'intrication donne une vision d'un espace-temps criblé de micro-trous noirs liés entre eux par un lien fantôme, l'intrication, qui pousse les théoriciens à imaginer que **notre espace-temps émerge d'un espace sans gravité ni flèche du temps**. Ce qui laisse présager une antériorité du quantique sur le gravitationnel. Mais cette hiérarchisation pourrait simplement refléter le fait que nous comprenons mieux le quantique sans la gravité. Il se pourrait que, dans l'avenir, nous comprenions que les deux phénomènes soient concomitants.

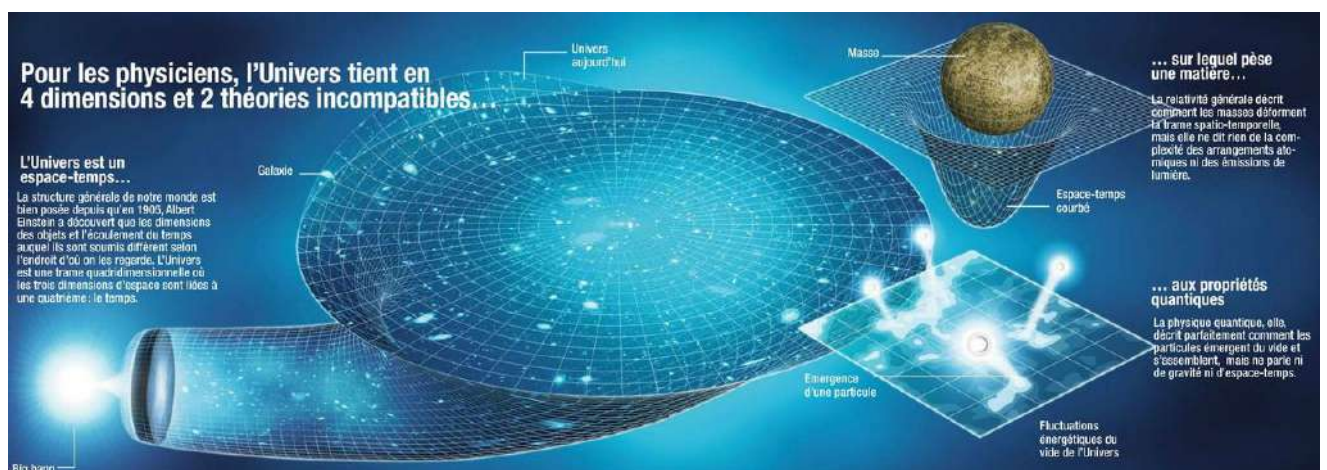


Fig.177 – L'Univers est un espace-temps sur lequel pèse une matière aux propriétés quantiques.

Le plus gros trou noir détecté s'appelle NGC 1.600. Il pèse 17 milliards de masses solaires, et gravite à 208 millions d'années-lumière de la Terre, dans la constellation de l'Eridan. Le plus



petit trou noir détecté s'appelle GRO J0422+32. Il pèse entre 3,66 et 4,97 masses solaires et gravite à 7.800 années-lumière de la Terre, dans la constellation de Persée. Les physiciens y voient dans les trous noirs le moyen de marier les théories irréconciliables de la relativité et de la physique quantique, donnant ainsi une trame microscopique à l'espace-temps. Tandis que les astrophysiciens prennent conscience de leur influence considérable dans la régulation dynamique et énergétique du cosmos : les trous noirs ont structuré l'univers primordial, ils modèlent les galaxies et allument les étoiles. Les trous noirs tiennent aujourd'hui un double rôle : à la fois destructeur et créateur d'univers.



Fig.178 – L'image montre notre univers comme un gigantesque Calabi-Yau bardé de trous noirs intriqués, c'est-à-dire de trous de vers. Les fluctuations géométriques et dynamiques de l'espace-temps sont liées aux fluctuations énergétiques du vide et génèrent des volumes continus de courbure positive et négative élevée, ce qui entraîne **une géométrie de l'espace-temps à connexions multiples, composée de microtrous de ver et de ponts d'Einstein-Rosen** à l'échelle de Planck, ce que John Archibald Wheeler a appelé l'écume quantique de l'espace-temps. La physique théorique regorge de notions étonnantes, mais deux des plus étranges sont certainement l'intrication quantique et les trous de vers.

La première est un phénomène purement quantique, dans lequel deux objets (en général des particules subatomiques) ont des propriétés directement corrélées même si de grandes distances les séparent et qu'aucun lien physique ne semble exister entre eux. Quant aux trous de vers, prédits par la théorie de la relativité générale, ce sont des raccourcis qui

*connecteraient des régions éloignées de l'espace-temps, par exemple deux trous noirs distants. Aujourd'hui on comprend que ces deux concepts a priori si différents sont peut-être liés.*

À partir de calculs portant sur des trous noirs, on s'est rendu compte que l'intrication de la physique quantique et les trous de ver de la relativité générale pourraient constituer deux facettes d'un même phénomène. Et cette similitude s'étend à des situations qui ne se limitent pas aux trous noirs.

Nous n'en sommes qu'aux prémices de cette idée, mais si elle se confirme, elle aura des conséquences profondes sur notre compréhension du monde. En effet, elle suggère par exemple que l'espace-temps lui-même émergerait de l'intrication de constituants microscopiques plus fondamentaux. C'est sur cette piste que travaillent les concepteurs d'analogie HAUC.

Elle laisse aussi penser que la relation entre objets intriqués (et qui ont longtemps été considérés comme n'ayant pas de lien physique entre eux) serait moins « magique » qu'elle n'apparaît.

Une compréhension approfondie de cette relation entre intrication et trous de ver aboutira peut-être à une piste pour unifier la physique quantique et la relativité générale et ainsi pour développer une théorie quantique de la gravitation.

En effet, à ce jour, la physique quantique, qui décrit notamment les interactions subatomiques, et la relativité générale, qui rend compte de la dynamique de l'espace-temps et de la gravitation, sont incompatibles.

Or une théorie quantique de la gravitation est nécessaire pour explorer les instants les plus reculés de l'histoire de l'Univers et l'intérieur des trous noirs.

De façon étonnante, les idées d'intrication quantique et de trous de ver remontent toutes deux à des articles écrits en 1935 par Albert Einstein et ses collaborateurs.

Ces articles traitent de phénomènes très différents, et Einstein n'a probablement jamais imaginé qu'il pourrait y avoir entre eux un rapport. Et ce d'autant plus que, pour le célèbre physicien, l'intrication quantique traduisait l'existence de problèmes fondamentaux au cœur de la théorie quantique.

### **Des trous noirs aux trous de vers, des trous de vers à la force de Casimir dynamique**

Afin d'expliquer pourquoi l'intrication quantique et les trous de ver pourraient être apparentés, penchons-nous d'abord sur certaines propriétés des trous noirs. Ces objets de l'extrême sont décrits dans le cadre de la théorie de la relativité générale. Celle-ci montre comment la matière et l'énergie déforment l'espace-temps et que la force gravitationnelle est une manifestation de la courbure de ce dernier. Dans la plupart des situations, la courbure de l'espace-temps est très faible. Mais elle devient extrême dans les trous noirs.

On distingue alors deux régions : l'intérieur du trou noir, d'où même des objets se déplaçant à la vitesse de la lumière dans le vide (environ 300 000 kilomètres par seconde) ne peuvent s'échapper, et son extérieur, où l'espace-temps est courbé mais d'où les objets et l'information peuvent encore s'échapper. On nomme « horizon des événements » la frontière séparant ces deux régions.

Le problème du micro trou de ver est que ses ouvertures sont microscopiques ( $10^{-35}$  mètres) puisqu'on est ici dans un monde quantique. Pour maintenir le tunnel ouvert et le rendre traversable sans subir les effets de la gravité, il faut y injecter une très grande quantité d'énergie négative, sous la forme de matière antigravitationnelle.

L'origine d'une telle énergie est trouvée et on sait la générer et même l'amplifier. C'est l'effet Casimir « dynamique ». Nous voici de retour au laboratoire Eagle Works de la NASA, où son Directeur le Dr Harold White expérimente l'ingénierie de l'espace-temps avec la force de Casimir, et un propulseur, l'EM drive (Electromagnetic drive).



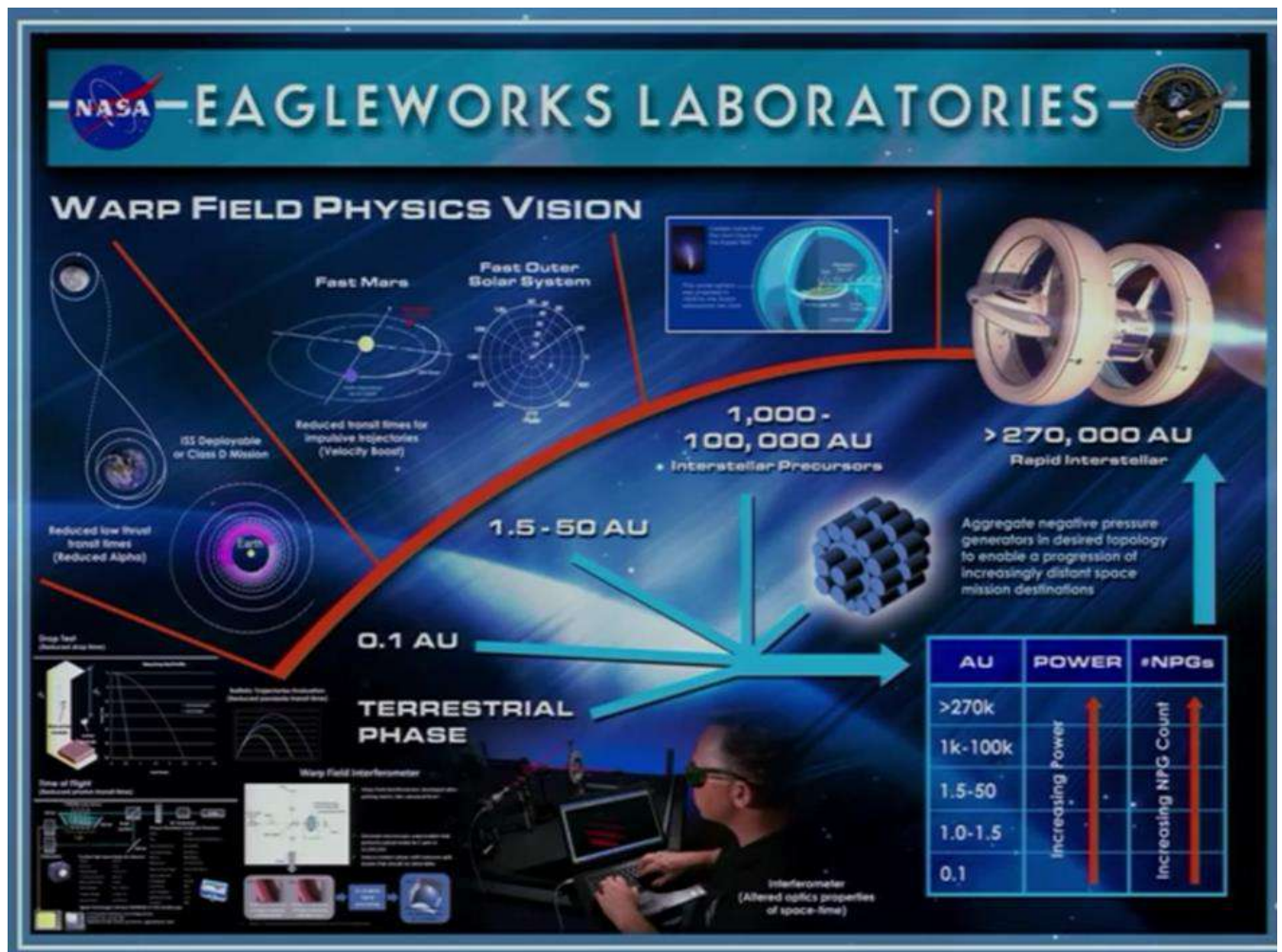


Fig.179 – C'est dans ce Laboratoire de recherche avancée de la NASA qu'est mis en évidence un des modes de propulsion du HAUC.

Le Dr White s'était fixé deux objectifs :

**Le premier objectif** est de revisiter le concept du Dr Miguel Alcubierre, qui a proposé la première solution mathématiquement valable au problème de la propulsion à distorsion . Alcubierre a décrit un système de propulsion jusqu'alors uniquement envisagé dans la science-fiction, qui peut traverser le cosmos à une vitesse supérieure à celle de la lumière sans violer les lois de la physique actuellement acceptées. Cette solution a été saluée pour ses mathématiques élégantes et conformes à la relative générale. Elle a été critiquée pour les énormes quantités de matière exotique nécessaires pour alimenter le moteur, sans parler de l'exposition massive aux radiations que les passagers pourraient subir. Le projet était irréalisable de manière pratique.

Plus d'une décennie plus tard, le Dr White, a réussi à retravailler la métrique originale d'Alcubierre et l'a mise sous forme canonique . Ce changement de conception a considérablement réduit les besoins en énergie exotique du concept original, offrant aux ingénieurs une lueur d'espoir qu'un moteur à distorsion puisse un jour devenir une réalité. Cela a également entraîné le changement de nom de la conception théorique originale, un concept désormais plus communément appelé « Alcubierre/White Warp Drive ». En fait Harold G. White, appelé « Sonny » White, a atténué ces problèmes dans une certaine mesure, mais le

concept demande toujours l'utilisation du même matériau exotique que le concept précédent. Depuis d'autres chercheurs ont réussi à restreindre de manière drastique la consommation d'énergie de distorsion car on a mieux compris le fonctionnement des HAUC. Une avancée capitale a été franchie récemment, car il n'est plus nécessaire de recourir à l'énergie exotique si on recherche la fabrication d'un analogue du Tic-Tac (un petit HAUC) qui vole à vitesse subluminaire, et qui n'a vraiment pas besoin d'une autonomie interstellaire. Tout d'un coup la fabrication d'un analogue du Tic-Tac semble être à notre portée.

Voici comment Miguel Alcubierre explique le principe de propulsion à distorsion.

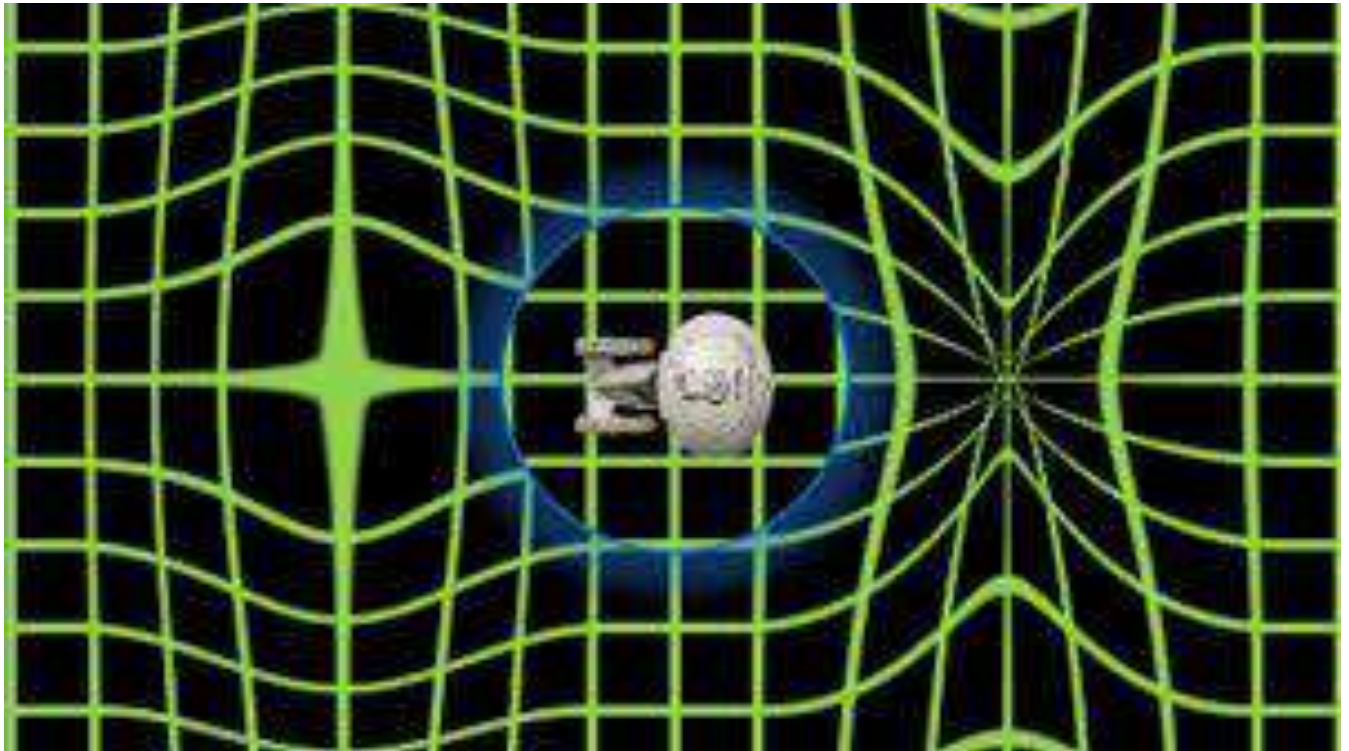


Fig.180 : Ayez à l'esprit que cette image est en deux dimensions alors que dans la réalité tout est en quatre dimensions. *Dans ce mode de propulsion, le HAUC figuré par le vaisseau spatial blanc est immobile à l'intérieur du halo bleu (on voit que la structure de l'espace-temps propre au HAUC est représentée par des lignes vertes droites et plates. L'espace-temps devant le HAUC est rétractée, représenté par des lignes courbes plongeantes. L'espace-temps derrière lui est expansé, représenté par des lignes courbes gonflantes. Les limites de la boule d'espace-temps propre qui protège le HAUC est figuré par le halo bleu. Le dessin montre que c'est bien l'espace-temps propre du HAUC qui est aspiré vers l'avant parce que l'espace-temps local est raccourci, et poussé par l'arrière parce que l'espace-temps local arrière s'est dilaté. Le HAUC va donc se déplacer de gauche à droite. Il est à la fois poussé et aspiré par l'espace-temps local et se déplace vers la droite, c'est-à-dire droit devant lui, tout en restant immobile dans son espace-temps propre.*

Ce mode de propulsion est comparable à ce qui se passe quand vous êtes sur le tapis roulant du Métro de Paris, Place du Châtelet.

Imaginez : vous êtes immobile sur le tapis roulant, qui vous transporte à 5 m/s par rapport au sol de Paris, sur la planète Terre qui vous transporte en tournant autour d'elle-même à 1.600 km/h dans une course autour du soleil à 67.000 km/h, soleil qui lui-même vous entraîne dans



un périple autour de la Voie Lactée à 720.000 km/h, qui lui aussi vous entraîne dans un parcours autour du Groupe local de Galaxies à 403.000 km/h, etc., ... En ajoutant toutes ces vitesses, vous êtes en déplacement dans un Univers dont les bords s'étirent à une vitesse supérieure à celle de la lumière et pourtant vous ne ressentez rien. Tout ceci en supposant qu'au-delà du bord de l'univers absolu, il existe quelque chose d'autre que l'univers lui-même.

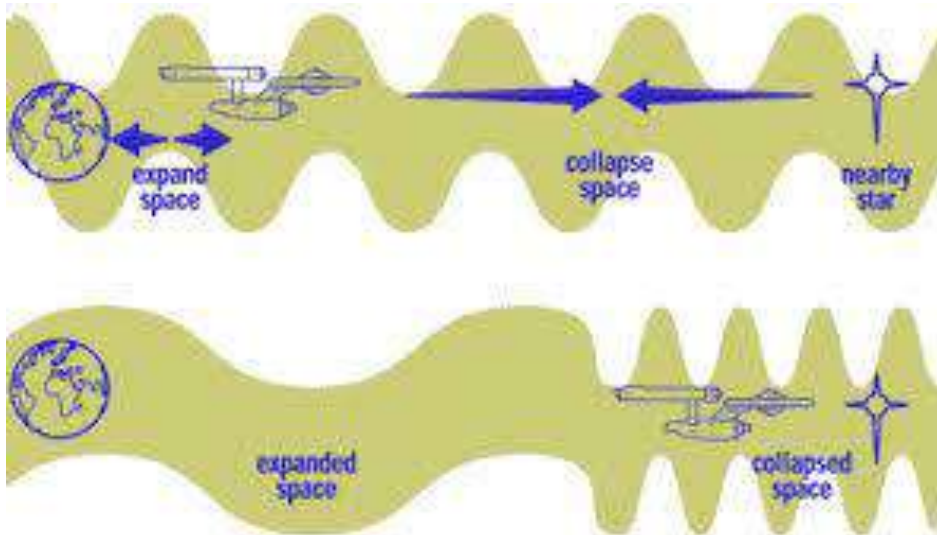


Fig.181 - Les simulations sur des modèles mathématiques montrent effectivement qu'on peut faire mouvoir un véhicule en gonflant l'espace-temps qui est derrière lui, et en dégonflant l'espace-temps qui le précède. Mais la quantité phénoménale d'énergie calculée par Alcubierre dépasse de loin ce qui est technologiquement possible.

Harold White et son équipe de la NASA se sont attachés à revoir la copie, et ils ont trouvé d'autres équations permettant de réduire substantiellement la quantité d'énergie nécessaire. Dans cette démarche, il a fallu qu'il abandonne l'ancienne configuration de vaisseau spatial imaginé par lui-même d'après Alcubierre, désormais impossible à réaliser.



Fig.182 – *Ancienne configuration irréalisable de vaisseau supraluminique en raison des besoins d'énergie disproportionnés.*

### **Nouvelle configuration Alcubierre/white plausible**

Pour propulser une fusée dans l'espace, il faut éjecter de la matière dans la direction opposée à celle empruntée par ladite fusée. Pourtant dans le cas de l'EM drive (ElectroMagnetic drive, voir plus loin son principe) il n'y a pas de conservation de la quantité du mouvement puisque l'EM génère une force sans éjection de la masse. Comment est-ce possible ?

White est un partisan de l'hypothèse du vide quantique, selon laquelle l'EM Drive a été capable **de générer une poussée en agissant sur les paires de particules virtuelles générées par les fluctuations du vide quantique, vide quantique lui-même modifié à l'intérieur de la cavité de résonance par le champ électromagnétique engendré par l'EM Drive**. Ainsi les micro-ondes auraient été poussées à distance, à l'extérieur de la cuve par ces particules virtuelles présents dans la cavité de l'EM Drive pour générer la poussée. Le problème, c'est que même si l'existence du vide quantique a déjà été prouvée de manière expérimentale, on n'est pas certain (beaucoup de chercheurs pensent que non) que le vide puisse générer un phénomène de poussée.

Le professeur Woodward, de l'Université de Californie, pense qu'une construction théorique basée sur le vide quantique est absurde. Il n'existe aucune preuve expérimentale permettant de dire que l'hypothèse de White est pertinente pour décrire le vide.

**Seul l'Effet Woodward (ou Effet Mach) est habilité à expliquer ce phénomène, sans avoir à bousculer les lois fondamentales de la physique.** Selon Woodward, la masse d'un corps est susceptible de varier lorsque sa densité énergétique varie dans le temps. Ainsi, lorsque ce corps subit une accélération, une partie de la force qui lui est appliquée ne produit pas d'énergie cinétique, mais est stockée comme énergie potentielle. Le corps en accélération est alors écrasé entre la force appliquée dans la direction de son accélération et la poussée de la matière présente dans l'univers via un champ gravitationnel. Ces deux forces en opposition modifient donc l'énergie interne du corps, sans qu'aucune loi physique ne soit enfreinte : la quantité de mouvement est conservée, même si de toutes petites quantités de mouvement sont temporairement « stockées » dans le corps en accélération.

Cette fluctuation de masse du corps pourrait expliquer la poussée observée au laboratoire Eagleworks de la NASA. Si les micro-ondes se propageant dans la cavité de l'EM Drive appliquent une force sur le matériau dont le cône est constitué, alors il est possible d'expliquer la poussée générée par l'Effet Woodward. Quoi qu'il en soit, White entend faire marcher l'EM dans un sousespace (ou hyperespace).

### **Comment réduire la rigidité de l'espace-temps ?**

Regardons une coupe de champagne. Si nous secouons le verre, beaucoup plus de bulles apparaissent à l'intérieur du liquide, bulles qui perturbent la structure d'espace-temps du liquide. Donc installons un banc d'essai, essayons de faire naître des « bulles » dans le vide en lui injectant de l'énergie ondulatoire, mesurons ensuite les effets pour rendre compte de la réalité, et surtout essayons d'en tirer des lois mathématiques. C'est ce que les chercheurs ont fait.



La notion d'hyperespace et de voyage par distorsion de l'espace-temps (warp drive) repose sur l'idée que d'autres couches spatiales permettent le déplacement plus rapide, autant pour les astronefs que pour l'envoi des communications. Il s'agit du « subspace », ou sous-espace ou hyper-espace. Le sous-espace existerait sous des couches qui se trouvent en dessous de l'espace-temps quadri-dimensionnel normal, comme les couches d'un millefeuille. Lorsqu'un astronef voyage à vitesse supraluminique, il ne pénètre pas pour autant dans le sous-espace. Les astronefs qui utilisent ce « warp drive » dépassent sensiblement la vitesse de la lumière en créant un champ de distorsion artificiel (« warp field ») qui s'étend dans le sous-espace les enveloppant dans une sphère d'espace-temps normal. Cette sphère les protège de la dilatation spatio-temporelle habituellement associée aux déplacements supraluminiques standards. Ils ne bougent virtuellement pas puisque c'est ce champ qui avance par une expansion locale de l'espace-temps. Le vaisseau spatial créerait une distorsion spatio-temporelle, en dilatant l'espace derrière lui, alors que l'espace devant lui serait rétréci. Un aspect intéressant de cette idée est qu'elle ne violerait pas les règles de la relativité, dans le sens que le vaisseau et ses occupants ne se déplaceraient jamais à une vitesse dépassant celle de la lumière, ces derniers se trouvant alors dans une bulle permettant de prendre un chemin raccourcissant fortement la distance, surfant en quelque sorte sur une vague. Ce concept présente plusieurs avantages. Premièrement, le vaisseau et ses occupants ne seraient pas soumis à des accélérations et des décélérations gigantesques complexes à gérer. Mieux encore, le temps dans la bulle s'écoulerait d'une manière identique à celui se trouvant à l'extérieur, les passagers alors ne subissant pas la dilatation temporelle prévue par Einstein dans son travail sur la relativité, qui serait extrêmement pénalisante pour ses occupants.

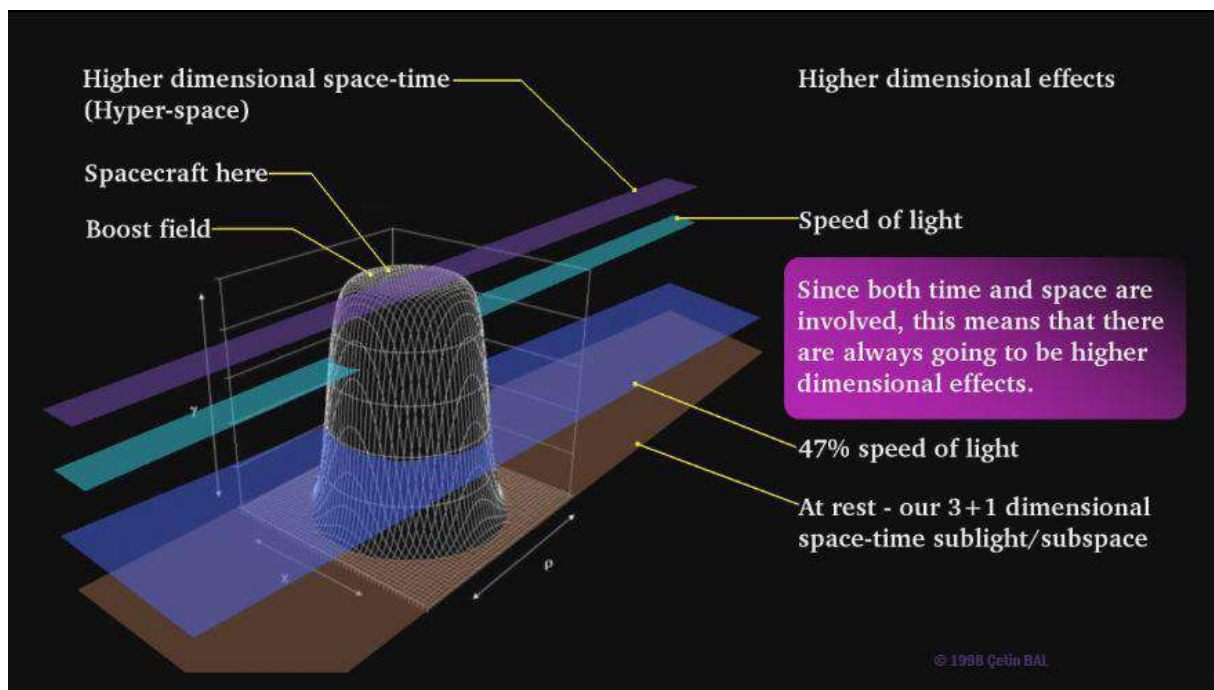


Fig.183 – Effets des dimensions supérieures sur la vitesse. Notre espace-temps est au niveau le plus bas, là où les effets relativistes nous interdisent de dépasser la vitesse de la lumière. Dans l'hyper-espace (synonyme de sous-espace), là où les isométriques de l'espace-temps normal est perturbé (par exemple par une injection d'énergie ou un retrait d'énergie), la vitesse de la lumière n'est plus un handicap.

Rappelons que dans le concept relativiste, non seulement la vitesse de la lumière ne peut être atteinte, ce qui est très limitatif pour le voyage intersidéral, mais qu'à supposer que cela soit possible, le temps s'écoulant de manière différente pour les voyageurs en fonction de la vitesse, un retour sur terre après quelques mois équivaldrait à revenir plusieurs milliers d'années plus tard par rapport au calendrier terrestre. Le Dr. « Sonny » White a révélé comment il compte « ramollir » l'espace-temps pour accélérer le vol de son engin spatial.

Une des manières pour réduire la rigidité de l'espace-temps est de faire un saut par transformation d'énergie d'une dimension d'univers à une autre dimension d'univers, et d'y retourner par la suite une fois que les « constantes » de l'univers de départ auront été contournées. **Ceci ne veut pas dire qu'il y a un saut de l'engin spatial d'un univers physique vers un autre univers physique, mais tout simplement une manipulation des champs d'énergie entourant le vaisseau pour « ramollir ou assouplir ou attendrir » l'espace-temps originel, afin de lui permettre de poursuivre son trajet dans de meilleures conditions.**

**Le défi à relever est gigantesque : l'espace-temps à n dimensions est un océan de fluctuations quantiques et dans « l'eau » de cet océan pullulent des tas de « bestioles » exotiques qui se mettent en couches et en superpositions d'états, qui apparaissent spontanément ici et là pour vous empoisonner la vie.** Si on trouvait un moyen pour réduire la « dureté » de notre espace-temps à trois dimensions + une, avec des ondes gravitationnelles de synthèse par exemple, on aurait besoin de beaucoup moins d'énergie négative pour la manipuler.

### **La modification de l'espace-temps par la résonance des champs**

Un nouveau concept a été suggéré par Alan C. Holt, du Lyndon B. Johnson Space Center de la NASA, pour agir sur les métriques de l'espace-temps en agissant de manière cohérente sur la résonance des ondes électromagnétiques pulsées et les ondes gravitationnelles. Les moyens proposés se fondent sur les recherches les plus récentes sur

- la fusion des lignes de champs de force,
- les lasers à électron libre pour générer des champs de l'ordre du MégaGauss et plus,
- les effets des ondes hydromagnétiques.

Le concept a été développé depuis 1979 à partir de recherches sur les causes des éruptions solaires, des tornades magnétiques, les trous noirs, les quasars et probablement les analyses d'observations de phénomènes atmosphériques anormaux.

Le concept émet la supposition que :

1 - l'espace-temps est une « projection » d'un espace de dimension supérieure à  $3 + 1$ , de la même manière qu'un hologramme est une projection de dimension 2 d'un espace de dimension 3.

2 - il existe une relation, une interaction entre les champs de force électromagnétique/hydrodynamique et les champs de force gravitationnels et des données astrophysiques tendent à conforter ces suppositions.

Par exemple, lorsque l'énergie et la matière quittent notre espace-temps pour s'engouffrer dans un trou noir, l'énergie et la matière disparues doivent réapparaître quelque part, en une fontaine blanche. Pour que ce transfert de matière et d'énergie puisse s'effectuer, il est nécessaire qu'il y ait une sorte d'hyper-espace de dimension plus haute que 3+1.

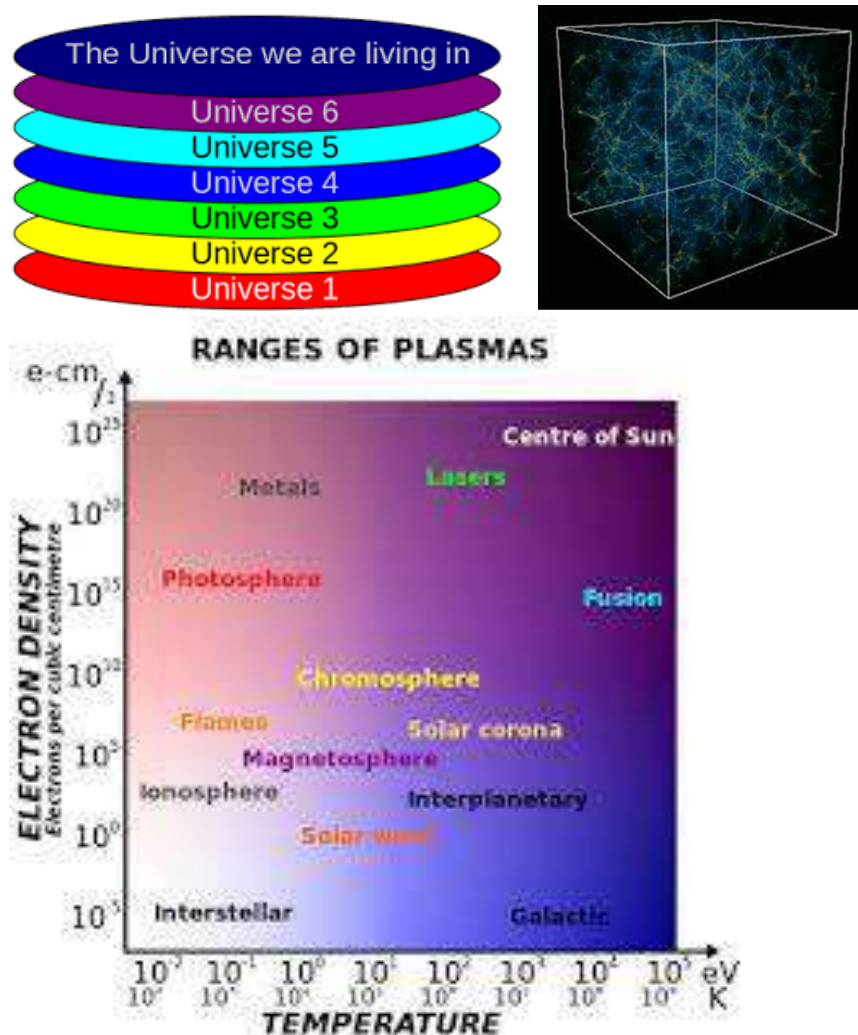


Fig.184 – Le cube bleu représente un morceau d'espace-temps dans lequel pullulent des bestioles exotiques (comprenez des particules subatomiques bizarres, dont des particules virtuelles qui n'en sont pas moins réelles). Ces bestioles vivent dans des univers dimensionnels différents. Comprenez en ingénieur : « champs d'énergies différents ». C'est dans cet océan qu'il faudrait créer une sorte de » torpille Kval » pour se frayer son propre chemin, sans compter qu'il faut éviter les trous noirs de toutes sortes. Comme la théorie des cordes et des supercordes suggèrent que nous sommes plongés dans une brane de 6 à 10 dimensions, il y a un gros chantier de résonance de champs qui attend les concepteurs d'analogie HAUC avant que leur engin puisse faire un voyage supraluminique par distorsion de l'espace-temps. Une torpille Kval est une torpille soviétique bien réelle qui va dans l'eau à une vitesse 4 fois plus rapide que ses concurrentes occidentales. La Kval (cheval) crée une bulle d'air qui l'enveloppe dans son parcours dans l'eau, amoindissant de façon considérable la résistance de l'eau, d'où sa très grande vitesse.

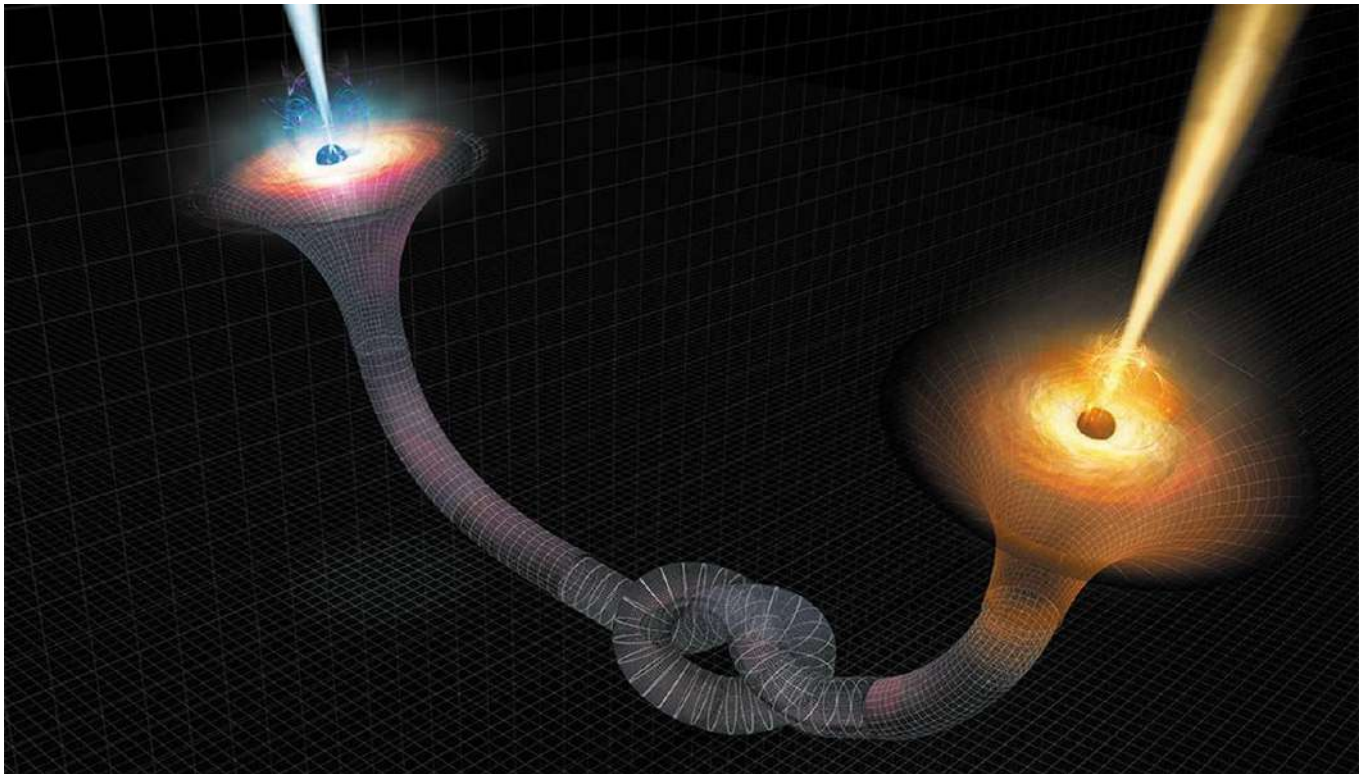


Fig.186 – Le pont d'Einstein-Rosen représenté ci-dessus est un puit gravitationnel dont l'entrée (à droite) est un trou noir et la sortie (à gauche) une fontaine blanche.

*D'après Einstein, l'Univers n'est pas « plat » mais plié en permanence par la présence de matières plus ou moins massives. Ces déformations peuvent engendrer un trou de ver qui relie 2 lieux éloignés complètement différents dans leur espace et dans leur temps.*

*Le voyageur qui traverserait ces trous parcourrait des millions d'années lumières en peu de temps, sans qu'il soit nécessaire d'atteindre une grande vitesse.*

*Si l'entrée d'un trou de ver est immobile et si sa sortie se déplace à la vitesse de la lumière, une dilatation du temps s'opère. Celui-ci s'écoule plus lentement à la sortie du tunnel. Le voyageur qui pénètre dans le tunnel fait alors un retour dans le temps.*

*Si donc il saute dans un trou de ver et qu'il revienne sur Terre par l'une de ses extrémités, il peut arriver avant d'être parti, et par conséquent visiter son passé. Les trous de vers sont non seulement un moyen de voyager dans l'espace, mais aussi dans le temps. Cependant, le trou de ver ne permet pas de remonter le temps avant le moment de sa création.*

Par exemple, examinons la considérable énergie libérée par les éruptions solaires. Dans les régions où se déroulent ces éruptions, des champs magnétiques de 2 à 3.000 gauss sont configurés de sorte que les polarités positives et négatives sont très proches l'une de l'autre.

Là où les lignes de forces magnétiques positives et négatives sont presque antiparallèles un processus appelé « fusion de lignes de force » apparaît.

Dans ce processus les lignes de champs de force directement opposées cassent et se reconnectent en expulsant des champs de force et du plasma sur les côtés, comme le montre la figure 187.



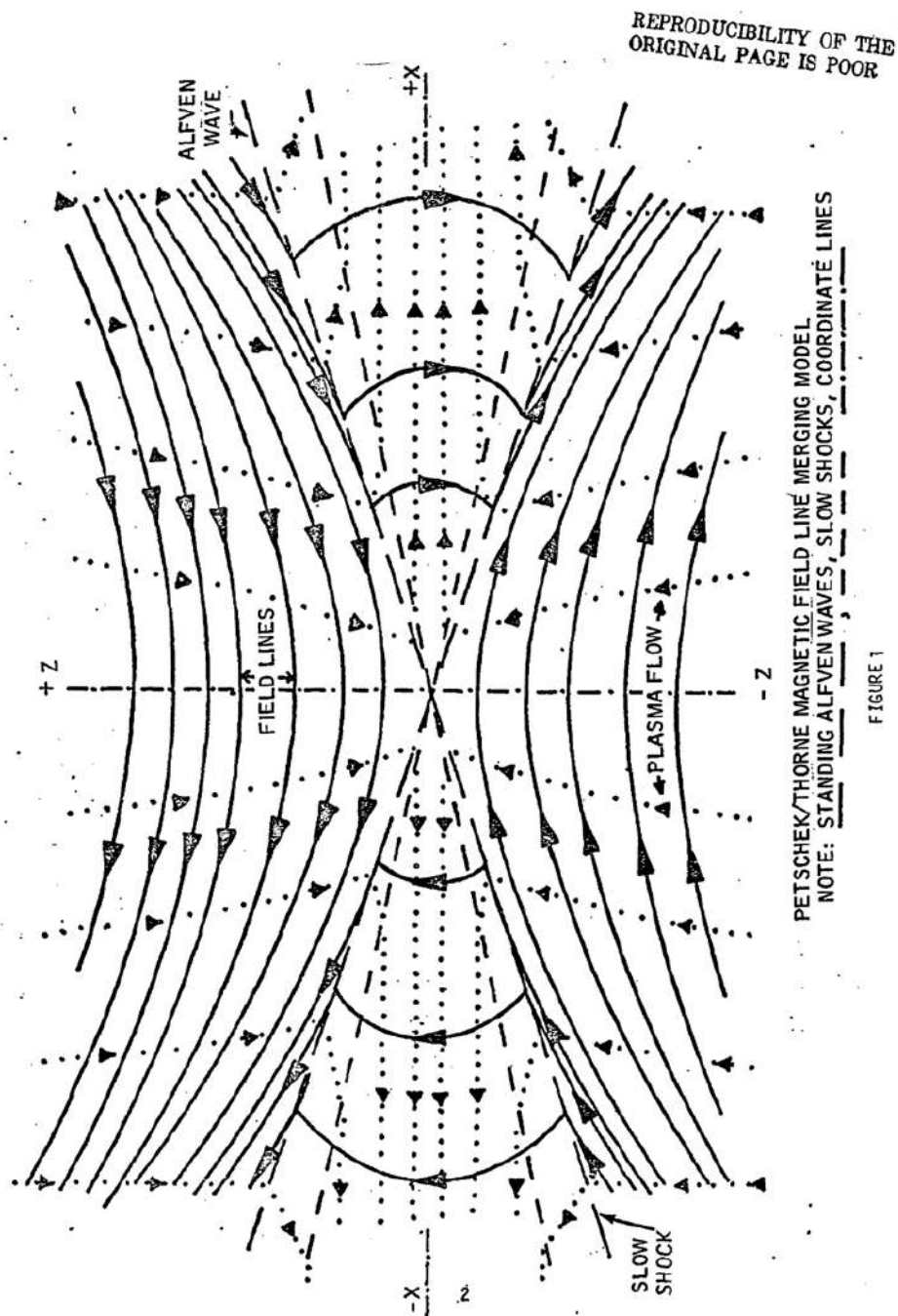


Fig.187 – La fusion de lignes de force magnétiques peut expulser le plasma et convertir l'énergie magnétique en énergie cinétique.

Le résultat est une conversion de l'énergie magnétique en énergie cinétique. Le processus de fusion de lignes de force magnétique a été proposée comme explication la plus probable des éruptions solaires. Cependant, **certaines éruptions peuvent libérer 10% de l'énergie solaire totale en une seconde, et ce niveau d'énergie ne peut être expliqué par le seul processus de fusion de lignes de force magnétique.** L'explication la plus probable est que les lignes de champs magnétiques sont associées à des ondes hydromagnétiques en oscillations qui induisent une résonance avec des champs

**gravitationnels, dont le résultat est une libération d'énergie à la fois gravitique et magnétique.** La topographie du gradient magnétique (relations géométriques entre les lignes de force) joue beaucoup plus dans l'éruption solaire que la force du champ. Un bord fortement convolué entre les pôles magnétiques signifie une grande probabilité de fortes et fréquentes éruptions. Les ondes hydromagnétiques générées par les éruptions solaires se propagent en surface chromosphérique et déclenchent de nouvelles éruptions dans d'autres régions solaires. Les ondes Afven, qui sont les formes dominantes d'ondes impliquées, changent seulement la géométrie des lignes de champs. Cet effet indique que l'initiation des éruptions solaires dépend en définitive des relations géométriques des lignes de champs magnétiques de la même manière que **les lignes des champs gravitationnels façonnent les propriétés de l'espace-temps.**

La fusion des lignes de champs magnétiques a aussi été utilisée pour expliquer l'interaction entre le vent solaire (et les champs associés), le champ magnétique terrestre à la magnétopause et la génération de tempêtes magnétiques, qui sont souvent déclenchées par les éruptions solaires (voir fig.188). Le processus de fusion de lignes de forces magnétiques est un concept essentiel de la résonance des champs de forces.

**L'observation des phénomènes HAUC suggèrent que les visiteurs NHI utilisent une forme de déplacement qui transcendent l'espace-temps.** Les HAUC apparaissent et disparaissent instantanément. Les très grandes vitesses calculées (plus de 37.000 km/heure), les virages à angle droit, l'absence de bang sonique, les arrêts brusques, les accélérations fulgurantes, **suggèrent que les HAUC génèrent un champ gravitationnel artificiel ou utilisent des propriétés de l'espace-temps dont nous ne sommes pas familiers.** Il semble évident que **la propulsion des HAUC incluent des processus électromagnétiques et hydromagnétiques puisque nous constatons des effets radiatifs sur l'environnement comme les brûlures, arrêts de moteurs d'auto, déshydratations, perturbations TV et radios, fontes et altérations de la surface du sol et des rues, pannes électriques, effets divers en électricité statique.** Ces phénomènes **suggèrent qu'il existe des relations non connues entre les champs gravitationnels et les champs électromagnétiques qui seraient exploitées par les NHI.**

L'existence d'un espace-temps de dimension supérieure ouvrirait de nouvelles possibilités de voyage spatiaux car les connections de points spatiaux depuis cet espace-temps de dimension supérieure pourraient obéir à des lois très différentes beaucoup moins contraignantes que ceux qui sont connus dans notre espace-temps.

**Par exemple, si chaque point de l'espace-temps est unique et si une relation existe entre les champs gravitationnels et les champs électromagnétiques, alors chaque point de l'espace défini par une forme géométrique (les tenseurs métriques d'Einstein) devrait avoir une résonance naturelle avec les formes géométriques (les gradients) des ondes électro/hydromagnétiques qui sont d'harmoniques plus hautes ou plus basses de ce point d'espace-temps (qui n'est in fine que la projection d'un espace de dimension supérieure).**

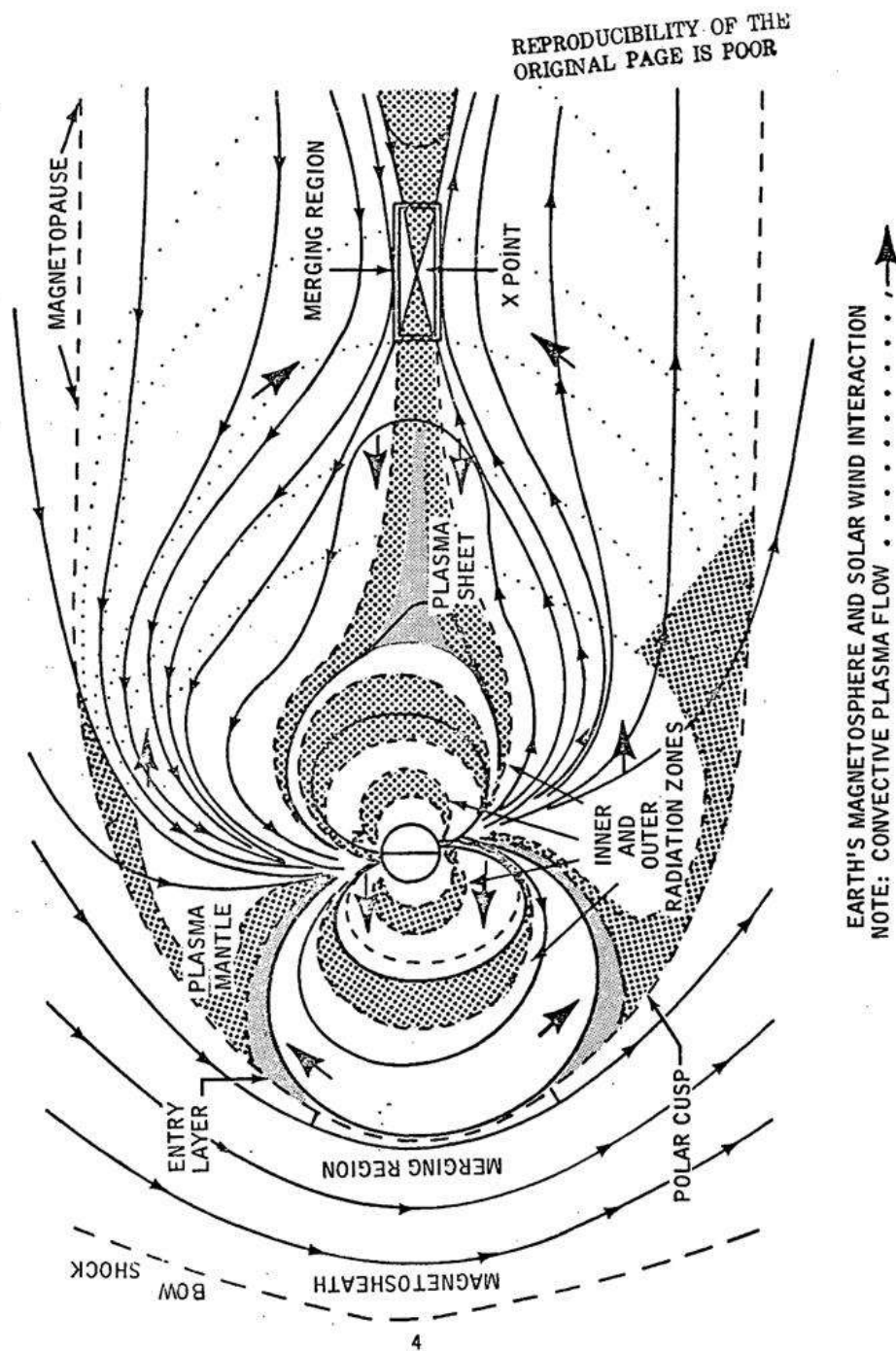


Fig.188– Interaction entre le vent solaire et les champs magnétiques terrestres

L'existence potentielle d'harmoniques d'espace-temps signifie que si un vaisseau situé à un point spécifié de l'espace-temps peut générer une configuration de champs électrohydromagnétiques qui a une résonance avec un point distant de l'espace, un déséquilibre de base serait créé. Ce déséquilibre serait en désharmonie avec les « lois de projections » qui créent les propriétés de l'espace-temps à partir des propriétés de

dimensions supérieures. Des forces seraient mises à contribution pour rétablir l'équilibre qui nécessiterait dans ce cas au vaisseau et ses champs de forces d'être relocalisés à l'endroit de l'espace-temps où les configurations de champs sont en harmonique naturelle avec la métrique d'espace-temps. La meilleure analogie triviale de cette description est lorsqu'on règle (tune) une radio.

Le bouton de tuning (réglage) dans ce cas est le mécanisme du vaisseau spatial pour changer la configuration de forme d'onde électromagnétique. Pour une radio, le signal (qui est toujours présent), se manifeste à travers les commentateurs (speakers) associés avec cette radio ; pour le système de résonance de champ, le commentateur n'existe qu'à la station radio seulement. Lorsque la forme d'onde magnétique du vaisseau spatial est réglée (tuné) sur un point distant de l'espace-temps, cette forme d'onde est forcée de se manifester seulement en ce point de l'espace-temps selon les lois de projection du vaisseau spatial qui génère des champs magnétiques de puissance mégagauss qui lui sont directement en opposition (voir figure 190). Ces lignes de champs directement opposées vont fusionner et se reconnecter, expulsant des champs magnétiques et plasmiques sur les côtés. Selon cette conception, les lignes de champs expulsées rencontrent de nouveau les lignes de champs qui lui sont opposées et fusionnent de nouveau, forçant de grandes quantités de radiations électromagnétiques et hydromagnétiques hors du vaisseau spatial.

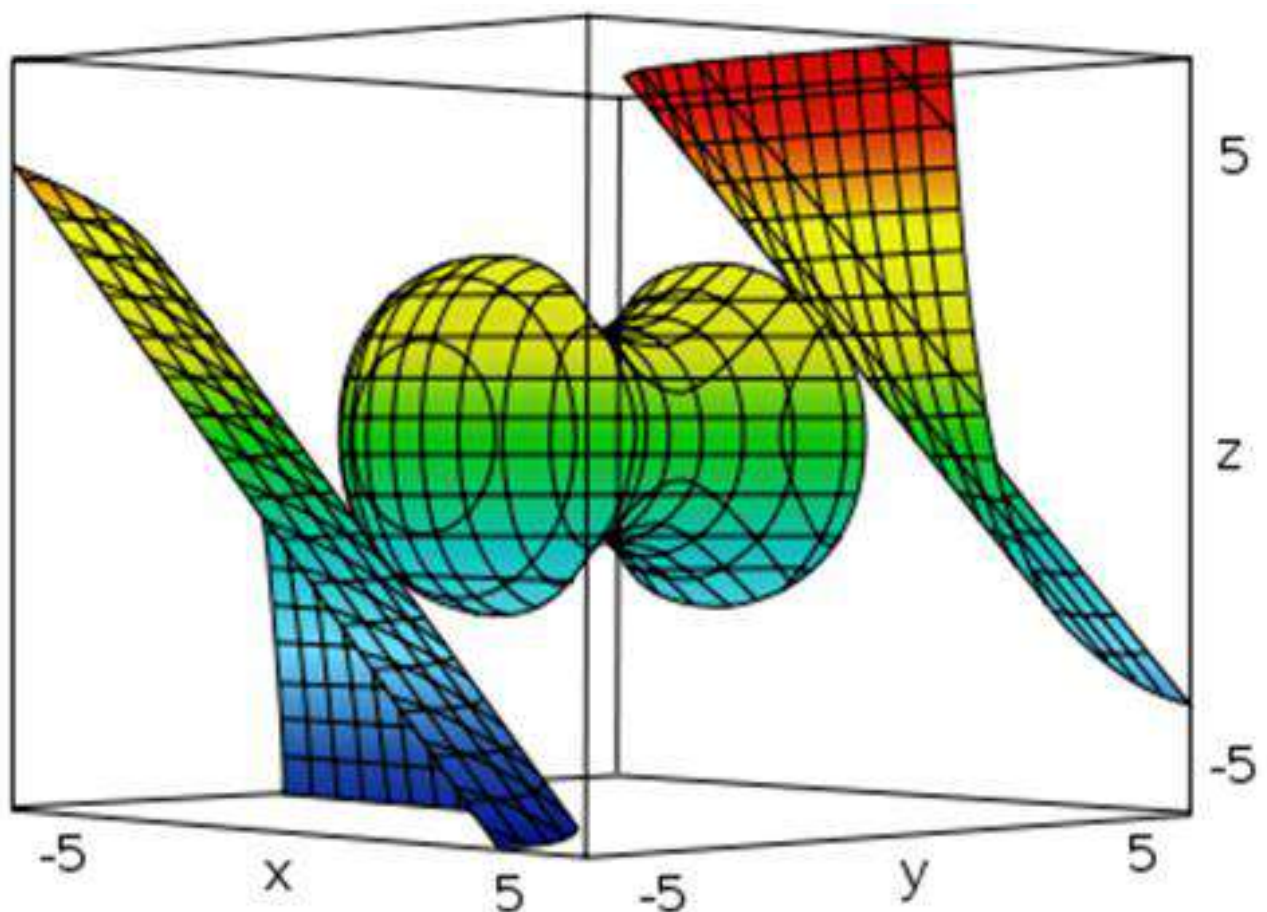


Fig.189 – La simulation de lignes de champ entourant un vaisseau spatial en forme de diaboloid. En réalité il faudrait montrer beaucoup plus de lignes de champs intermédiaires entre les champs les plus proches du vaisseau et les champs locaux entourant les champs propres pour que la simulation soit plus réaliste.



REPRODUCIBILITY OF THE  
ORIGINAL PAGE IS POOR

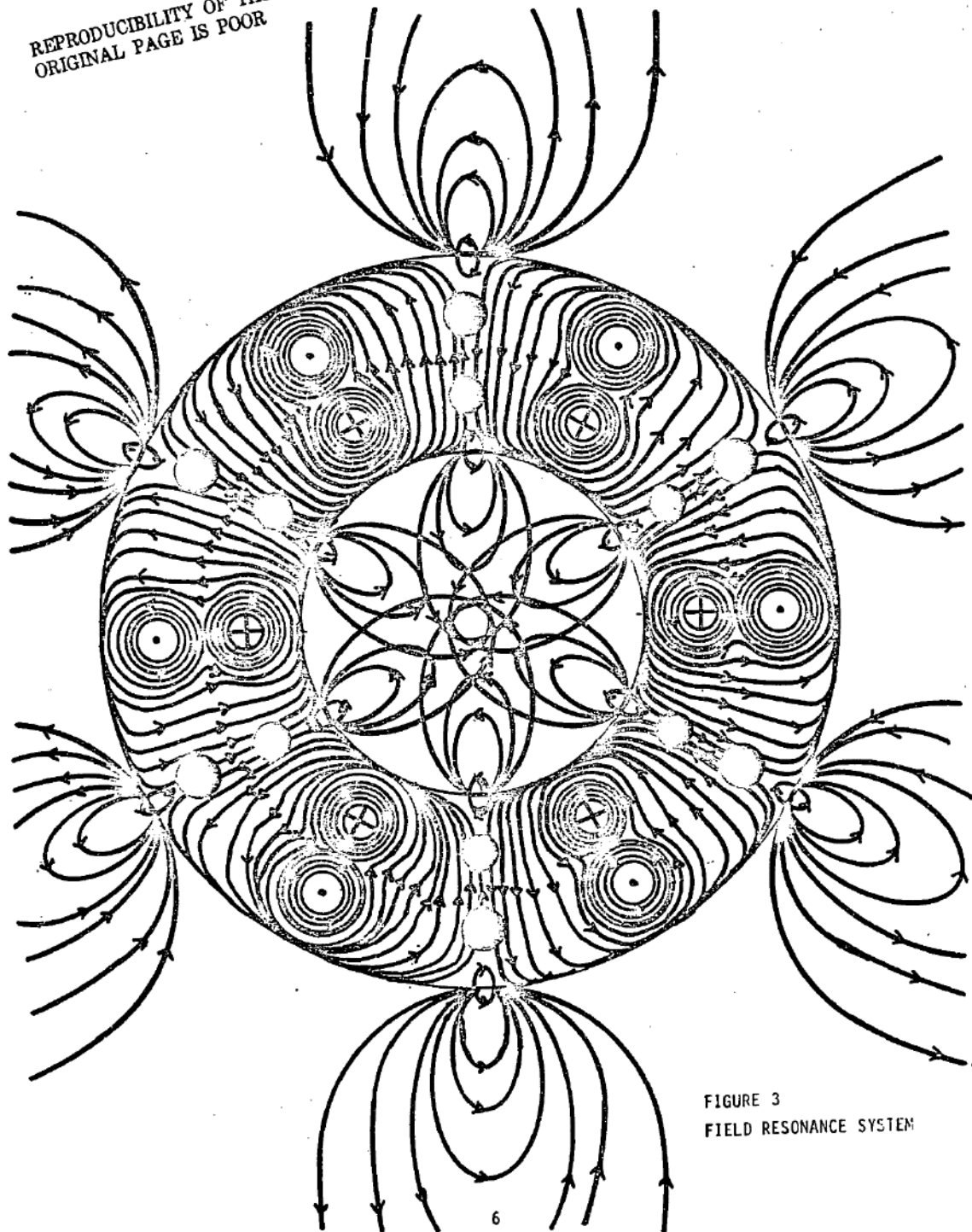


FIGURE 3  
FIELD RESONANCE SYSTEM

Fig.190 – La résonance des champs : les lignes directement opposées vont se reconnecter et fusionner

CONCEPT DE RESONANCE DE CHAMPS : De puissants lasers sont utilisés pour générer des champs de l'ordre de plusieurs méga-gauss. En pulsant alternativement les lasers adjacents, on peut provoquer une oscillation en avant et en arrière de la location du processus de fusion au rythme désiré. Le niveau d'énergie du laser peut être modulé pour

réduire la force des champs magnétiques. Ainsi en modifiant la puissance des lasers et/ou la longueur d'onde et la fréquence pulsatoire, la forme d'onde magnétique résultante peut être changée et finement réglée selon les harmoniques désirées d'un point distant de l'espace-temps. Si un vol à un point qui lui est proche est souhaité, la forme d'onde magnétique peut être continuellement réglée de nouveau et affinée pour permettre des transformations courtes et très rapides de l'espace-temps.

Pour un observateur extérieur, le vol apparaît comme étant très lisse, un peu comme des trames successives qui nous apparaissent comme une suite continue dans un film.

Le milieu dans lequel les lignes de champs magnétiques fusionnent (vide, gaz ionisé, etc.), les contraintes de stockage d'énergie, le mécanisme de pompage optique pour les lasers, et les interfaces de contrôles nécessaires à l'équipage, sont en cours d'études. Afin d'éviter les contraintes de stockage d'énergie trop importantes, le pompage magnétique des lasers est recommandé afin de pouvoir réutiliser une portion de l'énergie laser qui serait autrement rayonnée.

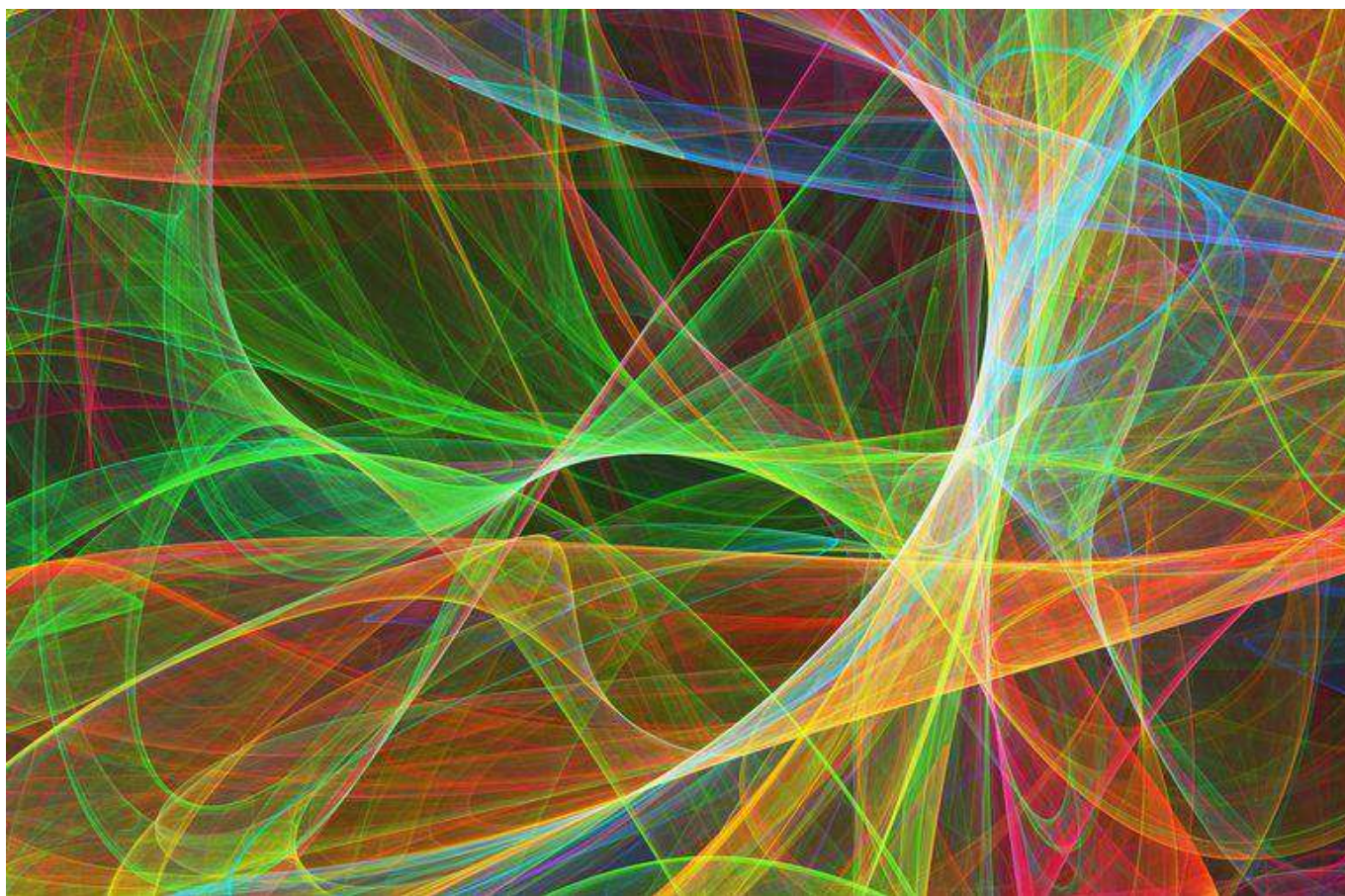


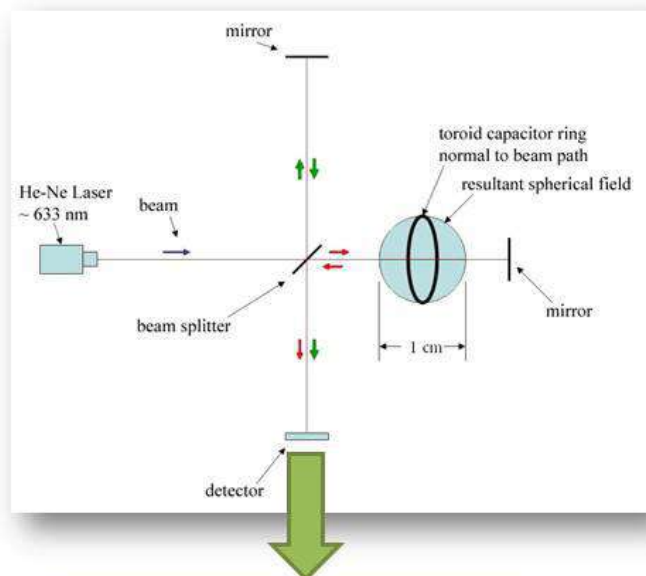
Fig.185 – Une infographie de la résonance des champs. C'est une des grandes trouvailles permettant à partir d'un métamatériau de synthèse, de distordre l'espace-temps local par l'application d'une inter-action de champs.

Harold G. « Sonny » White est devenu populaire en 2011 pour avoir écrit un papier dont le titre est "Warp Field Mechanics", dans lequel il fait évoluer le concept de Miguel Alcubierre, laissant éventuellement entrevoir que la quantité d'énergie à mettre en œuvre pour obtenir cet effet particulier serait bien moins grande à mettre en œuvre que celle estimée

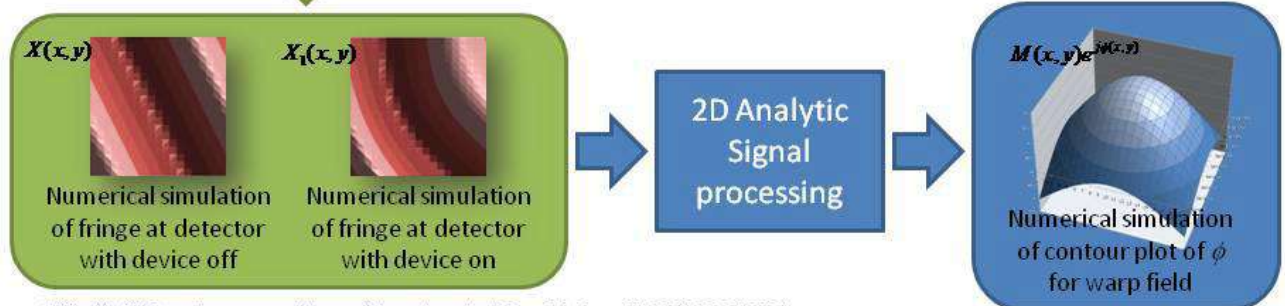
précédemment. White et son équipe ont mis au point un interféromètre pouvant démontrer une ébauche pratique de ce concept.

Un interféromètre de Michelson-Morley peut être un outil utile pour la détection d'un tel phénomène.

## White-Juday Warp Field Interferometer



- White-Juday Warp Field Interferometer uses He-Ne laser to generate interference signal at a detector with test device placed in proximity to one leg of beam path to evaluate York-Time effects (expansion/contraction of space).
- He-Ne laser beam ( $\lambda = 633 \text{ nm}$ ) is split allowing one part of beam to pass near /through device being tested.
- Presence of warp field region will induce relative phase shift between split beams that should be detectable provided magnitude of phase shift is sufficient.
- Using 2D Analytic Signal processing of the , the Magnitude and phase of the field can be extracted for study and comparison to theoretical models.



1. White, H., "A Discussion on space-time metric engineering," Gen. Rel. Grav. 35, 2025-2033 (2003).

Fig.191 - Cette expérience d'interférométrie de champ de distorsion utilise un laser He-Ne de 633 nm pour évaluer les effets des perturbations du York Time (expansion/contraction de l'espace-temps) dans une petite région sphérique ( $\sim 1 \text{ cm}$ ). Sur 1 cm, la plate-forme expérimentale devrait être capable de mesurer les perturbations spatiales jusqu'à  $\sim 1$  partie sur 10 000 000.

Comme discuté précédemment, la reformulation sous forme canonique de la métrique suggère que le boost peut être le phénomène moteur dans le processus qui cherche à valider physiquement le phénomène dans un laboratoire.

En outre, les caractéristiques de densité d'énergie sur un certain nombre d'épaisseurs de coquilles suggère qu'un beignet toroïdal de boost peut construire la région sphérique. Basé sur la sensibilité attendue de la plate-forme, un article de test toroïdal de 1 cm de diamètre (quelque chose d'aussi simple qu'un condensateur de tension en anneau) avec un boost de l'ordre de 1.0000001 est nécessaire pour générer un effet qui peut être efficacement détecté par l'appareil.



L'intensité et la distribution spatiale du phénomène peuvent être quantifiées en utilisant des techniques de signal analytique 2D comparant le tracé de la frange d'interféromètre détecté l'appareil de test éteint, avec le tracé détecté quand l'appareil est sous tension.

La Fig.193 est également un exemple de ce à quoi peuvent ressembler les tracés de franges en présence d'une sphère perturbatrice.

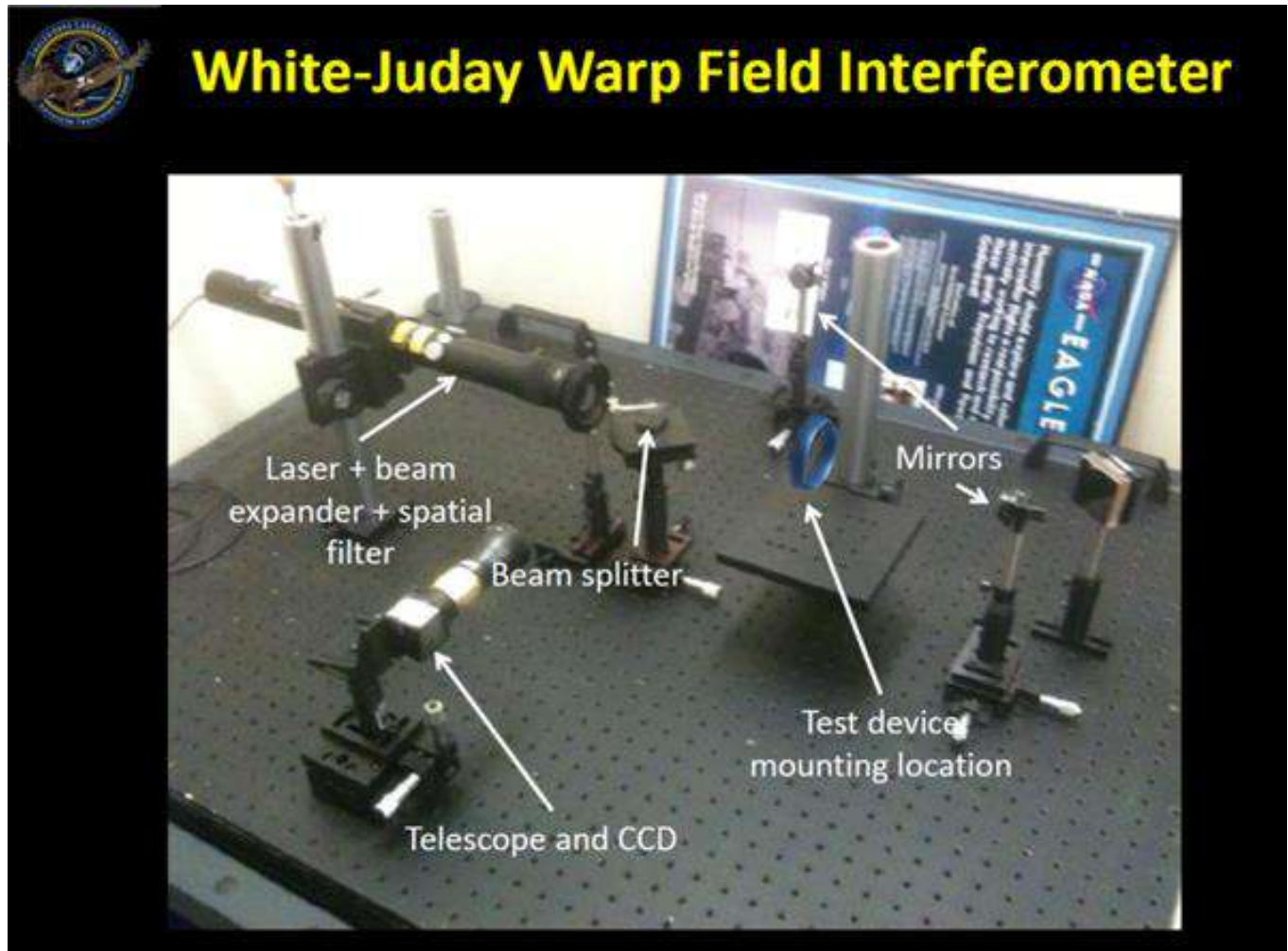


Fig.192 - Le Dr White a cherché à savoir ce qui est possible de ce qui n'est pas possible, en construisant à l'intérieur d'un laboratoire isolé des vibrations, un interféromètre laser He-Ne pour mesurer de quelle manière des bulles microscopiques que nous provoquons par oscillations peuvent perturber la courbure de l'espace-temps d'une sphère de 1 cm de diamètre. L'hypothèse qui a été faite est qu'une bulle sur 10.000.000 perturbe l'index optique par un changement de phase de l'interféromètre laser servant à mesurer les champs. L'interféromètre est couplé à un processeur de traitement de signal 2D.



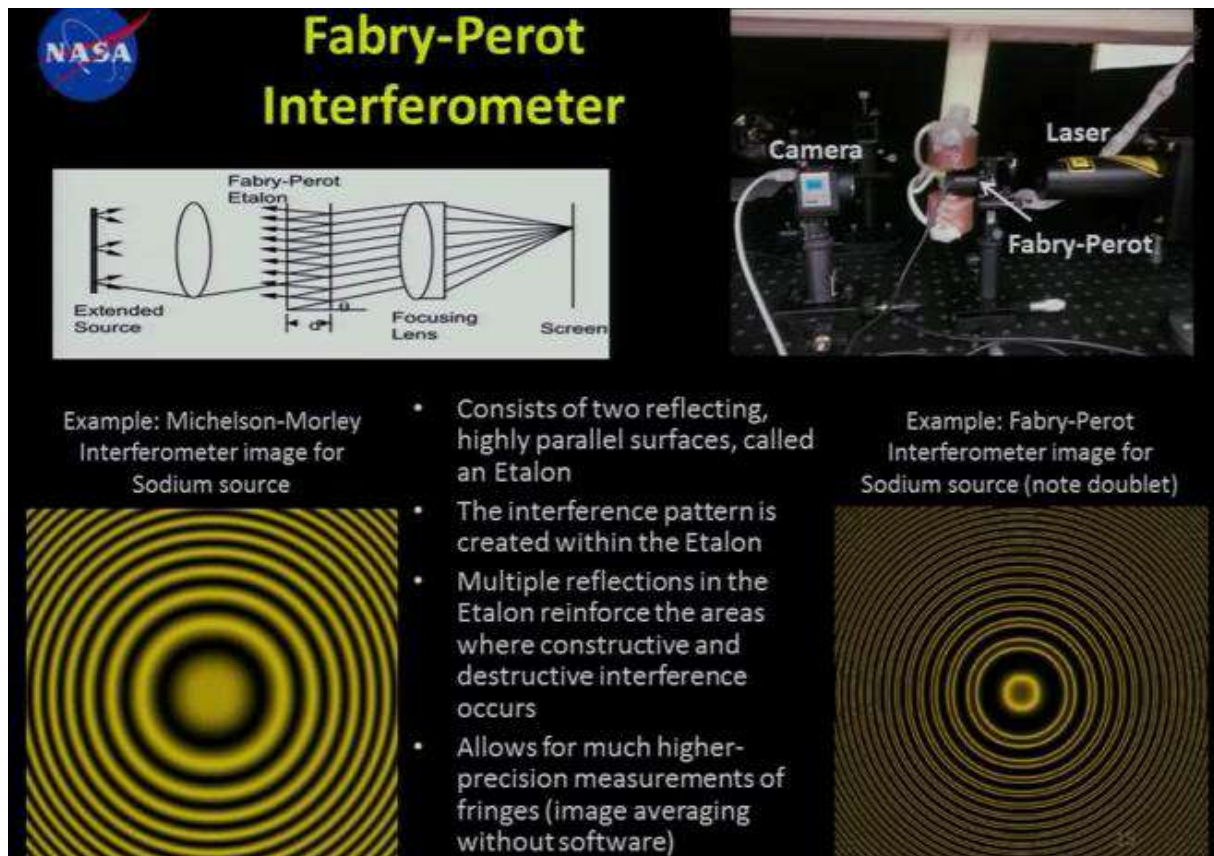


Fig.193 - L'interféromètre construit est de type Fabry-Perot. Il est composé de 2 surfaces parallèles réfléchissantes appelées « étalon ». Le motif de l'interférence d'onde est créé à l'intérieur de l'étalon, portant des réflexions multiples permettant de renforcer les zones où apparaissent des interférences constructives et destructives, qui donnent ensuite l'occasion de faire des mesures plus précises sur les franges.

Les caractéristiques mathématiques de la métrique d'Alcubierre ont été introduites et discutées, la forme canonique a été présentée et explorée, et l'idée d'une « propulsion supraluminique par torsion de champ d'espace-temps » a même été envisagée dans un « collecteur de dimension supérieure ».

Le phénomène « moteur de conduite supraluminique » a été supposé être le Boost Field (champ de pousse) contrairement au pur « York Time » qui sert à résoudre le paradoxe asymétrie/symétrie. Une première idée d'une propulsion supraluminique a été brièvement discutée dans le contexte de la planification de la mission pour élucider l'impact que les sous-systèmes auraient sur le contexte de la mission.

Enfin, une expérience de laboratoire qui pourrait produire une modeste instanciation du phénomène a été discutée. Il semblerait que le modèle possède presque toutes les caractéristiques mathématiques souhaitables d'un véritable vaisseau spatial interstellaire, la métrique ayant une caractéristique moins attrayante - elle viole les trois conditions énergétiques (forte, faible et dominante) en raison de la nécessité d'une densité d'énergie négative. Cela n'exclut pas nécessairement l'idée, car le cosmos connaît continuellement une inflation, comme en témoignent les observations, mais la question cruciale est : est-ce que l'idée peut être ingéniérée au point d'apporter sa preuve d'utilité dans l'exploration spatiale.

Une trouvaille importante de ce nouvel effort est que pour une vitesse cible et une taille nominale du vaisseau spatial, l'exigence de densité d'énergie maximale peut être considérablement réduite en permettant à l'épaisseur de la paroi de la bulle « tordue » d'augmenter.

Une révision du concept a eu lieu, en prenant en compte les nouvelles perspectives :

- 1- La détection des ondes de gravité indique que ces ondes sont réelles. On peut désormais travailler sur des expériences pour l'étudier puis pour optimiser l'efficacité de production des effets souhaités. Les ondes provenant de collisions de trous noirs et d'étoiles à neutrons confirment la physique liée à la théorie de propulsion d'Alcubierre. Produire et reproduire même une toute petite onde de gravité dans un laboratoire aurait été un événement révolutionnaire. C'est maintenant chose faite.
- 2- Les travaux d'Alcubierre avait montré le besoin d'une masse négative de la dimension de Jupiter pour réaliser un engin warp drive opérationnel. L'analyse de sensibilité commencée par Harold White en 2011 et terminée en 2012 a montré que les besoins énergétiques peuvent être considérablement réduits en optimisant d'abord l'épaisseur de la bulle, puis en faisant osciller l'intensité énergétique de la bulle pour réduire la rigidité de l'espace-temps.

L'expérience Eagleworks du Q-thruster tente d'utiliser la recherche scientifique appliquée dans les domaines du vide quantique, de la gravitation, de la nature de l'espace-temps et d'autres phénomènes fondamentaux pour réaliser une solution de propulsion à ultra-haute isp (impulsion spécifique). Grâce à ces fondements, il est mathématiquement possible d'utiliser la «mer» de particules / anti-particules du vide quantique comme masse de réaction propulsive. Les tests ont généré des signaux de poussée dans la gamme des milli-Newton et ont fait espérer des Isp de l'ordre de  $10^{12}$  secondes.

Quelle est la quantité d'énergie nécessaire dans le vide quantique ? L'utilisation de la fréquence de Plank comme seuil supérieur donne une prédiction de  $\sim 10^{114} \text{ J / m}^3$ . Les observations astronomiques actuelles placent la densité critique à  $1 \cdot 10^{-26} \text{ kg / m}^3$ . La grande différence entre la prédiction en quantique électrodynamique et l'observation n'est pas actuellement totalement comprise.

Existe-t-il un moyen d'utiliser cette mer de particules et de photons virtuels (pression de rayonnement) pour transférer l'élan d'un vaisseau spatial ?

Un certain nombre d'approches ont été détaillées dans la littérature :

- Des voiles à vide qui développent une force nette en ayant des matériaux de chaque côté avec des propriétés optiques différentes;
- Le contrôle de l'inertie en modifiant la densité d'énergie du vide et en réduisant la masse totale de l'engin spatial, minimisant ainsi l'énergie cinétique et la quantité de travail nécessaire pour accélérer un engin spatial,
- Les systèmes dynamiques qui utilisent la force de Casimir dynamique pour générer une force nette.
- En 2018, des chercheurs de l'Université de Rochester financés par AFRL ont réussi à créer des particules de masse négative dans un semi-conducteur atomiquement mince, en le faisant interagir avec la lumière confinée dans une microcavité optique.

- Space Warp Dynamics et Limitless Space Institute ont annoncé que leurs chercheurs ont réussi à courber le tissu de l'espace-temps.
- Et si nous remplaçons la matière exotique par quelque chose qui a des propriétés similaires pour résoudre le problème une fois pour toutes ? De 2006 à 2016, **les chercheurs ont essayé d'utiliser une densité d'énergie positive toroïdale pour créer une région de pression négative sphérique et ainsi éliminer le besoin de matière exotique.**

Des modèles récents développés par le Dr White et ses successeurs suggèrent qu'il existe des moyens d'augmenter la force nette, et ces modèles ont été validés par rapport à des données à la fois à l'échelle cosmologique et au niveau quantique. Des dispositifs de test ont été fabriqués / testés en laboratoire et trouvés conformes aux prédictions.

**Le deuxième objectif du Dr White** : Prouver que la résonance des champs peut générer une poussée sans éjection de la masse. Le Dr White s'est inspiré des concepts inventés par Roger Shawyer pour fabriquer son Em Drive appelé le Q-Thruster.

Pragmatique, White cherche d'abord à comprendre les bases de la configuration. Selon lui, L'EM Drive n'a que 3 composants :

- Un magnétron
- Un guide d'onde
- Une cavité de résonance tronquée

En construisant un prototype et en effectuant des mesures, il sait que la poussée que l'EM Drive développe est fonction :

- De ses dimensions
- De sa forme
- De la fréquence de résonance
- De l'efficacité du design (peu de diélectrique par exemple)
- Du décalage de l'effet Doppler, qui comprime les Unruh radiations, réduisant la poussée

Comment les micro-ondes inter-réagissent-elles ?

Et avec quoi elles inter-réagissent ?

Comment augmenter de manière exponentielle la poussée de l'EM, dont le rendement énergétique actuel est de l'ordre de 0,01%, alors que la fusée Saturn V développe un rendement de 50%.

En août 2014, White a présenté comme suit son concept de la propulsion avancée.

## “Forward” Cu Frustum & HDPE Thermal Expansions

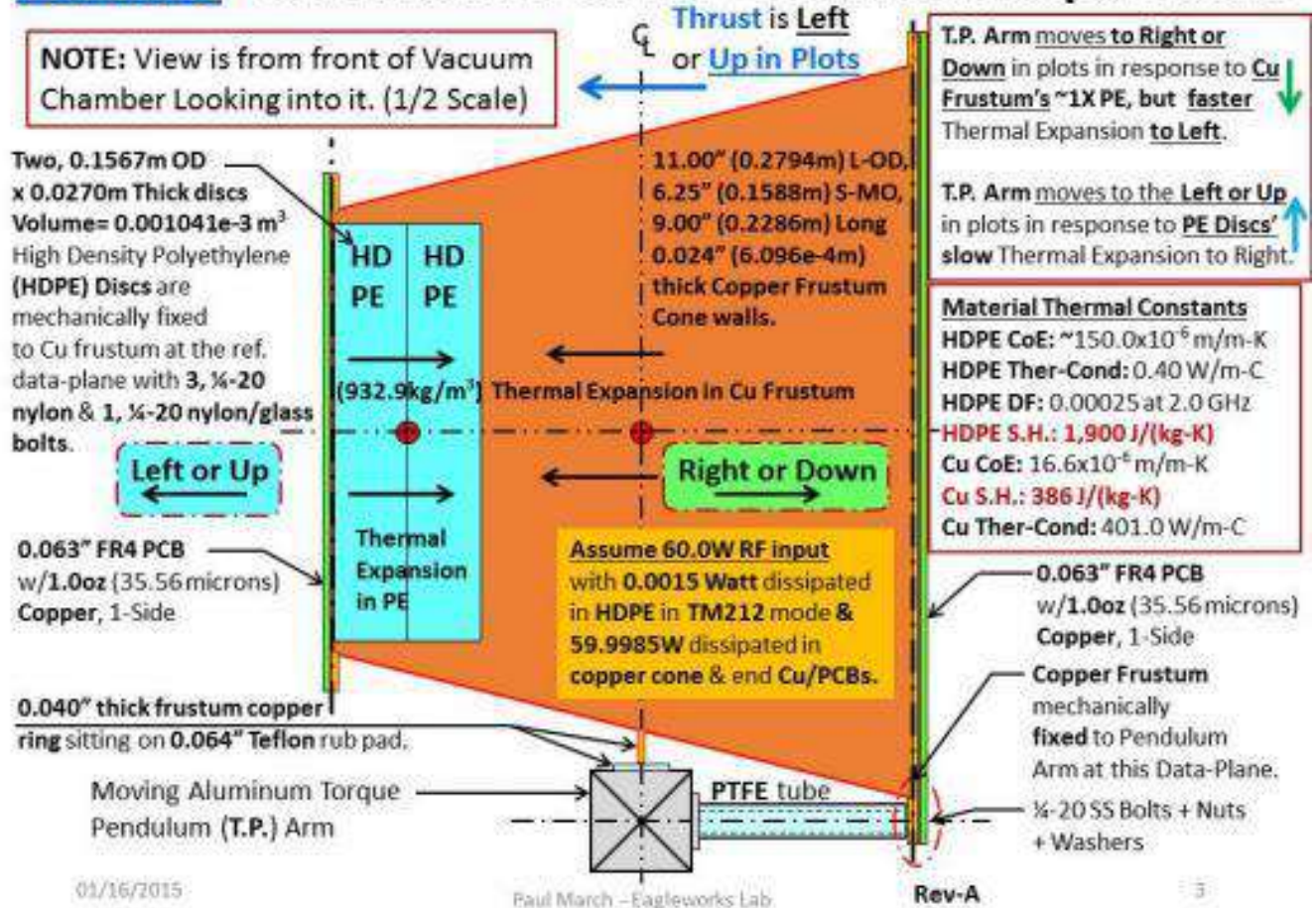


Fig.194 – Description détaillée du Q-thruster du Dr Harold White.

Un Q-thruster utilise les mêmes principes et équations du mouvement qu'un propulseur conventionnel à plasma (aussi appelé propulseur MHD (magnétohydrodynamique)) pour prédire le comportement du propulsif. Le plasma virtuel est exposé à un champ croisé  $E$  et  $B$  qui induit un décalage de plasma de toute la masse de plasma dans une direction  $E \times B$  orthogonale aux champs appliqués. **La différence provient du fait qu'un Q-thruster utilise les fluctuations du vide quantique comme source de carburant, éliminant le besoin d'emport de carburant.** Ceci suggère des impulsions spécifiques beaucoup plus élevées obtenables à travers des systèmes de propulsion plasmatiques basées sur le vide quantique (QVPT ou quantum vacuum plasma thruster) car leurs puissances sont seulement limitées par l'approvisionnement en densité d'énergie. Les expérimentations réelles ont démontré des niveaux de poussée entre 1000 – 4000 micro-newtons, avec une performance en poussée de 0,1 newton/kW, et une impulsion spécifique d'environ  $1 \times 10^{12} \text{ s}$ . Les travaux de Eagle Works se focalisent sur l'obtention de données sur les performances d'un prototype de Q-thruster incluant un système de contrôle d'attitude (RCS ou Reaction Control System) de force d'application comprise entre 0,1 et 1 newton avec une entrée de puissance de 0,3 à 3 kW. En premier, il sera reconditionné un article de test pour reproduire avec fidélité les performances obtenues avec le pendule de torsion (1 – 4 mN à 10 – 40 W). L'équipe prépare avec l'ISS (station spatiale internationale) un test sur orbite (DTO).



**La grande question est** : comment un Big HAUC se trouvant dans le vide peut-il utiliser l'énergie du vide pour repousser le vide quantique pour se déplacer ? Et pour commencer, est-ce que ce vide est repoussable ? Si les particules réelles sont repoussables, est-ce que les particules fantomatiques et virtuelles du vide quantique le sont aussi ?

Montrons par des expériences que le vide quantique est un milieu dynamique mutable, dégradable, malléable et essayons d'extraire de ce vide du travail. Si un milieu est capable d'offrir un support à des oscillations acoustiques, comme l'eau par exemple, cela signifie que les constituants de l'eau sont capables d'inter-réagir et d'échanger des quantités de mouvement.

Il faut donc prouver que la « propulsion par le vide » pousse des « fluctuations du vide quantique » et que le déplacement d'un Big HAUC va engendrer un « sillage » dans le vide quantique dans une direction contraire à son déplacement.

C'est ce que cherche à faire la NASA. C'est donc sur cette idée de « preuve » par le sillage que la NASA a installé son laboratoire de recherche avancée Eagle Works (les Ateliers de l'Aigle) et en a confié la direction au Dr. Harold White. White va s'emparer du cas d'un engin très controversé, l'EM Drive, et des hypothèses révolutionnaires de voyage supraluminique de Miguel Alcubierre, pour orienter ses recherches.

Comme personne n'avait vraiment compris comment l'EM Drive marche, y compris son inventeur Roger Shawyer, Harold White doit faire l'hypothèse que l'EM Drive « marche » en interaction avec le vide quantique de l'espace.

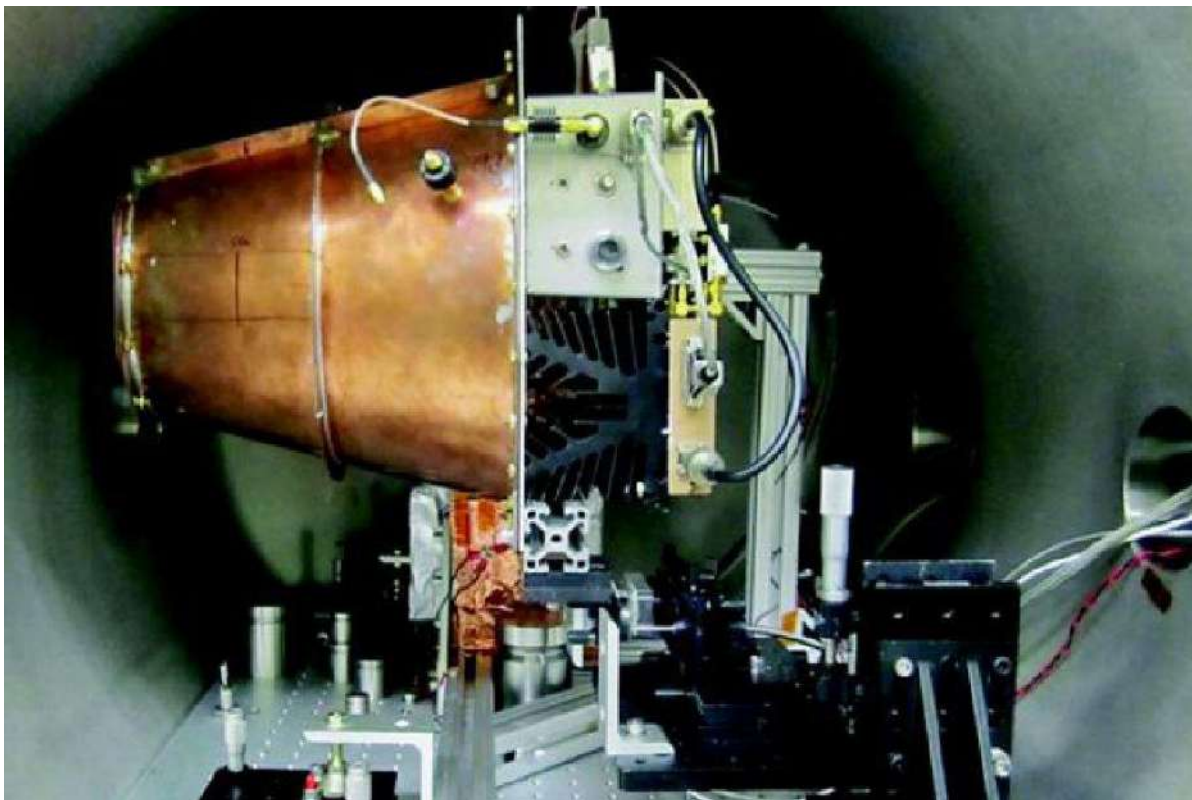


Fig.195 – Un EM Drive construit par la NASA, installé sur un banc de mesure du Laboratoire Eagle Works.

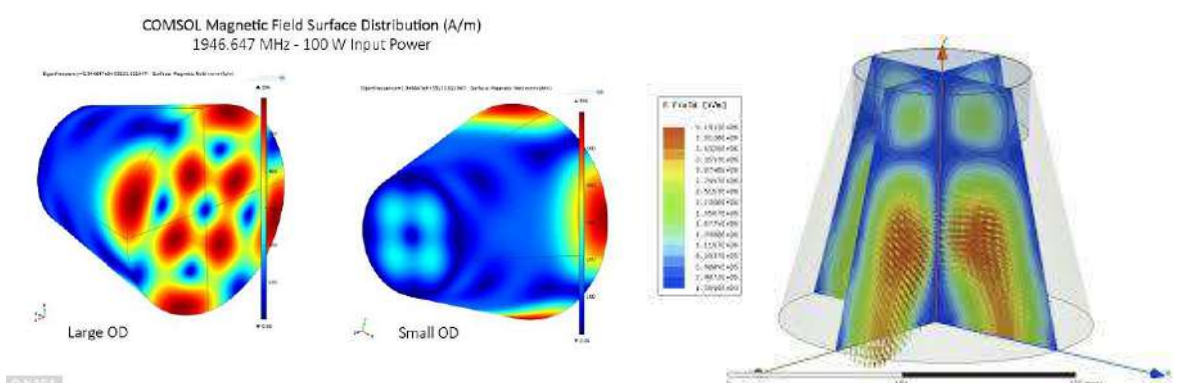
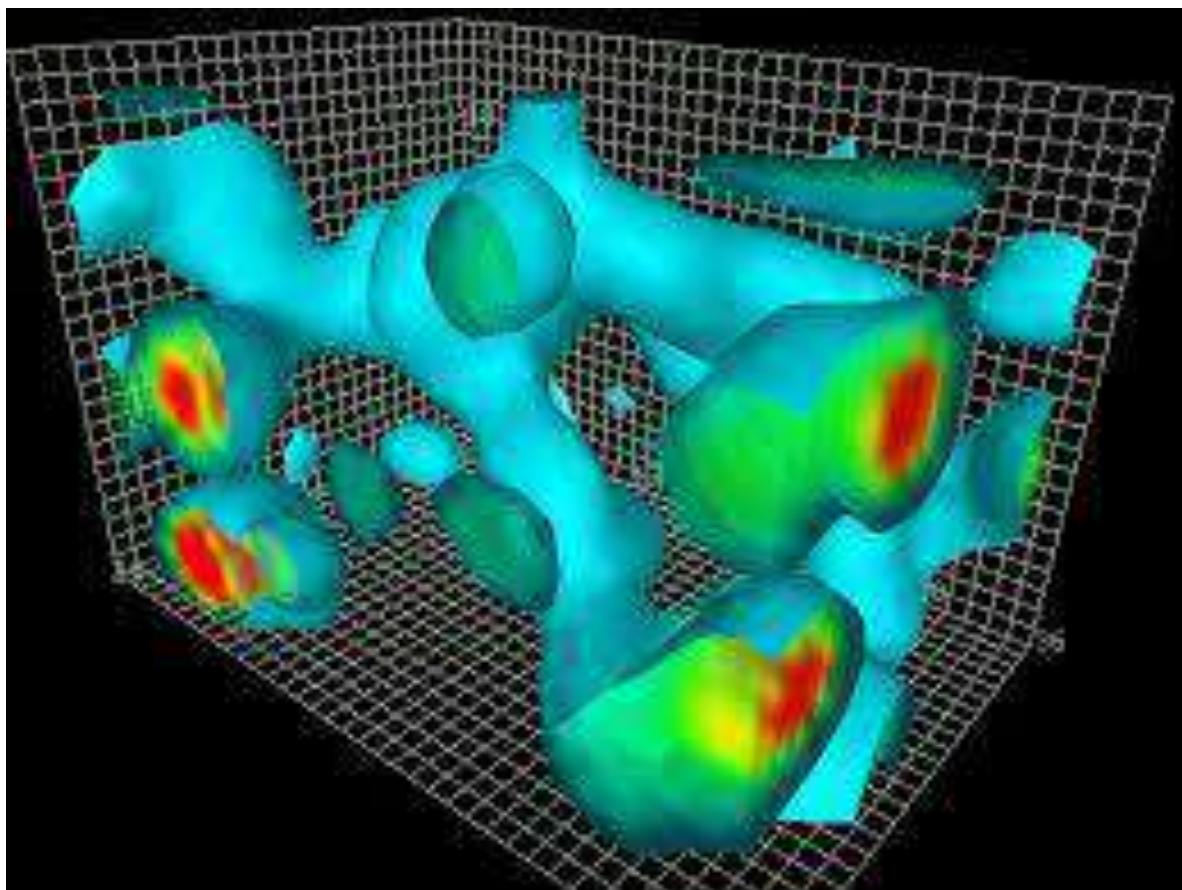


Fig.196 – En haut, simulation du vide quantique et en bas, simulation du plasma généré à l'intérieur de l'EM Drive de la NASA.

Le Dr Harold White a demandé à ses chercheurs de faire une simulation informatique du vide quantique (par simulation d'un plasma analogue), et a demandé à son équipe de traiter l'espace qui se trouve dans la cavité de l'EM Drive comme un analogue du vide quantique. Son analogue est un plasma d'électrons et de positrons « secoué » de mouvements aléatoires. Les simulations effectuées sont représentatives des suppositions théoriques, et l'équipe constate que L'EM Drive produit une force propulsive comparable à l'Aw Drive (engin à cavité de résonance acoustique, qui se déplace sur l'eau). Et donc la NASA conclut que l'EM Drive devrait marcher dans l'espace.

Mais ce n'est pas là le but de White, car il sait probablement déjà que l'EM marche dans l'espace puisque les chinois ont expérimenté leur propre version de l'EM Drive sur la station

spatiale Tian Gong, et que l'USAF en a fait de même, en secret, sur la navette spatiale X-37B.

Le but de Harold White, beaucoup plus ambitieux, est de concevoir un dispositif capable de « manipuler » l'espace-temps pour propulser un engin, doté d'un équipage, à une vitesse dépassant de loin celle de la lumière.

Dépasser de combien ? White ne connaît pas la limite haute, mais il sait déjà avec certitude **qu'une vitesse de trente millions de milliards de fois (30.000.000.000.000 fois) la vitesse de la lumière est forcément possible** (vitesse de la lumière est d'environ 300.000 km/s), puisque la Nature l'a déjà réalisé lors de la phase « d'inflation » de l'univers. Dans un premier temps, il pense qu'une vitesse de 90 à 1.032 fois la vitesse de la lumière est plausible et à portée de technologies envisagées.

Cela implique qu'il faut comprendre clairement de quoi est faite la structure de l'espace-temps, et la nature du contenu du vide quantique qui emplit cet espace-temps. L'espace interstellaire n'est pas vide mais rempli de radiations (ou d'ondes si l'on veut) de toutes sortes et d'énergies diverses. La dualité ondes-particules nous permet de dire aussi que l'espace est rempli de particules, de champs de forces de types variés, qui inter-réagissent.

Pour Harold, l'EM Drive est un dispositif qui convertit la pression de radiation des micro-ondes en déplacement, sans requérir à un carburant et sans poussée identifiable.

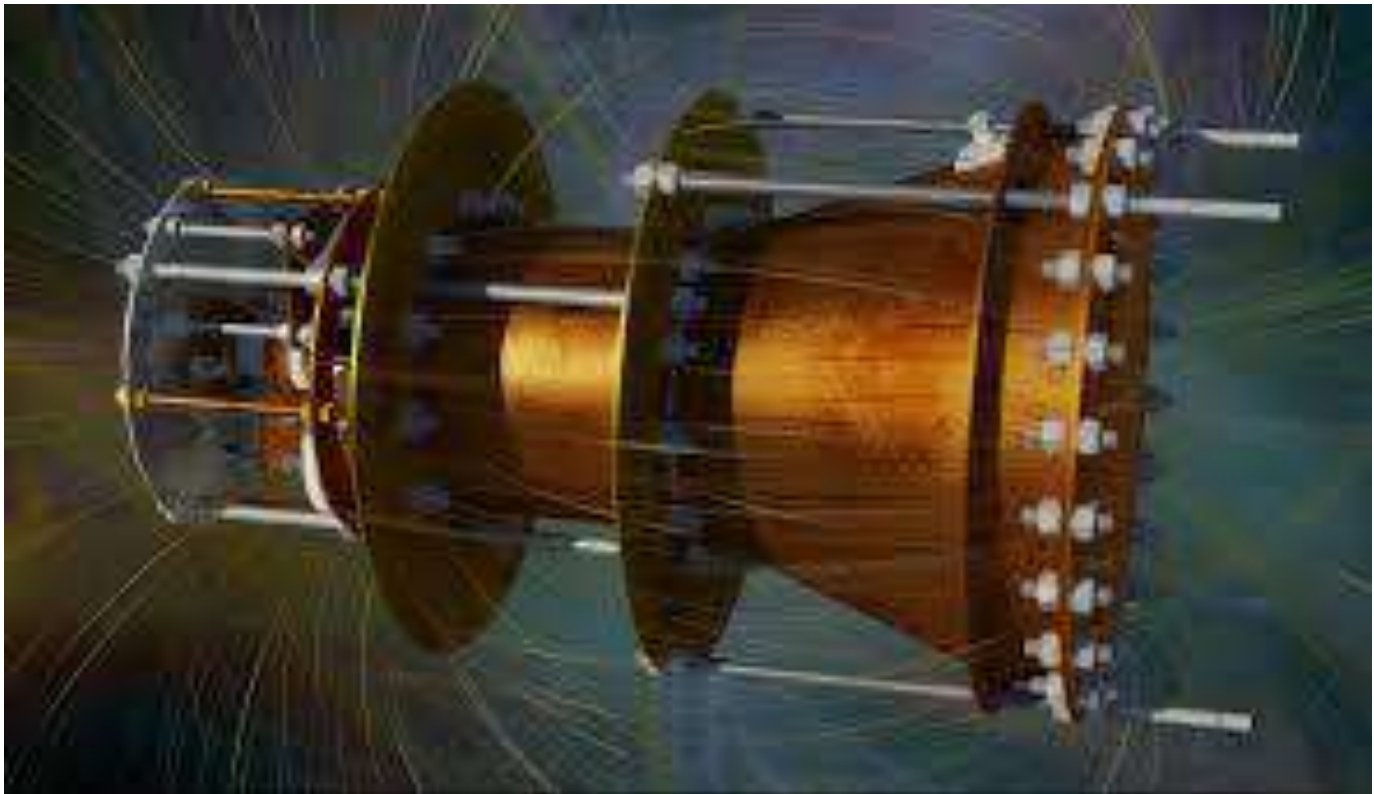
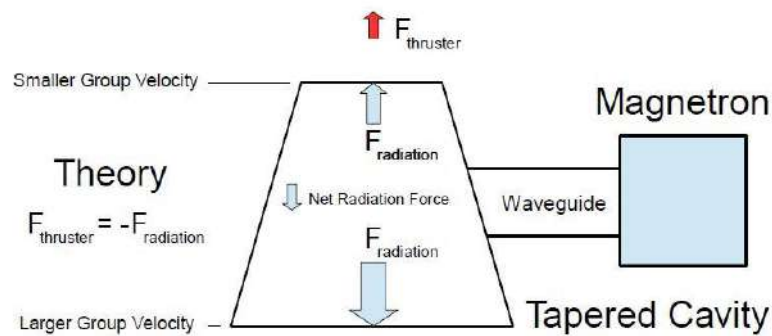


Fig.197 – Un propulseur EM Drive, sans ses générateurs de puissance. L'hypothèse du Dr White, c'est que ce propulseur « marche » en s'appuyant sur le vide de l'espace. Mais comment peut-on s'appuyer sur un vide spatial ? C'est ce que la NASA cherche à découvrir.



**Principe :** l'EM est un dispositif constitué d'une cavité creuse de forme conique fermée par 2 parois opposées parallèles (un tronc conique creux ou fostrum). Un magnétron envoie au travers d'un guide d'onde des micro-ondes à l'intérieur de la cavité du tronc conique. Les parois coniques forcent les micro-ondes à entrer en résonance et à faire des aller-retours entre les parois parallèles opposées, construisant une poussée (sans éjection d'aucune matière hors du tronc) dans la direction de la grande paroi vers l'extérieur, et donc poussant l'EM Drive dans la direction opposée, c'est-à-dire dans la direction de la grande paroi vers la petite paroi.



### Explications : de Roger Shawyer

D'après son inventeur britannique Roger Shawyer, qui est ingénieur électricien, le principe de fonctionnement de l'EM Drive est tout à fait conforme à la physique classique.

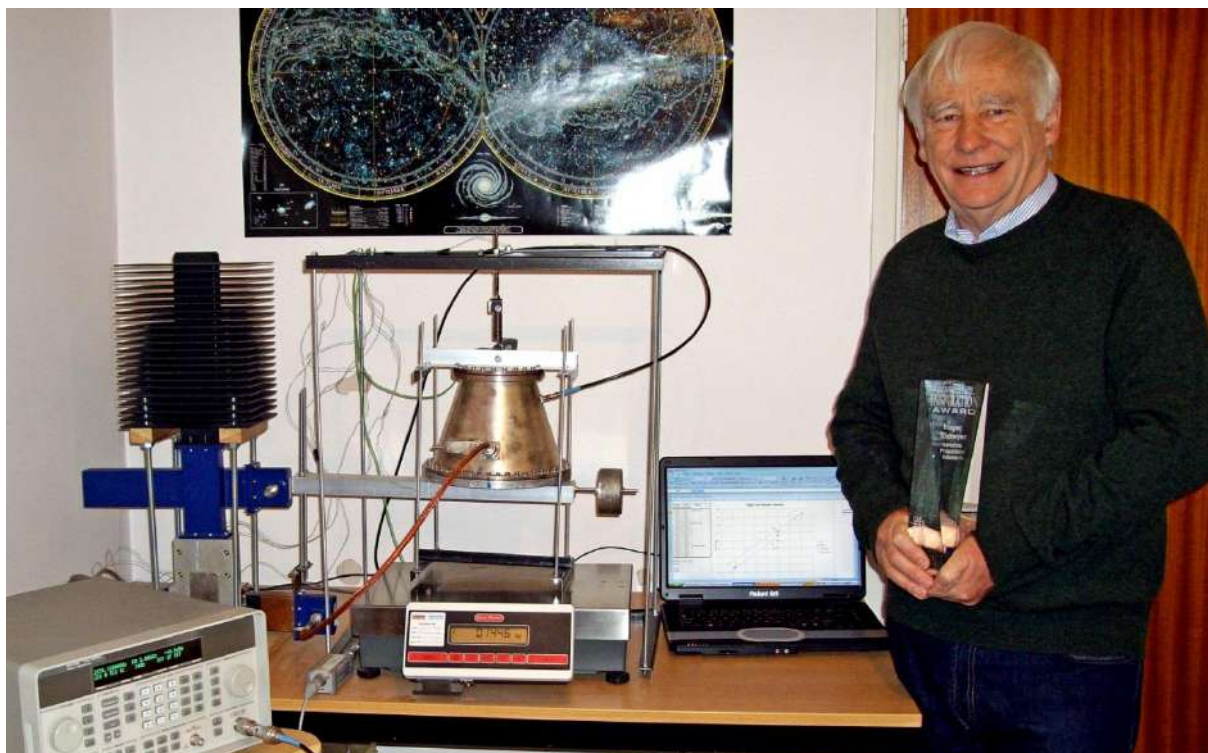


Fig.198 – Roger Shawyer, inventeur de l'EM Drive. Il l'a inventé, mais n'a pas su l'expliquer.

Pour Shawyer, l'EM Drive est une machine électromagnétique. Les ondes électromagnétiques transportent une quantité de mouvement.



Quand les ondes sont réfléchies par une surface par exemple, elles transfèrent leur quantité de mouvement à la surface, produisant une force appelée « pression de radiation ». Cette force  $F = 2P/C$ ,  $P$  étant la puissance et  $C$  la vitesse de la lumière, est par exemple utilisée pour assister la rotation et la translation des satellites, via les taps (ailerons ou ailettes) fixés sur leurs panneaux solaires.

Un magnétron est un dispositif qui génère des ondes électromagnétiques. Dans un four à micro-ondes, on trouve un magnétron qui génère les micro-ondes permettant de cuire les aliments.

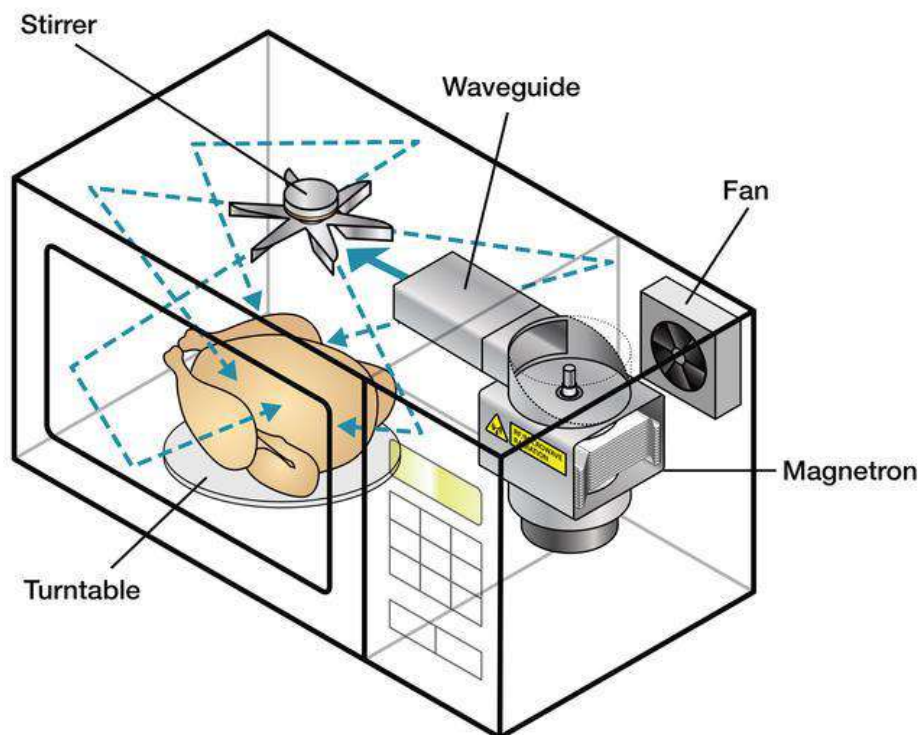
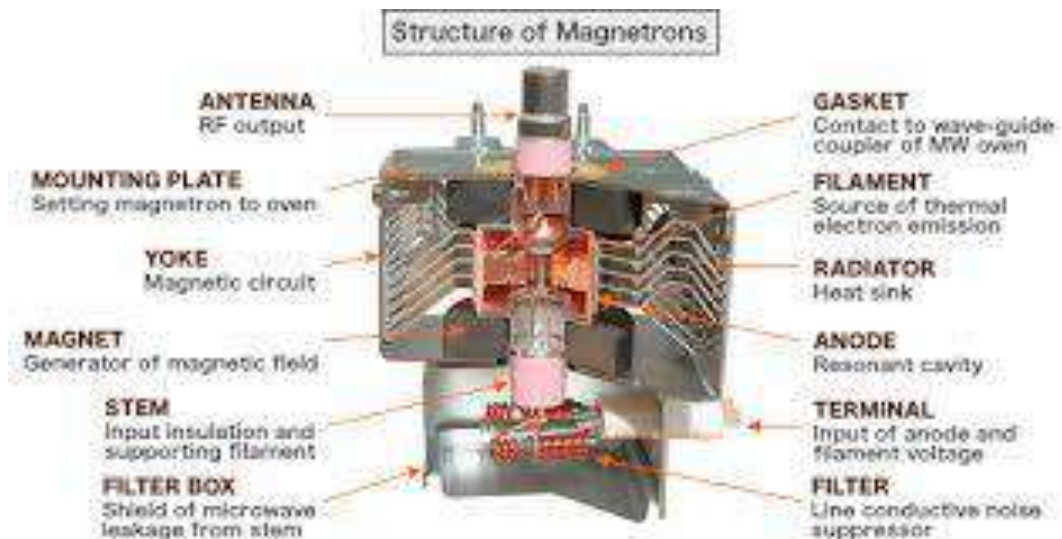


Fig.199 – Vous allez rire : un des dispositifs indispensables au vol du Big HAUC se trouve dans votre four à micro-ondes : le magnétron. C'est lui qui chauffe l'eau et cuit votre rôti.

Donc, à l'intérieur de la cavité de résonance, de multiples réflexions d'ondes progressives EM (électromagnétiques) se produisent sur les faces opposées de la cavité. Le nombre de réflexions augmente avec la manière dont la cavité est conçue, désignée « facteur Q ». Rappelons que les accélérateurs de particules qui fonctionnent avec une cavité supraconductrice génèrent un « high Q », conduisant à un dimensionnement plus important de leurs murs et de la longueur de la cavité. L'onde et la cavité forment un système ouvert, permettant la transmission de la quantité de mouvement entre l'onde et la cavité. L'accélération de la cavité n'a pas besoin de référence externe. A l'intérieur de la cavité, la vitesse de l'énergie, sa transformation en quantité de mouvement, l'information portée, sont appelés « vitesse de groupe  $V_g$  ».

$V_g$  décroît si le diamètre de la cavité décroît, jusqu'à zéro si la paroi de la cavité décroît au « cut off diameter » (longueur du diamètre inférieure à la longueur d'onde).

$V_g$  décroît aussi si la propagation rencontre un matériau non conducteur (diélectrique ou isolant), ce qui réduit la poussée.

Prenons deux conduits, un large dans lequel circule  $V_{g1}$ , un autre étroit dans lequel circule  $V_{g2}$ . On a :

$$V_{g1} > V_{g2}$$

Si  $V_{g1}$  = vitesse de la lumière  $C$  (sur la face large) et  $V_{g2}$  = zéro (face petite), alors  $F_1 > F_2$ , d'où

$$\text{Poussée } T = F_1 - F_2$$

Pour Shawyer, l'équation de la propulsion de l'EM Drive est dérivée de 2 célèbres équations :

1\* - Equation de Newton  $F = m.a$  dans lequel la Force est en Newton, la masse en kg, l'accélération en  $m/s^2$

2\* - Equation d'Einstein  $E = mc^2$  dans lequel  $E$  est en joules,  $m$  en kg,  $C$  au carré en  $m/s$

En substituant 2\* dans 1\*, on a  $F = Ea/C^2$  (3\*)

Comme  $E = Pt$  et  $a = V/t$  avec  $P$  = puissance ;  $t$  temps en seconde,  $V$  en  $m/s$

Substituant en (3\*)  $F = Pv/C^2$ , pour une onde réfléchiée sur le fond de la cavité on a :

$F_1 = 2PV_{g1}/C^2 = 2P/C \times V_{g1}/C$  dans lequel  $F_1$  est la force exercée sur le fond 1 en newton,  $F_2$  est la force exercée sur le fond 2 en newton,  $Q$  est le « cavity factor » dépendant du design de la cavité,  $D_f$  le facteur de design des 2 fonds de la cavité. D'après les mesures expérimentales de la NASA, de la société Cannae Drive et de 3 universités,  $D_f$  est approximativement égal à 0,6 actuellement.

$$\text{Alors } T (\text{thrust ou poussée}) = 2 PQ D_f/C$$

Une cavité avec des fonds ronds maximise les forces s'exerçant sur les fonds, tandis que les forces s'exerçant sur les parois coniques sont à zéro.

## Tapered Cavity

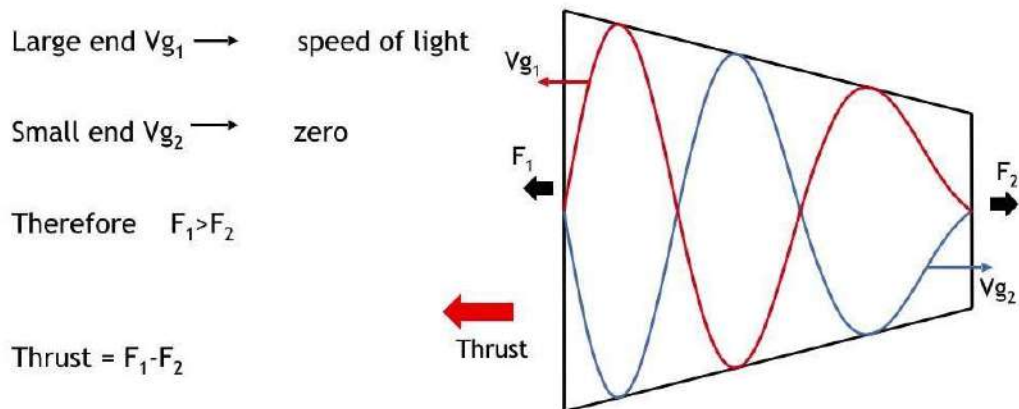


Fig.200 - D'après la 3<sup>ème</sup> loi de Newton (dans un espace vide, la poussée exerce une accélération de direction opposée), la quantité de mouvement nette des ondes réfléchissantes à l'intérieur de la cavité s'exerce sur le grand fond, engendrant une poussée. En retour, ceci engendre une quantité de mouvement de la cavité qui pousse le petit fond vers son avant extérieur, et donc l'accélération du petit fond se fait vers l'avant extérieur.

La quantité de mouvement perdue par l'onde est contre balancée par la quantité de mouvement gagnée par la cavité, et donc la **quantité de mouvement du système est conservée**. Lorsque la cavité de l'EM Drive reçoit de l'énergie sous-forme de micro-ondes, cette énergie  $Q$  est stockée momentanément dans cette cavité de résonance selon la formule  $Q$  énergie  $\times$  énergie perdue par cycle qui se décompose en énergie cinétique et énergie thermique perdue par la cavité. Si l'énergie stockée décroît,  $Q$  décroît et la poussée décroît. S'il y a un appoint continu en énergie, l'énergie est convertie en chaleur perdue en continu, et en poussée en continu. Il y a donc **conservation de l'énergie**.

Cependant, la plupart des scientifiques sont sceptiques et certains ne croient pas du tout à ces explications car l'EM Drive n'éjecte *aucune* substance matérielle.

On ne voit pas où se trouve « la réaction de la masse », nécessaire au mouvement par réaction, puisqu'il n'y a pas de « masse éjectée ».

La poussée de l'EM Drive serait un effet de la pression de radiation, les micro-ondes auraient exercé une pression sur les parois de l'EM Drive et généré une poussée. Mais **l'hypothèse de la pression de radiation est si farfelue car elle revient à affirmer qu'il est possible de faire rouler et accélérer une voiture en poussant le pare-brise à deux mains depuis le siège conducteur.**

Est-ce que les micro-ondes sont susceptibles de produire une poussée à l'intérieur de la cavité ? La réponse est non, d'après le professeur Woodward. La conservation de la quantité de mouvement implique que tout système électromagnétique isolé est incapable de produire une poussée.

**Cela est vrai à la fois en mécanique quantique et en électrodynamique classique. C'est physiquement impossible.**

**Explications :** du professeur James Woodward, Université de Fullerton, Californie, USA.

La cavité de micro-ondes à résonnance asymétrique se comporte comme un condensateur dans lequel :

1. Les courants de surface se propagent à l'intérieur de la cavité sur les parois situées entre les deux plaques parallèles
2. Les modes de résonances électromagnétiques créent des charges électriques sur les deux plaques
3. Un effet Mach est déclenché par les forces de Lorentz à partir des courants de surface sur les parois coniques
4. Une force de poussée se développe dans la cavité radiofréquence (RF), due à la variation de la densité électromagnétique des ondes évanescentes situées à l'intérieur des parois de la cuve. Quand un polymère est placé asymétriquement dans la cavité, ses propriétés diélectriques résultent en une plus forte asymétrie, baissant le Q factor (facteur de qualité de la construction du EM drive).

L'accélération de la cavité de micro-ondes à résonnance asymétrique est fonction de tous les facteurs cités ci-dessus, et on peut faire une modélisation pour expliquer cette accélération, avec ou sans diélectrique.

**Explications :** du Docteur Culloch, Angleterre.

Le Docteur Mike Mc. Culloch, de la Plymouth University (Grande-Bretagne), a donné une explication étonnante de l'EM Drive avec sa fameuse MiHsC Theory, ou théorie de la Modification de l'inertie par un effet Casimir à l'échelle de Hubble car MiHsC signifie Modification of inertia by Hubble Scale Casimir effect.

L'explication du mouvement de l'EM Drive est basée sur l'effet Mach, l'horizon de Hubble (autrement dit Horizon de Rindler ou Horizon de Schwarzschild ou Horizon de Hawking d'un trou noir), et les radiations de Unruh responsables de l'inertie de la masse.

L'Effet Unruh : Par rapport à un observateur fixe, un observateur en accélération va voir des émissions de radiation du corps noir. L'Univers n'est pas une référence inertielle fixe, parce que l'espace-temps est courbe et soumis aux influences gravitationnelles des masses de l'Univers, alors qu'une référence inertielle exige une même vitesse dans les trois directions de la référence (qui sont droites).

En gros, de même que l'astrophysicien Hubble nous enseigne que notre horizon cosmologique (13,8 milliards d'années-lumière) est inférieure à la profondeur réelle de cet horizon (45 milliards d'années) à cause de l'accélération de la dilatation de l'univers, provoquant une impossible observation des galaxies dont cette dilatation ne permet pas à leur lumière d'avoir le temps (malgré leur vitesse de  $3 \times 10^8$  m/s) d'arriver jusqu'à nous, l'accélération de la dilatation de notre univers est aussi la cause d'un décalage d'accélération qui est à la source du mouvement de l'EM Drive. L'inertie, d'après le principe de Mach est causée par l'interaction gravitationnelle avec le reste de l'univers, et donc nous pouvons



modifier la masse inertielle (pas la masse gravitationnelle) par des moyens mécaniques ou électriques.

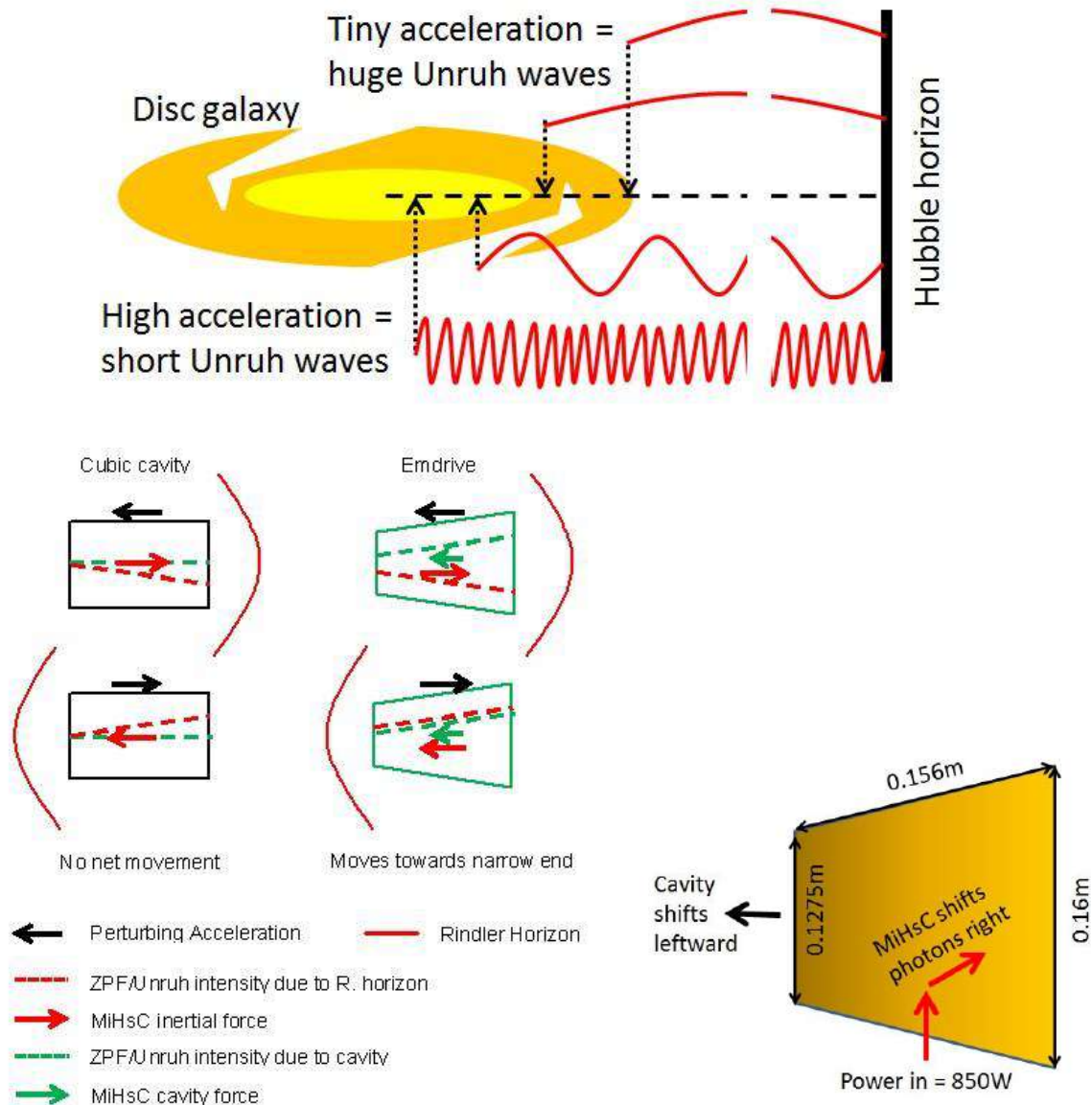


Fig.201 - D'après Culloch, les deux fonds de l'EM Drive agissent comme un « horizon de Schwarzschild » sur les « Unruh radiations » créées à l'intérieur de la cavité. La longueur d'onde de ces radiations de Unruh est normalement supérieure à une année-lumière, mais à l'intérieur de l'EM, elles sont comprimées à la longueur de sa cavité.

Il y a plus de Unruh radiations qui frappent l'EM sur le grand fond, et peu de Unruh radiations qui frappent sur le petit fond, d'où un différentiel en pression de radiation. Quand une masse accélère, elle est soumise à une pression de radiation d'Unruh qui correspond à l'inertie de cette masse. Les micro-ondes en résonance avec le vide de la cavité produisent une pression de radiation d'Unruh égale à la masse si les fonds étaient identiques. Comme ils ne le sont pas, il se produit une différence de pression, donc un différentiel d'accélération de l'EM qui modifie son inertie, d'où son mouvement, qui s'effectue sans *aucune violation de la conservation de la quantité de mouvement*. Il reste cependant à identifier « de quelle nouvelle force il s'agit » et personne n'a la réponse !

### **Explications** : de l'Université d'Helsinki, Finlande.

Les Docteurs Patrick Gralm, Arto Annala, Erkki Kolehmainen expliquent que l'EM Drive convertit son énergie et l'expulse à l'extérieur comme tout propulseur classique, mais les photons expulsés échappent à la détection expérimentale c'est pour cela qu'on croit qu'il n'y a pas de masse éjectée.

D'après eux, la théorie des photons appariés (the Paired Photon Theory) indique que le contenu de l'espace est en majorité constitué de photons. La résonance des micro-ondes fait entrer en phase et en déphase les ondes électromagnétiques qui s'autodétruisent, ne laissant que des photons qui ne rebondissent pas sur le fond mais qui quittent la cavité.

Il y a donc **conservation de la quantité de mouvement**, bien que les photons n'aient pas été détectés.

Il reste cependant un problème : cette explication viole la 2<sup>ème</sup> loi de Newton, qui donne l'équation :

$Q = MV = mv$  a dans laquelle  $Q$  est la quantité de mouvement,  $M$  et  $V$  la masse et la vitesse de l'objet déplacé par réaction de la masse,  $m$  étant la masse de la réaction éjectée et  $v$  la vitesse de la masse éjectée.

*Comment, les photons, qui sont des particules sans masse, puissent produire une quantité de mouvement ?*

*Il semblerait que les photons, bien que sans masse, portent une quantité de mouvement !*

### **Explications** : du Q Thruster par le Dr. John Brandenburg d'après la théorie GEMS (Gravity Electro-Magnetism Super Unified Theory)

Le Dr. John Brandenburg, au cours du Congrès « Advanced Propulsion Workshop » du 3 Novembre 2017 organisé par le Space Studies Institute, a donné son point de vue sur le mode de propulsion du Q Thruster de Eagle Works.

D'après lui, il faut faire l'effort d'aller aux frontières de la physique pour comprendre le mode de propulsion du Q Thruster, dont le mouvement n'est autre qu'un transfert de quantité de mouvement entre le champ créé par l'EM Thruster et l'espace-temps.

Tout le monde sait que tous les systèmes de propulsions connus impliquent un échange de quantité de mouvement avec la réaction de la masse : dans le cas d'une fusée, c'est la réaction de la masse du propulsif éjecté qui est à l'origine du mouvement de la fusée.

Dans le cas d'un sous-marin, c'est la réaction de la masse du liquide déplacé (masse du médium dans lequel se déplace le sous-marin) qui est à l'origine de son mouvement.

Un réflecteur parabolique renvoi des ondes lumineuses ou électromagnétiques. On peut dire qu'il rayonne des ondes électromagnétiques dont la poussée par unité de puissance est très faible, de l'ordre de  $6,7 \mu\text{N/kW}$ .

Le Q Thruster de Eagle Works **n'émet pas de rayonnement et il y a une poussée**. La NASA suggère qu'il y a un échange de quantité de mouvement avec le vide quantique lui-même. **Comment est-ce possible ?**

D'emblée, il existe quelques ambiguïtés qu'il faut éclaircir :

- La mécanique quantique théorise que le vide quantique est un milieu capable d'échanger de la quantité de mouvement, mais cet échange peut-il se faire avec un astronef du genre Big HAUC ? Personne n'a la preuve.
- Heisenberg prédit que le vide quantique est un plasma virtuel rempli d'un champ d'ondes électromagnétiques appelé ZPF (Fluctuations du Point Zéro) et de paires de particules et d'antiparticules, tout cela à l'échelle de la longueur d'onde de Planck.

L'existence du ZPF peut être vue directement dans les forces de Casimir qui attirent deux plaques de métal posées très proches l'une de l'autre. Ce sont les fluctuations du vide quantique qui poussent de l'extérieur vers l'intérieur, et qui tirent les côtés internes, pour attirer les plaques entre elles. Le ZPF et le champ virtuel de plasma existent, cependant il y a des contradictions avec la théorie de l'invariance de la Relativité Générale qui dit que le vide quantique ne peut échanger de la quantité de mouvement avec les particules du champ d'onde, c'est-à-dire avec de la matière. Et donc pousser sur du vide ou pousser contre le vide est impossible.

- L'électrodynamique quantique n'est pas connectée (reliée) à la masse, néanmoins le vide quantique « accéléré » peut avoir des effets physiques, comme l'a démontré Stephen Hawking (décédé le 14 mars 2018) dans l'évaporation des trous noirs.
- L'espace-temps est « sans masse », mais sa géométrie est ancrée dans la théorie de la Relativité Générale à travers le « Principe de Mach » (ou l'Effet Mach) sur les masses environnantes et lointaines. Une « réaction de la masse » peut donc être connectée au milieu du vide spatial, et donc à l'espace-temps telle que défini par la Théorie de la Relativité Générale.

Quelques exemples concrets : dans l'espace, les électrons et les positrons s'orbitent autour d'un centre commun de masse. Les étoiles paires, ou étoiles doubles, s'orbitent aussi autour d'un centre commun de masse qui pourrait être un trou noir.

**La question qui se pose : en Théorie GEMS, qu'est-ce qui est requis pour que « pousser contre le vide » soit possible ?**

Pour que le Q Thruster marche (et il marche !), l'espace-temps doit être électromagnétique et donc par conséquent **nous devons être capable de modifier l'espace-temps avec de l'électromagnétisme pour échanger la quantité de mouvement qui est ancrée dans sa structure.**

Par quel canal ? Les particules suivent **les géodésiques de l'espace-temps et vont là où se trouvent les flux de quantité de mouvement.** La force de gravité de la masse affecte la géométrie. La charge de la force de Lorentz affecte les champs. Les effets de ces deux forces modifient les flux de quantité de mouvement entre les particules et des particules elles-mêmes, et donc les systèmes liés entre la gravité et l'électromagnétisme « conservent » de la même manière leur quantité de mouvement.

A l'échelle de Planck du Point d'Energie Zéro (ZPE), les paires de particules et d'antiparticules sont des trous noirs de la masse de Planck ( $2,17 \times 10^{-8}$  kg) et de la

longueur de Planck ( $1,61 \times 10^{-35}$  m). L'espace-temps à l'échelle de Planck est une mousse chargée qui est elle aussi à l'échelle de Planck.

La gravité est équivalente à un ensemble de dérives (décalages) d'ondes créés par les fluctuations quantiques du point zéro (ZPF zéro point fluctuation).

Cette théorie GEMS est la combinaison du concept ZPF de Sakharov (1968. Il a obtenu le Prix Nobel en 1975) et du concept de la 5<sup>ème</sup> dimension de Kaluza Klein (1926) selon lesquels la gravité, les forces électromagnétiques, les protons et les électrons se sont séparés du vide quantique à l'échelle de Planck pour lui donner l'apparence d'une dimension.

La théorie a abouti à l'équation de vide de Bernoulli modifiant la gravité par la force électromagnétique et à une formulation précise de la constante de Newton  $G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\text{kg}^{-2}$ .

Sakharov a proposé la gravité comme étant une pression de rayonnement produite par les variations du vide quantique.

Les décalages d'ondes créés par les ZPF, affectent toutes les particules quelques soient leurs masses et leurs charges, et satisfont aussi au principe d'équivalence avec les champs de force de la gravité.

La théorie de la gravité à l'échelle de Planck indique qu'on trouve au point zéro :

- Le proton (de l'hydrogène) ou du moins sa masse
- L'électron (de l'hydrogène)
- Les champs électromagnétiques (fluctuations de particules)
- Le champ de gravité à l'échelle de Planck
- Le tout combiné dans un plasma ZPF de dimension 5.

**Interprétation GEM du Q Thruster** : le Q thruster est, en gros, une cavité fermée de forme tronconique reliée à un guide d'onde lui-même relié à un magnétron.

Quand le magnétron est sous tension, la grande surface ronde du cône crée une poussée vers l'extérieur. Cette poussée est la réaction à une force qui s'est développée de la petite surface ronde du cône vers l'extérieur. A l'intérieur de la cavité, les fluctuations électromagnétiques rebondissent sur les parois, s'interfèrent et accumulent de l'énergie sur les surfaces rondes du cône, avec plus d'énergie sur la grande surface et moins d'énergie sur la petite surface. Cette accumulation d'énergie perturbent les lignes de force du champ de gravité.



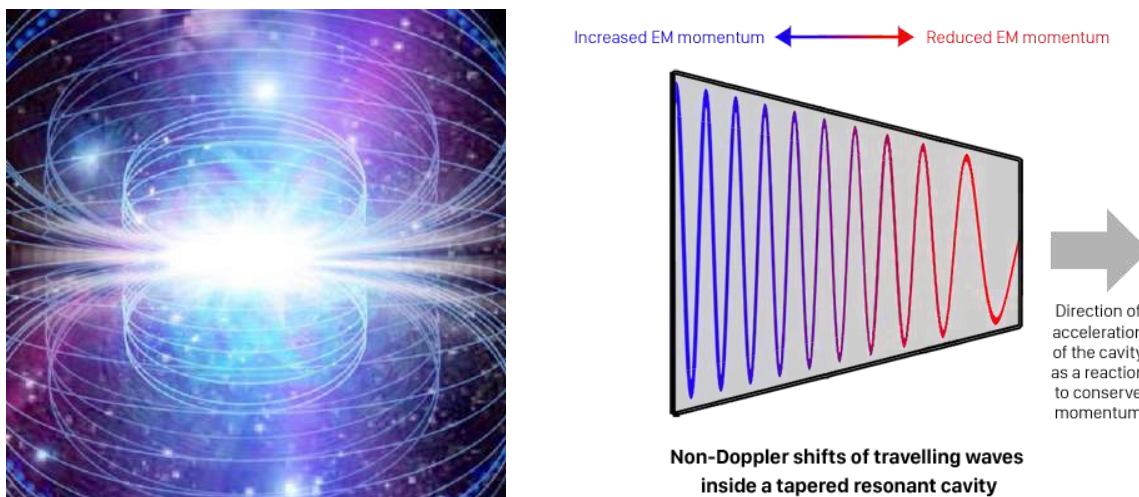


Fig.202 – Imaginons la superposition de l'image de droite, qui représente un Q thruster, au centre de l'image de gauche (là où se trouve la zone blanche). Mettons en marche le Q Thruster : la résonance des ondes à l'intérieur de la cavité (représentée par les fluctuations bleues et rouges) va affecter les ondes gravitationnelles locales et va les orienter dans le sens figuré par les lignes blanches. Ainsi, sur la moitié supérieure du dessin, les lignes de force du champ de gravité local partent du centre vers la gauche, remontent en haut en allant de la gauche vers la droite, puis redescendent du haut vers le bas de droite à gauche pour rejoindre le centre. Sur la moitié inférieure du dessin, c'est exactement l'inverse : les lignes de force de gravité partent du centre vers la gauche et descendent de la gauche vers la droite, puis remontent de la droite vers la gauche pour rejoindre le centre.

Le Q Thruster, en fonctionnant perturbe les champs de gravité et modifie l'espace-temps avec des champs électromagnétiques, transfère la quantité de mouvement aux masses proches et lointaines selon la Super théorie Unifiée GEM dont le résultat est une poussée qui apparaît de la grande surface du cône vers l'extérieur (qu'on peut représenter mentalement sur le dessin par un vecteur partant de la grande base du cône de la droite vers la gauche) ce qui engendre, par réaction à la poussée, un mouvement (accélération) du Q Thruster de la petite surface vers l'extérieur, représenté par une flèche vers la droite sur le dessin.

Des forces opposées pourront être détectées dans les environs immédiats du Q Thruster pendant leur mise en marche, indiquant un transfert de quantité de mouvement aux autres masses de l'univers.

Brandenburg et Kline ont refait en 2017 l'expérience de Hayasaka et Yamashita. Ils ont trouvé que la perte de poids persiste même quand on enlève les rotors en métal, par contre la perte de poids augmente selon la puissance 4 du voltage. Cet effet est dû à l'effet Bernoulli revu par la théorie GEM, qui démontre que la modification de la gravité par l'électromagnétisme est possible. L'énergie électromagnétique provoque des interférences destructives avec le ZPF causant l'affaiblissement de la gravité locale.

### Explications : de Liquid Gravity (Nouvelle-Zélande)

Liquid Gravity a conçu un EM Drive qui se base sur des fondamentaux physiques passés pour produire encore plus de poussée.

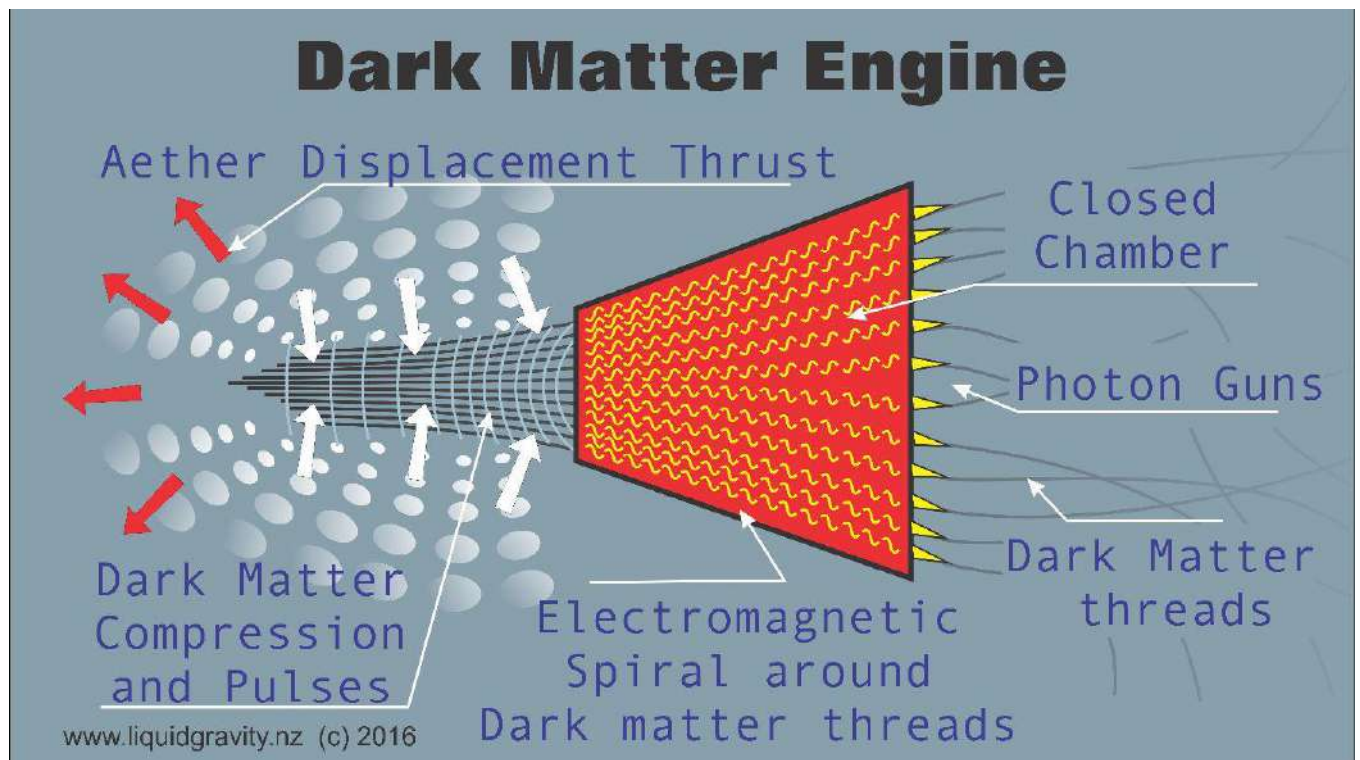


Fig.203 – Concept d'EM Drive de Liquid Gravity. Trop audacieux pour être crédible.

Selon LGV, il y a deux types d'éther dans notre univers. Un éther fait de cordes compressées, et un éther fait de bulles non compressées. Les deux types d'éther volent librement à travers les atomes, et c'est l'interaction de ces deux éthers qui permet à l'EM de la NASA de fonctionner.

Les minuscules cordes d'éther liquide fortement compressé s'échappent et retournent à l'univers après avoir été compressé par la matière.

Ces cordes sont comme des filets d'eau qui coulent paresseusement jusqu'à ce qu'elles soient capturées par les forces électromagnétiques qui leur dictent la direction à suivre.

Les électrons, les champs magnétiques et les photons de lumière chevauchent ces cordes qui les transportent dans la direction où ils vont. Nous voyons ce phénomène naturel dans la nature quand la foudre cherche un chemin vers un arbre élancé ou un paratonnerre, mais à l'échelle du micro-magnétisme, les forces cherchent les conducteurs du circuit subatomique.

Ces cordes d'éther compressé, la science les comprend comme « matière noire », qui transporte l'énergie compressée de la gravité vers l'espace externe (ou outre espace) où elle décompresse et expulse davantage notre univers.

Ainsi nous voyons avec l'EM Drive de la NASA que les forces électromagnétiques capturent les cordes d'énergie noire et les rayonnent autour d'une chambre en expulsant davantage

d'un côté que de l'autre. Le concept est illustré en Fig.203, qui focalise l'énergie de la poussée vers la compression des cordes de matière noire pour former un jet.

La matière noire, ou corde d'éther, ne produit aucune poussée parce qu'elle peut voler dans la direction opposée à la poussée, plutôt que dans le sens celle-ci, d'où le processus des cordes comprimées ensemble qui essore l'éther non comprimé pour l'éjecter vers l'outre espace. C'est ce phénomène que nous interprétons comme une force de gravité.

Le déplacement de l'éther non comprimé produit une poussée, de la même manière que l'éther liquide produit la force gravitationnelle sur Terre.

Le même procédé peut aisément être adapté pour produire des enceintes de gravité artificielle pour astronautes ou des véhicules anti-gravité sur Terre.

La gravité liquide va-t-elle permettre de nouveaux modes de voyage ? ouvrir de nouveaux horizons ?

Tout ceci semble être un gros canular, car on ne voit pas ce qu'est ce fameux super fluide ... encore une pseudo-invention à jeter directement dans la poubelle de l'histoire !

Bon, revenons aux choses sérieuses.

Comment le Q-thruster de la NASA va-t-il révolutionner le voyage spatial ? En extrapolant les performances obtenues jusqu'à présent en laboratoire, on peut prévoir de délivrer une charge utile de 50 mT sur l'orbite Jovienne en 35 jours avec une puissance de 2 MW (la force spécifique du propulseur est basée sur les expériences du labo, la masse du propulseur Q-thruster serait de 20 mT (10 kg/kW), et un système de puissance associé serait de 20 mT (10 kg/kW).

La performance du Q-thruster permet l'emport d'une technologie de réacteur nucléaire qui ne requiert pas de conversion MHD (magnétohydrodynamique) ou d'autres schémas compliqués pour accomplir une performance de masse spécifique à une valeur habituellement exigée pour des systèmes de propulsions électriques destinés aux explorations externes au système solaire. En 70 jours, l'engin spatial va atteindre l'orbite de Saturne. La Fig.210 illustre les possibilités de performance de ce système de propulsion pour transformer les voyages interplanétaires.

Le principe clé pour comprendre un entraînement par induction est la force de Lorentz. Nous sommes intéressés par la création d'un puissant champ électromagnétique à l'intérieur du véhicule, et aussi au fait que les composants électromagnétiques doivent également posséder une orientation spatiale spécifique.

La force de Lorentz est définie comme suit: *"Tout champ électrique dans l'espace aura un champ magnétique associé orienté à 90 degrés. Cet agencement de champs électriques et magnétiques perpendiculaires produira une force qui elle-même est à 90 degrés par rapport au champ électrique et magnétique.* C'est la règle que tout physicien ou électricien connaît. Cette force existe pour *chaque* champ électromagnétique dans l'Univers entier. Par exemple : La direction prédite de cette force pour les champs électromagnétiques d'un photon de lumière, est commodément dans la direction de propagation.

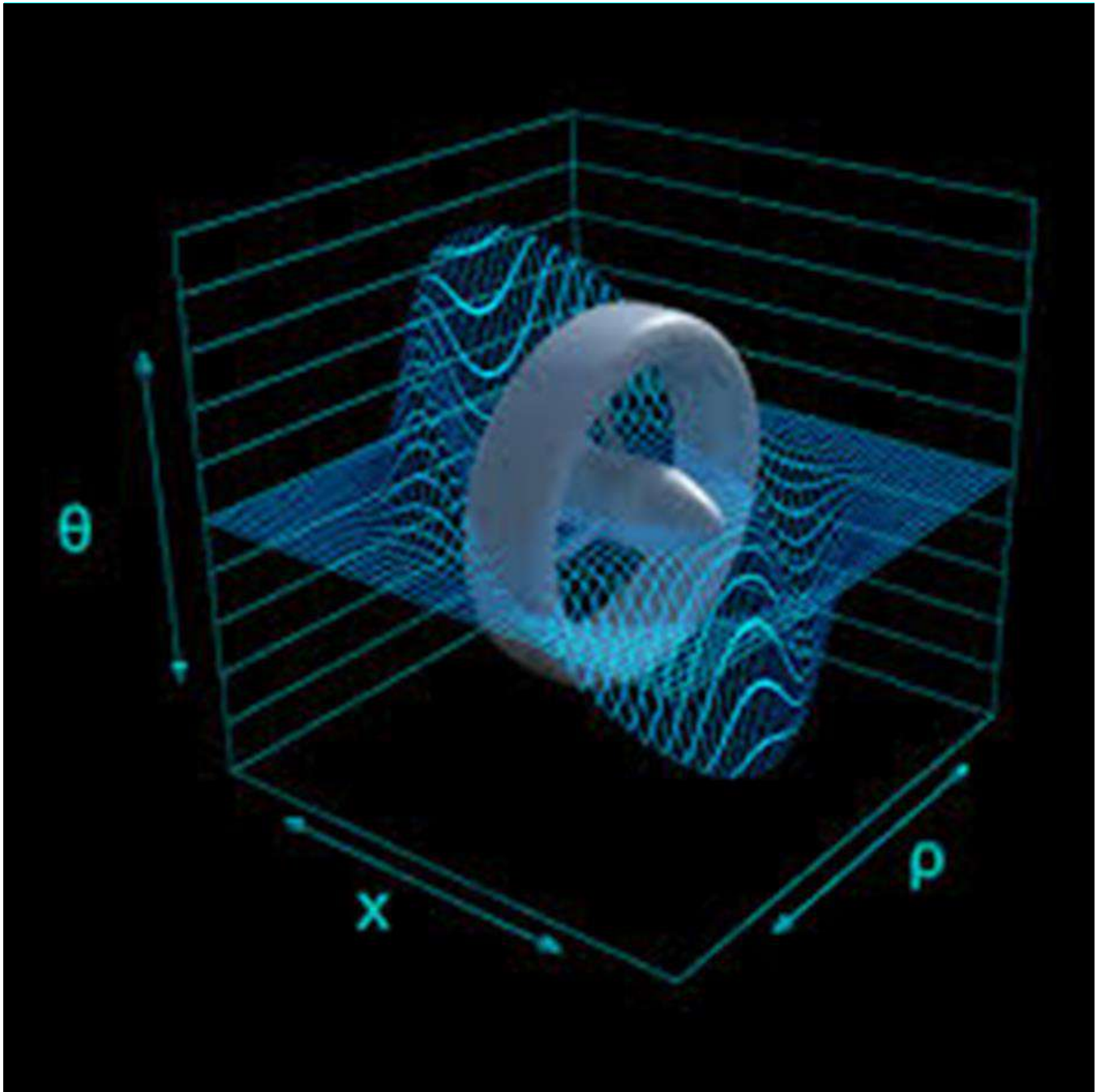


Fig.204 – Un des premiers travaux de simulation d'un vaisseau théorique de White. Sur la figure, l'espace-temps est modélisé. La modélisation est un processus mathématique visant à caractériser l'espace-temps par des géodésiques 2D. Mais pour simuler le déplacement du vaisseau, l'espace-temps doit être représenté en simulation comme un fluide entourant le vaisseau spatial. La simulation est l'opération mathématique qui rend dynamique le modèle statique. L'objet matériel, le vaisseau, est lui-même simulé comme un fluide. Le vol d'un vaisseau spatial dans l'espace-temps est simulé comme un plasma se déplaçant dans du plasma.

Cela est vrai même si le champ électromagnétique d'un photon est alternatif, même si les champs électriques et magnétiques alternent, la force résultante est unidirectionnelle. Ce concept contre-intuitif a été utilisé par Albert Einstein et Leo Szilard pour concevoir une pompe à conduction de courant alternatif dans laquelle les champs électromagnétiques



alternatifs produisent un flux unidirectionnel. (Essayez la règle ci-dessous. Si vous changez la direction des champs électrique et magnétique, la force résultante pointerait toujours dans la même direction). Bien que le champ électromagnétique soit en rotation, la force de Lorentz produite reste constante et immuable.

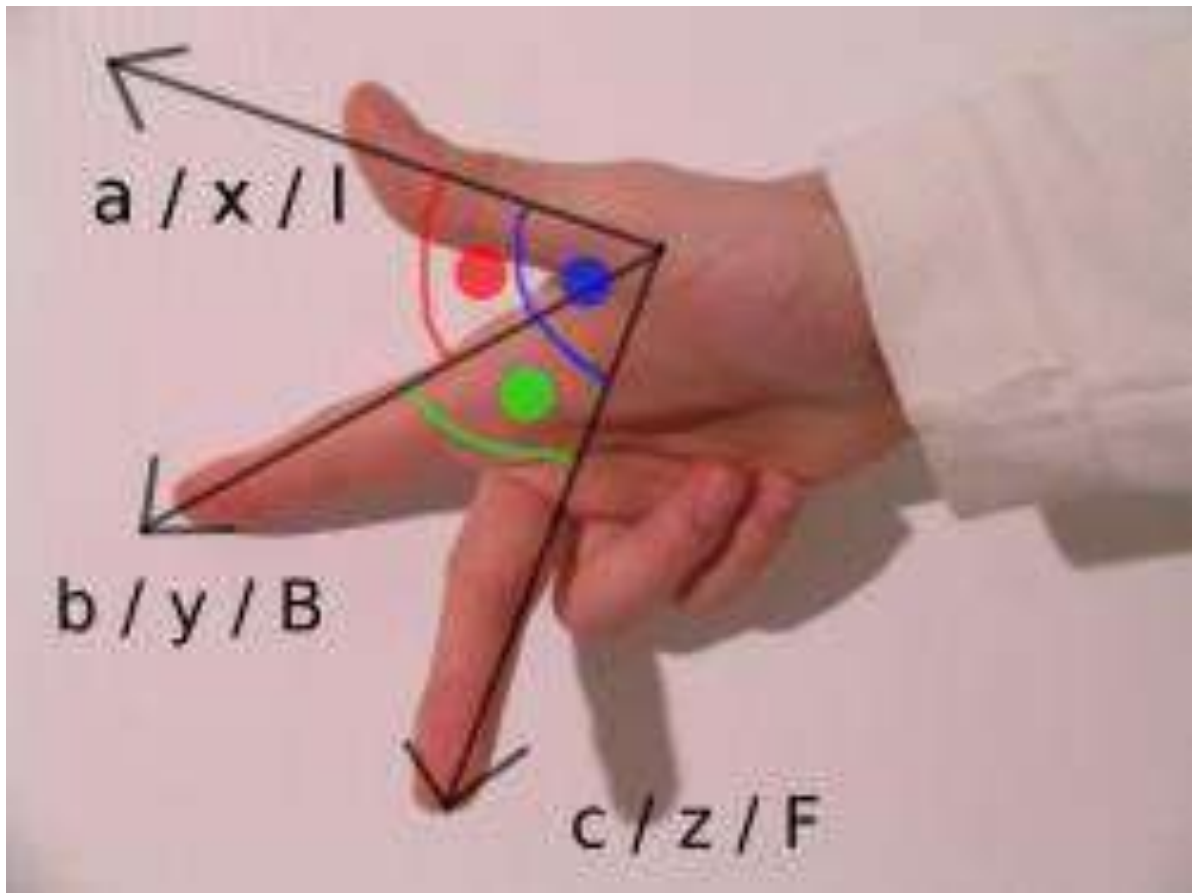


Fig.205 – La règle de la main droite pour la force de Lorentz : si l'index  $y$  est la direction du champ magnétique, le majeur  $z$  (doigt du milieu) est la direction du courant électrique (du  $+$  au  $-$ ), alors le pouce  $x$  montre la direction de la force de poussée.

White semble avoir trouvé un moyen pour contourner les problèmes soulevés par son premier projet, en variant la force et la géométrie du champ de force. Son nouveau modèle repose sur un double tore entourant le vaisseau, dans lesquels sont créées des oscillations à très haute fréquence, avec des variations d'énergies dans les oscillations, capables de produire une bulle entourant complètement le vaisseau. Cette bulle est un champ de force de distorsion d'espace-temps, crée pour séparer l'espace-temps interne du vaisseau avec l'espace-temps externe au vaisseau. La pression de radiation résultante, tournée vers l'intérieur, maintient au calme une région de l'espace-temps en volume d'ellipse dont le barycentre est le centre du vaisseau. La pression tournée vers l'extérieur est une dépression exercée sur l'espace-temps externe au vaisseau pour la repousser. Les tores, tout comme le vaisseau, sont fabriqués avec de la matière normale positive. **Le système entier ressemble à un sous-marin nucléaire. White pense pouvoir produire une bulle utilisant des millions de fois moins d'énergie négative que ce qu'Alcubierre avait prédit, et peut-être suffisamment peu pour qu'un engin spatial puisse embarquer les moyens pour produire localement cette énergie.** Le plan d'action de White :

- Explorer comment l'énergie du vide permet de courber l'espace-temps
- Explorer davantage le Q-Thruster (l'EM Drive de la NASA)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Local mass concentrations, say in the form of a conventional capacitor with a ceramic dielectric, affect vacuum fluctuation density according to equation 1</li> </ul>                                                                                                                                                                                              | $\rho_{v\_local} = \rho_v \sqrt{\frac{\rho_{m\_local}}{\rho_v}} = \sqrt{\rho_{m\_local} \rho_v} \quad (1)$                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Just as relativistic acceleration (Unruh radiation) can change the apparent relative density of the vacuum, so too can higher order derivatives according to equation 2. Noting that <math>a = -D(\phi)</math>, equation 2 can be cast into potential energy time varying terms</li> </ul>                                                                          | $\delta\rho = \frac{1}{4\pi G} \left( -\frac{1}{a^2} \left( \frac{da}{dt} \right)^2 + \frac{1}{a} \frac{d^2 a}{dt^2} \right)$ $\delta\rho = \frac{1}{4\pi G} \left( \frac{1}{\phi^2} \left( \frac{d\phi}{dt} \right)^2 - \frac{1}{\phi} \frac{d^2 \phi}{dt^2} \right) \quad (2)$ <p style="text-align: right;"><math>\vec{a} = -\nabla \phi</math></p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• These two relationships can be used to predict the available vacuum fluctuation density within an active dielectric being excited by an AC field.</li> <li>• The tools of magnetohydrodynamics (MHD) can be used to model this modified vacuum fluctuation density analogous to how conventional forms of electric propulsion model propellant behavior.</li> </ul> | <p style="text-align: center;">Dr. Harold "Sonny" White<br/>09/21/2011</p>                                                                                                                                                                                                                                                                             |

**Figure 3: Principles of Q-thruster Operation**

Fig.206 – De la même manière qu'on peut construire de multiples modèles de moteurs pour voiture de course, on peut construire plusieurs types de Q-Thrusters. La géométrie du cône tronqué a été explorée par la NASA, suite aux publications de la Northwest Polytechnical University Chinois.

Le Q-Thruster testé pour la NASA à 1.880 MHz, avec 2,6 W il donne une poussée de 55,4 micronewtons, avec un facteur qualité de 22.000. Le rendement est d'environ 19 micronewtons par watt.

Un autre test à 1.932,6 MHz donne une poussée de 91,2 micronewtons avec 16,92 W, facteur qualité : 7320.

Ces tests ont été publiés. D'autres tests, conduits pour la DARPA sur orbite avec le X-37A sont classifiés.

Il semblerait, à travers le peu d'informations diffusées par la NASA, que ses scientifiques conduisent plusieurs types d'expériences :

1. Mieux comprendre le comportement de leur propre version de l'EM Drive, en faisant des expériences très discrètes et de longue durée sur des EM embarqués sur la navette automatique télépilotée X-37B.



*Le X-34B est un engin spatial militaire spécialisé dans des manœuvres d'aérofreinages furtives, difficiles à prévoir par un système de surveillance qui tente de le suivre ou de deviner ce qu'il fait. Il est conçu pour des missions de très longues durées ultra-secrètes pouvant dépasser 908 jours dans l'espace. Il a été lancé pour la première fois en 2010. Il a fallu attendre le 20 février 2025 pour qu'une première unique photo partielle de cet engin dans l'espace soit publiée, pour une mission démarrée fin 2023. Et encore, la photo publiée a été largement retravaillée.*

*Il faut savoir que, sur orbites, les satellites espions font l'objet de visites discrètes et parfois d'abordages effectués par des « engins butineurs » adverses, qui tentent d'analyser leurs points sensibles ou de commettre des tentatives discrètes de sabotages.*

*Le X-34B effectue des expériences militaires dans l'espace mais ce qu'il fait échappe aux engins butineurs trop curieux, parce qu'il utilise l'aérofreinage pour modifier les caractéristiques de ses orbites elliptiques, changer d'altitude ou d'orbite sans consommer beaucoup de carburant, donc sans se surcharger en charge utile. Cela fait partie du tout nouveau concept « d'opérations spatiales dynamiques » que développe l'US Space Force (Force Spatiale des Etats-Unis) pour déjouer une surveillance. Les missions imaginées pour le X-37B ne sont pas officiellement décrites : il peut, par exemple, s'approcher furtivement d'un satellite adverse pour déposer des engins téléopérés spécialisés dans des opérations de désactivation, de mutilation, d'estropiage, etc. sans laisser de traces, et même, ramener au sol des « échantillons » prélevés sur des engins spatiaux adverses ou, plus discrètement encore, des prélèvements faits sur des engins spatiaux alliés. La technique de l'aérofreinage utilise très peu de jets thermiques détectables, parce qu'elle repose sur la trainée aérodynamique exercée par l'atmosphère terrestre sur une navette qui se trouve dans l'espace. Cela semble contradictoire mais c'est possible, et cette pratique « frustrer et rend fou les adversaires qui cherchent à savoir ce que cet engin fait sur orbite », avait déclaré le patron de l'USAF en 2019.*

*Le X-37B part d'une base militaire non accessible au public, et retourne toujours sur une base militaire. Il est monté sur le Falcon Heavy, un lanceur spatial fabriqué par Space-X.*

2. Mieux comprendre comment on peut contrôler la distorsion de l'espace-temps, en suivant la piste d'un espace-temps quantique modélisable suivant la théorie des cordes et manipulable par injection d'énergie négative.
3. Trouver des pistes pour produire de l'énergie négative.
4. Mieux comprendre comment le voyage supraluminique peut être facilité en le contournant dans des dimensions supérieures, notamment comment ramollir la texture de l'espace-temps pour mieux la manipuler.
5. Comment construire un engin spatial avec des nano-matériaux de synthèse à masse ultra-réduite et se comportant, du moins extérieurement, comme un plasmoïde.
6. Mettre au point des générateurs de puissance ultra fiable et robuste, capable de résister à 50 ans de service continu, basé soit sur l'énergie de fusion, soit sur la fusion catalysée par l'antimatière, soit tout simplement en le prélevant au point d'énergie zéro avec un extracteur d'énergie du vide.
7. Mettre au point des systèmes quantiques de navigation inertielle au moins 1.000 fois plus précis que les plus précis d'aujourd'hui.

Le Q-Thruster est une forme de propulsion électrique.

Par l'utilisation de champs électriques et magnétiques, un Q-Thruster pousse des particules quantiques (électrons/positrons) dans une direction, pendant que le Q-thruster recule pour conserver la quantité de mouvement. Le principe est similaire à un sous-marin qui utilise son hélice pour pousser l'eau dans une direction, tandis que le sous-marin recule pour conserver la quantité de mouvement (en fait, il fait reculer l'eau pour avancer).

En se basant sur leur propre expérience réelle (mesurée avec une pendule de torsion dans une enceinte à vide de  $5 \times 10^{-6}$  Torr) et théorique, la poussée attendue pour propulser une application de vol est de 0,4 N/kW.

- 0,4 N/kW permet des missions HEO SEP (High Earth Orbit Solar Electric Propulsion) sans requérir à des temps de transits longs et sans besoin d'un étage d'appoint en énergie chimique.
- 0,4 N/kW couplé avec une source de puissance persistante (par exemple un NEP = Nuclear Electric Propulsion, comprendre un réacteur nucléoélectrique à fission) permet des missions à transit rapide à travers tout le système solaire.



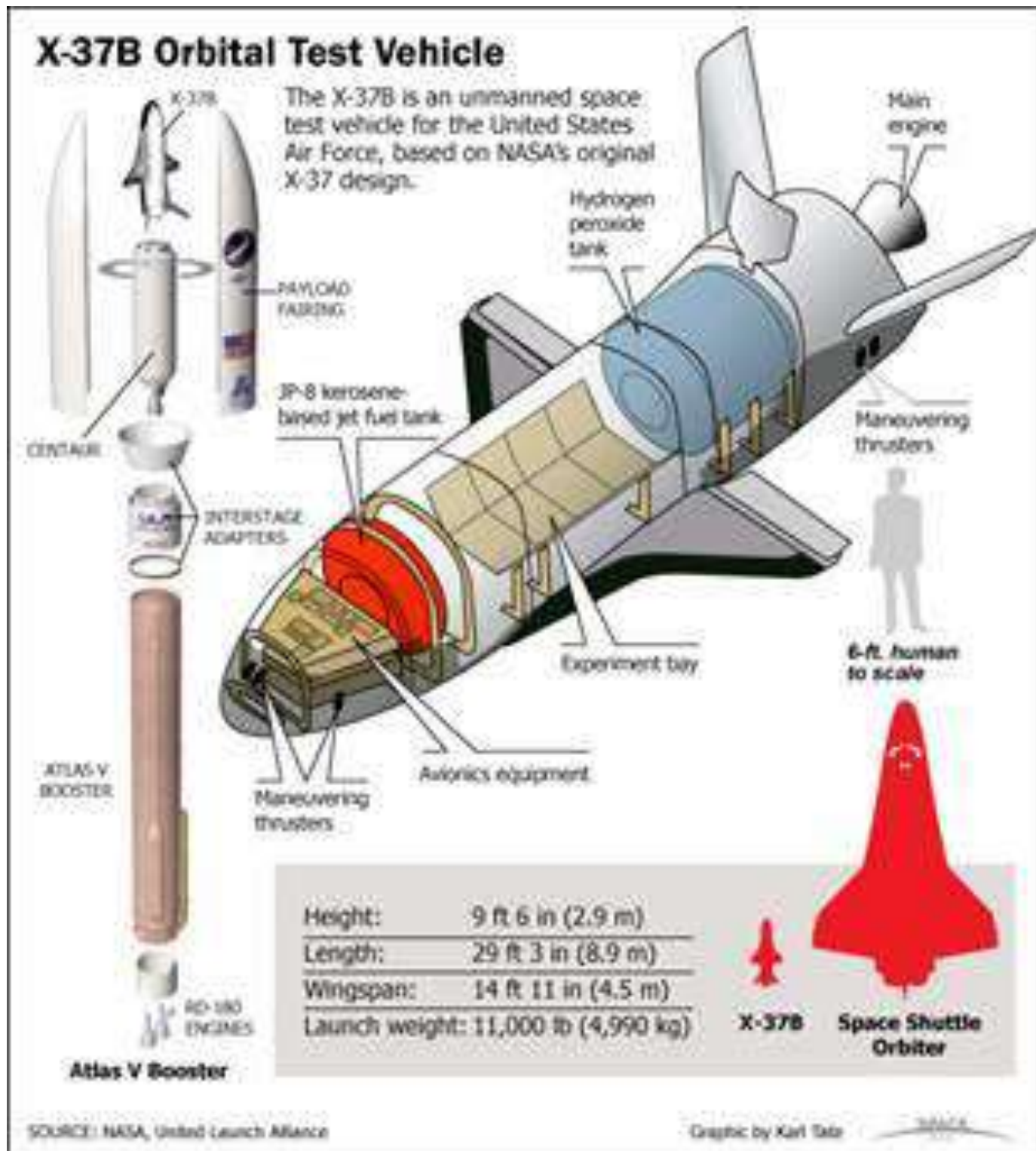
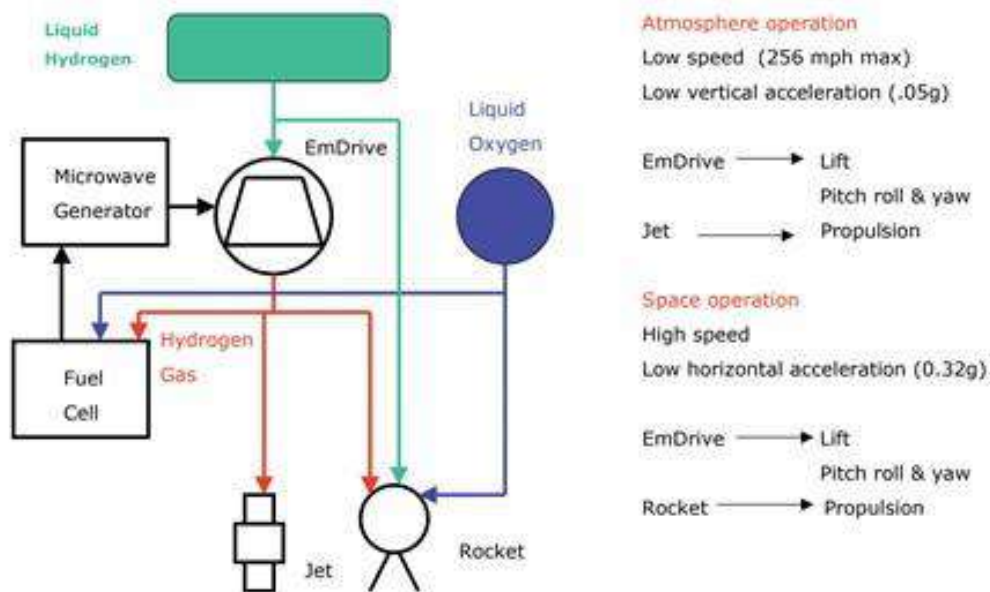


Fig.207 – Le véhicule orbital sans pilote X-37B : un Q-thruster militaire fabriqué sous contrat de l'AFRL ou de la DARPA aurait sans doute été testé dessus.

Les chinois explorent aussi cette technologie et sont au moins aussi performant que les américains. Eux aussi déclarent avoir conduit des tests sur orbite.

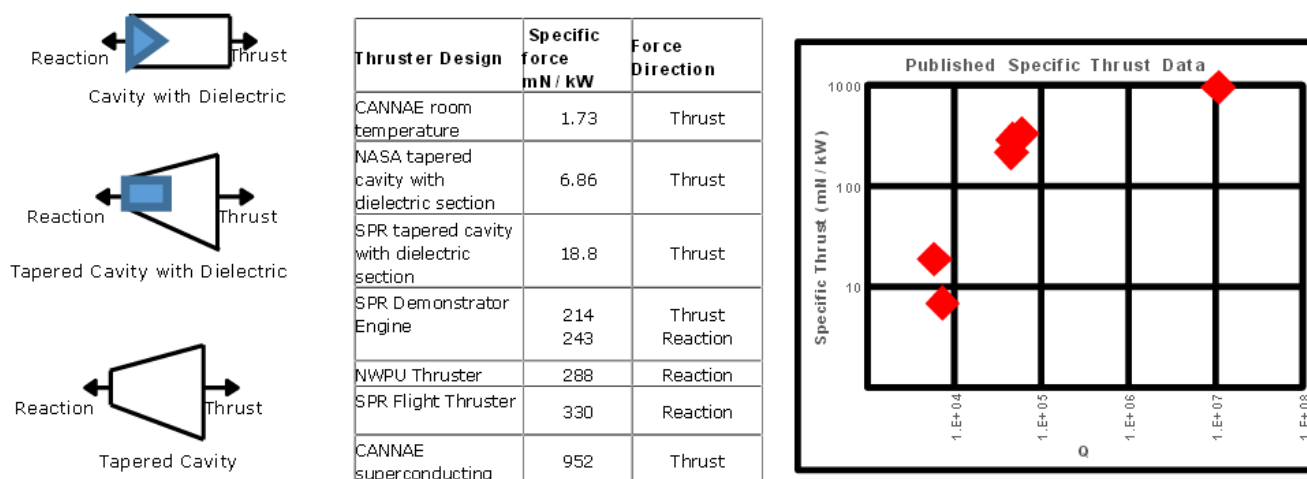
## Hybrid Spaceplane Propulsion System



8

Fig.208 - Configuration probable d'un moteur EM-Drive hybride testé dans l'espace.

## 2014 Summary of Published Test DATA



**Thrusters exhibit both Thrust and Reaction forces, therefore obeying Newton's laws**

**Increasing cavity Q increases specific force**

Fig.209 - Pour tester l'EM Drive, les chercheurs l'ont alimenté d'un courant de 40, 60, 80 watts et ont constaté que le système était capable de générer jusqu'à 58, 128, et 119 micronewtons en poussée. Sur la base de ces résultats, les chercheurs ont estimé que leur engin serait capable de générer environ 1,2 millinewtons de poussée par kilowatt.

En comparaison, un propulseur plasmatique Hall le plus puissant au monde génère environ 60 millinewtons de poussée par kilowatt.

L'optimisation des Q-Thruster est laborieuse car il faut maîtriser de nombreux paramètres, parmi lesquels :

- Un résonateur diélectrique dont la forme est optimisée et l'emplacement correctement choisi dans la chambre de résonance permettant une augmentation significative de la poussée
- Sans résonateur diélectrique, aucune poussée n'est apparue si la puissance en entrée est de moins de 30 w.
- Les simulations COMSOL montrent qu'il existe une dépendance forte entre poussée et concept de l'antenne, localisations de divers dispositifs, détails de montage, et nombre d'injections d'onde.
- Juste parce qu'on obtient un bon résultat avec une solution ne signifie pas qu'on a découvert le Q-Thruster idéal.

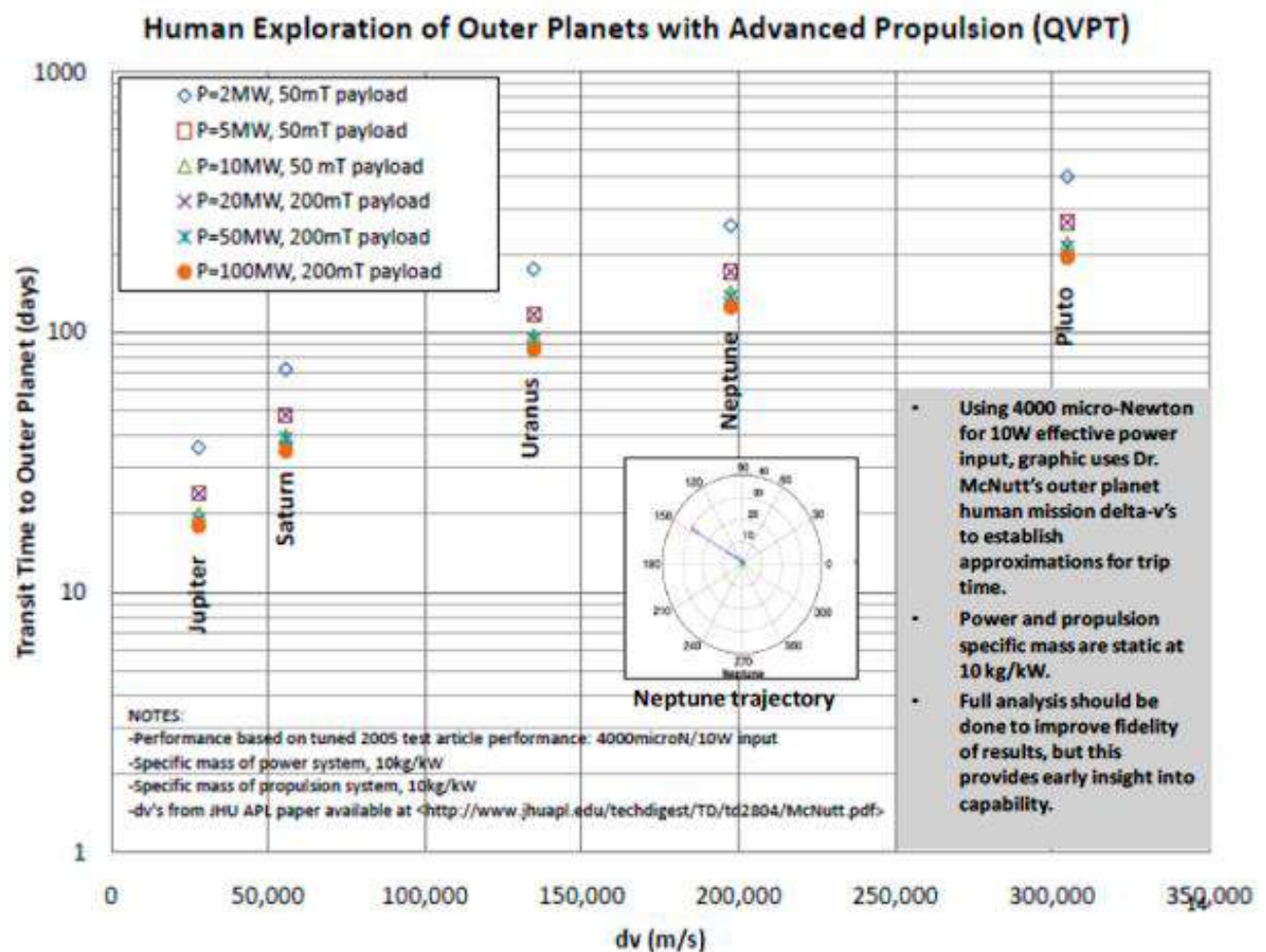


**Figure 5: Q-thruster performance for outer solar system exploration**

Fig.210 – Tableau de performance d'un Q-Thruster apte à l'exploration de Mars.

Déjà, la NASA envisage une mission vers Mars avec un Q-Thruster alimenté par 300 kW SEP (Solar Electric propulsion).

- Départ en orbite haute avec une masse de 70 t
- 0,4 N/kW Q-Thrusters
- 50 jours de stationnement sur orbite de Deimos autour de Mars
- Durée totale de la mission 788 jours
- Distance maximale du soleil : 2AU

Ou encore, une mission alternative vers Mars avec un réacteur nucléaire de 2 MégaWatts

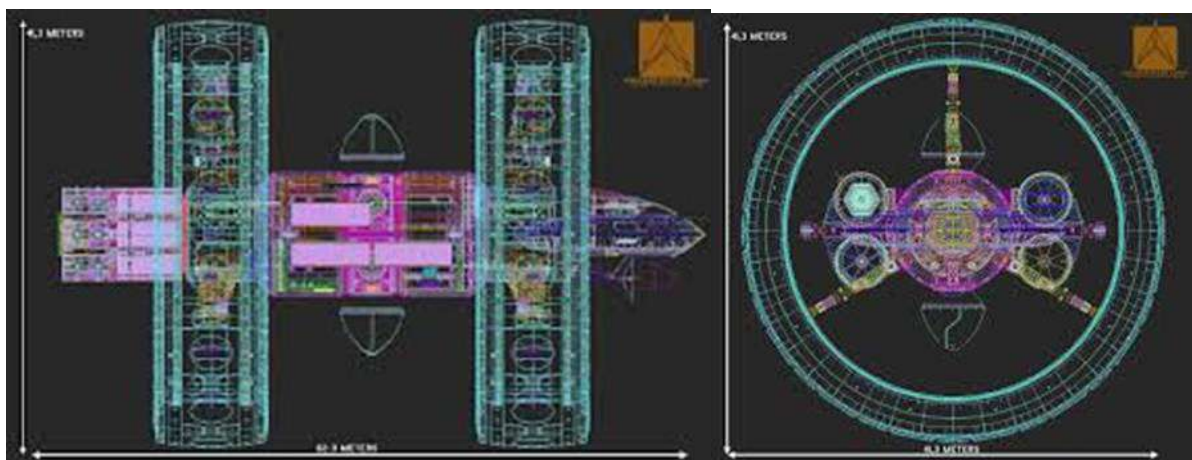


Fig.211 – Vues de profil et de face du rendu de Mark Rademaker du vaisseau martien.

- Départ en orbite haute avec une masse de 90 t
- 0,4 N/kW Q-Thrusters (800N)
- Durée totale de la mission : au choix, 246 jours avec 70 jours en stationnement sur Mars ou 140 jours avec 90 jours en stationnement sur Mars.
- Vaisseau de 90 t, dont 50 t de cargo, 20 t pour réacteur de 2MW (10 kg/kW), 2 t pour un banc de Q-Thrusters (10 kg/kW).

Les premières estimations montrent qu'il faudrait 500 kg de masse négative pour propulser à 3.000.000 km/s (10 fois la vitesse de la lumière) un démonstrateur technologique enfermé dans une bulle de distorsion d'espace-temps de 10 m de diamètre. La NASA ne fait aucune révélation sur la manière dont elle compte acquérir l'énergie négative pour propulser ses vaisseaux supraluminiques, et encore moins comment elle compte envelopper son engin d'une bulle propre d'espace-temps.

Le Dr White a cherché à savoir, à partir des équations mathématiques, comment se définit la forme du vaisseau. Mike Okuda a donné les inputs et Mark Rademaker en a créé plusieurs rendus.



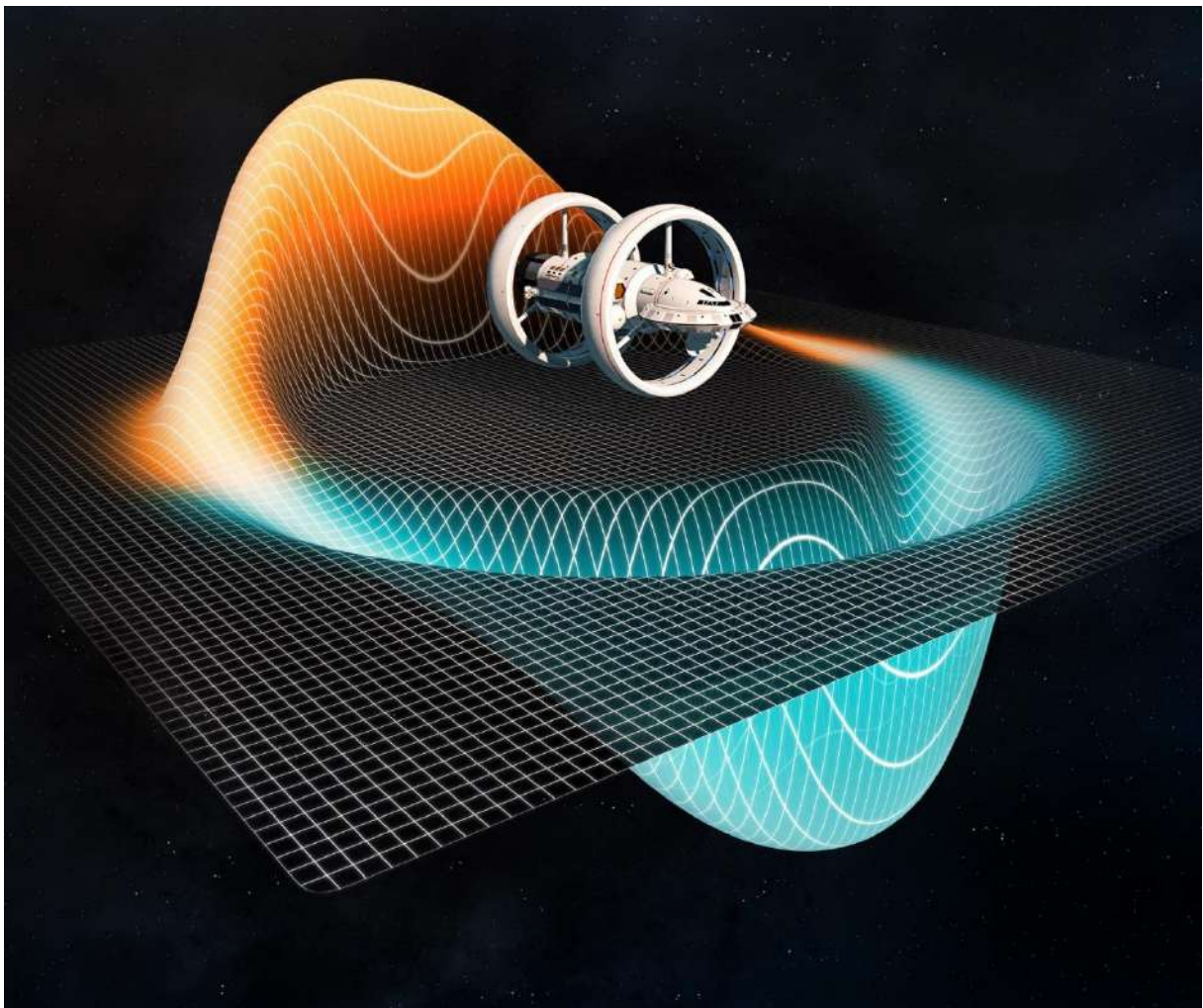


Fig.212 – En haut, une maquette du projet à l'échelle 1/144, fabriqué par Fantastic Plastic Models pour Limitless Space Institute. En bas une infographie du projet.

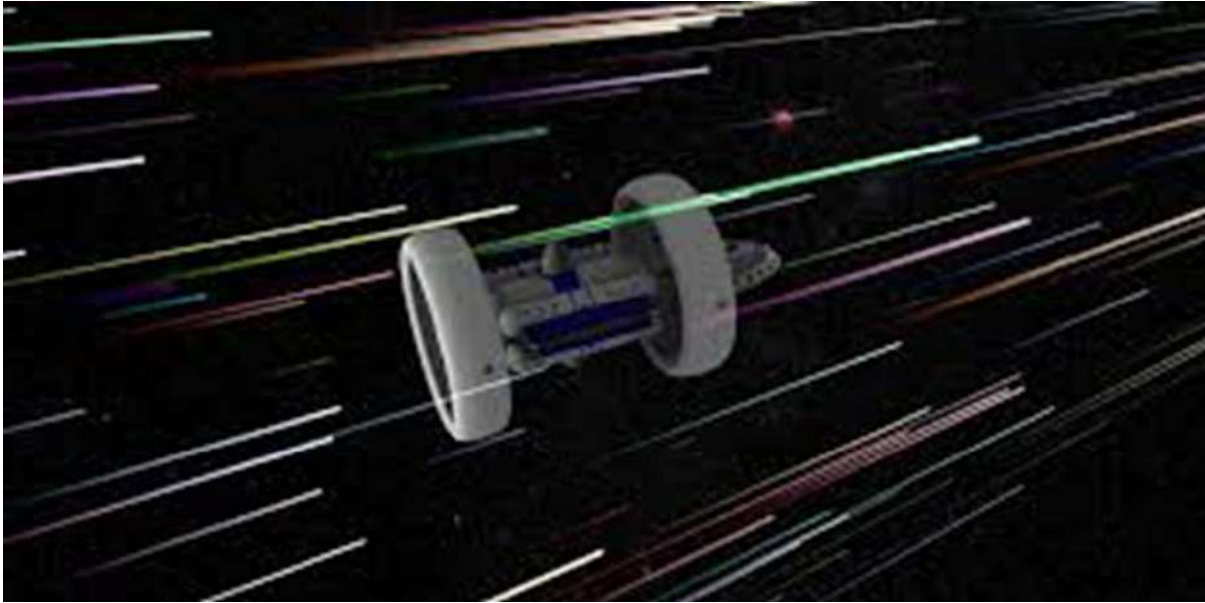


Fig.213 – Une vue d'artiste de Mark Rademaker, d'après les inputs de Mike Okuda et du Dr Harold White, CEO des Laboratoires Eagle Works de la NASA.

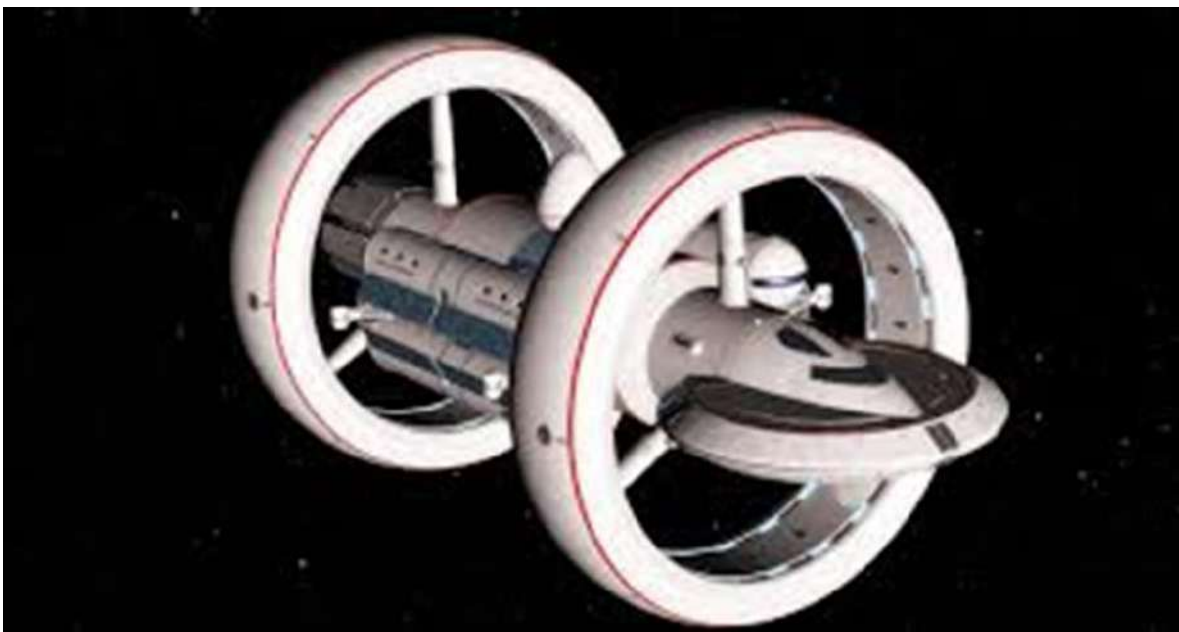


Fig.214 – Dans la nouvelle configuration du vaisseau, les tores sont beaucoup plus épais. Les deux tores génèrent 2 bulles d'espace-temps qui recouvrent entièrement l'engin spatial d'un espace-temps propre. A l'intention des anglophones, je tiens à signaler que les anglo-saxons dans leur littérature spécialisée nomment « local space-time » ce que nous désignons par « espace-temps propre ». Et ce que nous nommons « espace-temps local », eux le désignent par « warped space ». L'espace-temps propre est une couche d'espace-temps en contact immédiat avec le vaisseau, qu'on distord en une bulle pour englober ce vaisseau. L'espace-temps local est la couche d'espace-temps externe à l'espace-temps propre, qu'on distord pour créer des poussées de pression aptes à faire translater la bulle d'espace-temps propre. La « localité » de l'espace-temps local s'explique par sa proximité avec l'espace-temps propre, quoiqu'à l'autre bout sa dimension s'étende en fait jusqu'à l'infini.



Fig.215 – *Limitless Space Institute* est la nouvelle société créée par le Dr Harold White depuis qu'il a quitté la NASA pour travailler pour la DARPA, la NASA et ses projets personnels.

### Comment fabriquer une boule d'espace-temps

Le 6 décembre 2021, au Limitless Space Institute, le Dr Harold White, ex-CEO des Laboratoires Eagle Works de la NASA, avait annoncé que son équipe avait réussi à fabriquer une boule d'espace-temps microscopique en amplifiant et en polarisant la force de Casimir. Et que le but de l'opération est de fabriquer une nano structure, sorte de composant électronique pouvant générer de l'énergie négative, **permettant de fabriquer un engin spatial revêtu d'une bulle d'espace-temps**.

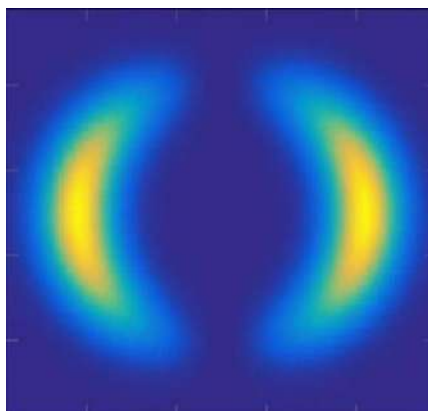


Fig.216 -La première bulle d'espace-temps créée par l'homme dans le monde réel.



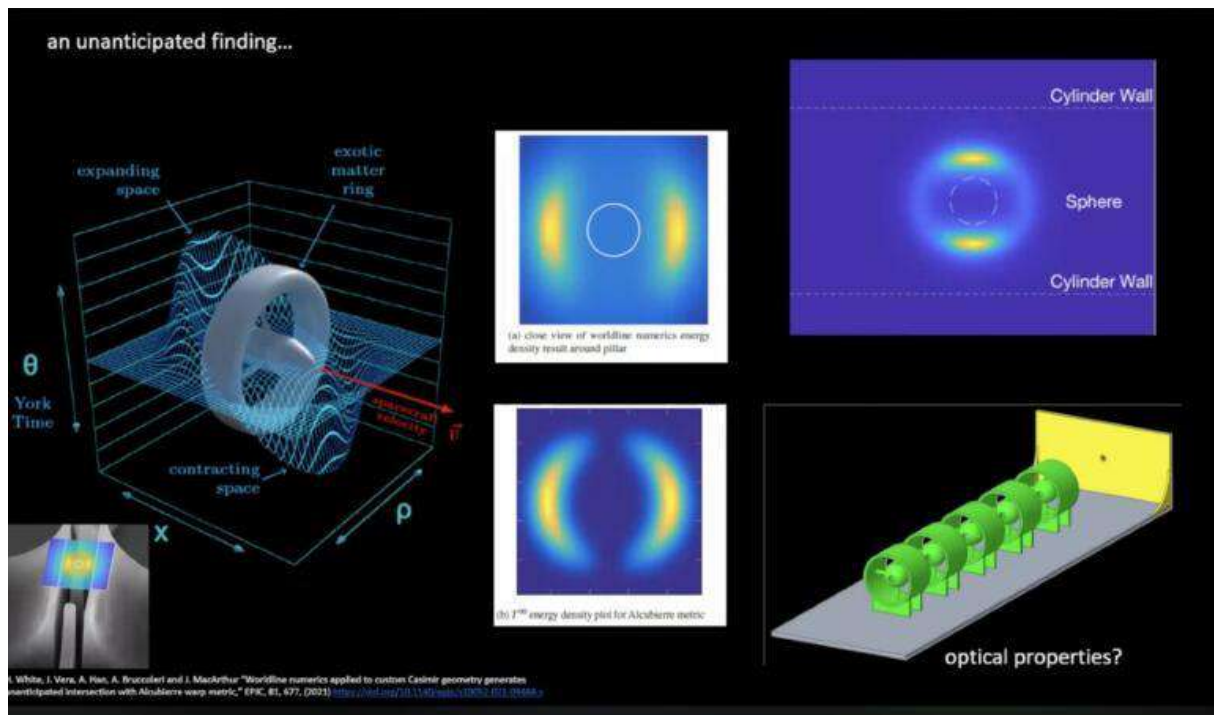


Fig.217 – Examen par les pairs et confirmation de la bulle et des bulles de distorsion d'espace-temps

« Certains travaux que nous avons effectués pour le DARPA consistent à étudier certaines géométries de cavité Casimir personnalisées », a expliqué White lors du Propulsion Energy Forum de l'American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) en août 2021 . Au cours de ce travail, nous avons en quelque sorte fait une découverte accidentelle ».

Sans entrer dans les détails de la physique complexe qui se cache derrière les cavités de Casimir et les forces quantiques fascinantes souvent observées dans ces structures inhabituelles, il suffit de dire qu'elles n'ont aucun lien avec la théorie ou la mécanique de la distorsion. Du moins, elles ne l'avaient jamais été auparavant. Mais, dit White, c'est un travail qui le passionne, lui et son équipe du LSI, et qui, selon le DARPA, a de nombreuses applications possibles. Ainsi, que ce soit par pure coïncidence ou par une sorte de destin personnel, il semble que l'un des rares ingénieurs de la planète qui savait immédiatement ce qu'il regardait lorsqu'il menait ses recherches sur la cavité Casimir se trouvait exactement au bon endroit, au bon moment, pour remarquer une similitude frappante entre son travail de coeur sur la propulsion à distorsion et ses recherches passionnées actuelles, une observation qui autrement serait peut-être passée inaperçue.

« Je pense que c'est un excellent exemple de la façon dont, parfois, vous travaillez pour une raison et vous découvrez quelque chose d'autre à laquelle vous ne vous attendiez pas vraiment », a déclaré White lors de la conférence de l'AIAA.

« Lors de la réalisation d'une analyse liée à un projet financé par la DARPA pour évaluer la structure possible de la densité énergétique présente dans une cavité Casimir telle que prédite par le modèle de vide dynamique », peut-on lire dans les résultats réels publiés dans la revue à comité de lecture *European Physical Journal* , « une structure à l'échelle micro/nano a été découverte qui prédit une distribution de densité énergétique négative qui correspond étroitement aux exigences de la métrique d'Alcubierre. »



« à ma connaissance, il s'agit du premier article dans la littérature évaluée par des pairs qui propose une nanostructure réalisable qui devrait manifester une bulle de distorsion réelle, bien que modeste. »

Cette découverte fortuite, dit White, confirme non seulement la structure « toroïdale » prédite et les aspects d'énergie négative d'une bulle de distorsion, mais a également donné lieu à des voies potentielles que lui et d'autres chercheurs peuvent suivre lorsqu'ils tentent de concevoir, et un jour de construire, un véritable vaisseau spatial capable de distorsion.

« Il s'agit d'une structure potentielle que nous pouvons proposer à la communauté et qui pourrait être construite pour générer une distribution de densité d'énergie négative du vide très similaire à celle requise pour une déformation spatiale d'Alcubierre », a expliqué White.

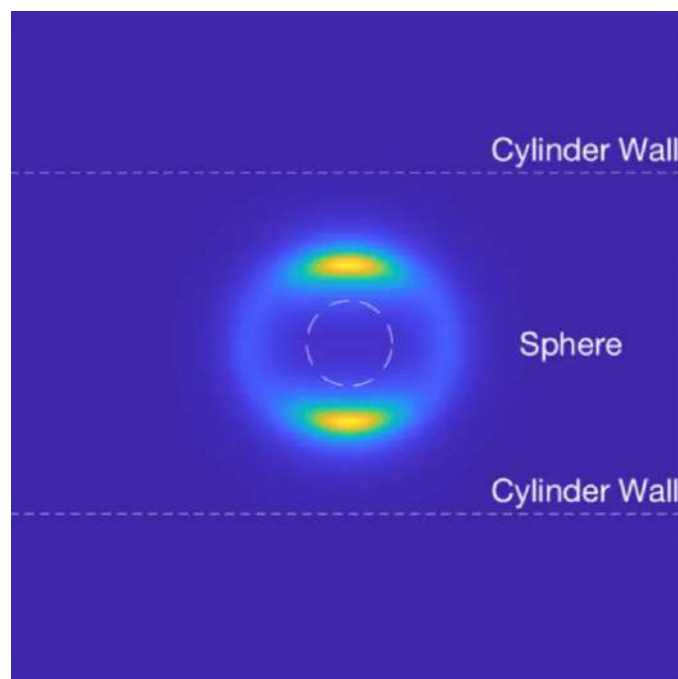


Fig.218 - Un nouveau point de départ pour ceux qui tentent de fabriquer un vaisseau spatial de taille réelle capable de se déplacer avec une bulle de distorsion.

Pour évaluer plus en détail ses résultats révolutionnaires et faire avancer la recherche, White et son équipe ont proposé une conception pour un « vaisseau à propulsion par distorsion » testable à l'échelle nanométrique.

« Plus précisément », a déclaré White lors de la présentation de l'AIAA, « un modèle de jouet constitué d'une sphère de 1 micron de diamètre située au centre d'un cylindre de 4 microns de diamètre a été analysé pour montrer une densité d'énergie Casimir tridimensionnelle qui correspond bien aux exigences métriques d'Alcubierre. »

Interrogé en décembre pour savoir si son équipe avait construit et testé ce projet de vaisseau à l'échelle nanométrique depuis l'annonce d'août, ou si elle prévoyait de le faire, White a répondu : « Nous n'avons pas fabriqué la sphère d'un micron au milieu d'un cylindre de 4 microns. » Cependant, a-t-il noté, si l'équipe LSI devait entreprendre cela à un moment donné, « nous utiliserions probablement une imprimante 3D nanoscribe GT qui imprime à

l'échelle nanométrique ». En bref, ils ont les moyens, il ne leur reste plus qu'à en avoir l'opportunité.

« Il n'y a aucun projet de le faire actuellement », a expliqué White, car « nous nous concentrons exclusivement sur les cavités Casimir personnalisées. »

Néanmoins, après avoir proposé cette voie supplémentaire pour les recherches futures, White et son équipe ont également présenté une deuxième expérience testable qui consiste à enfilez un certain nombre de ces bulles de distorsion dans une configuration en chaîne. Cette conception, a-t-il déclaré, permettrait aux chercheurs de mieux comprendre la physique de la structure de la bulle de distorsion déjà créée, ainsi que la manière dont un engin pourrait un jour traverser l'espace réel à l'intérieur d'une telle bulle de distorsion.

« Nous pourrions examiner les propriétés optiques résultant de ces petites bulles de distorsion à l'échelle nanométrique », a expliqué White lors de la conférence AIAA. « En les regroupant en grand nombre, nous pouvons augmenter l'ampleur de l'effet afin de pouvoir le voir (et l'étudier). »

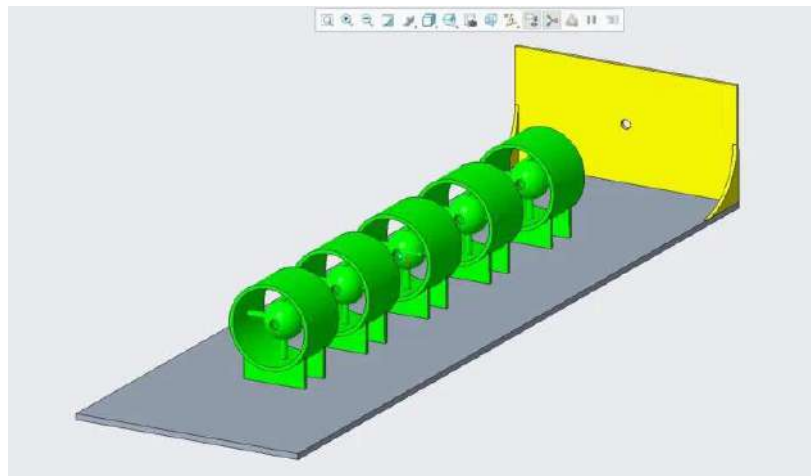


Fig.219 - *Chaîne à bulles Warp proposée pour un cigare à distorsion*

Étant donné que la DARPA finance le laboratoire de LSI pour explorer les cavités Casimir et *non* la découverte accidentelle d'une bulle de distorsion, quelles que soient ses implications potentiellement stupéfiantes, il n'est pas surprenant que White et son équipe restent concentrés sur le travail en cours. De plus, étant donné la nature parfois secrète des travaux financés par la DARPA, même si White et son équipe prévoyaient de mener les deux tests décrits une fois leur projet actuel terminé, il se pourrait que celui-ci ne soit pas immédiatement rendu public avant qu'une autre avancée significative ne soit autorisée à être publiée.

White a confirmé que certaines recherches actuelles financées par la DARPA ne sont pas classifiées, d'où sa liberté de publier les résultats de la bulle de distorsion. Cependant, le chercheur habituellement très ouvert s'est montré plus discret lorsqu'on lui a demandé si de futurs travaux potentiellement financés par la DARPA sur un vaisseau spatial à bulle de distorsion à l'échelle nanométrique pourraient être envisagés une fois les travaux actuels terminés.

En fin de compte, compte tenu notamment de l'ampleur de cette découverte et de ses implications potentielles, White estime que ce n'est qu'une question de temps avant que son mini-vaisseau de distorsion soit conçu et testé, une étape importante qui, selon lui, fera lentement mais sûrement avancer l'ensemble du processus vers l'objectif ultime d'un vaisseau spatial capable de distorsion d'espace-temps.

« Cette découverte nous permet d'identifier une *structure réelle* qui peut être fabriquée et qui manifestera une *véritable bulle de distorsion* », a expliqué White.

Interrogé sur la rapidité avec laquelle un « vaisseau » à l'échelle nanométrique testé avec succès, comme celui expérimental proposé par son équipe, pourrait être transformé en quelque chose qui pourrait réellement voler dans l'espace, il a proposé une approche plus réaliste de cette recherche.

« Il est encore trop tôt pour se poser des questions sur une quelconque expérience de vol réel », a déclaré M. White. « A mon avis, la première étape consiste simplement à explorer la science sous-jacente à l'échelle nano/micro », avant de passer à un engin plus grand.

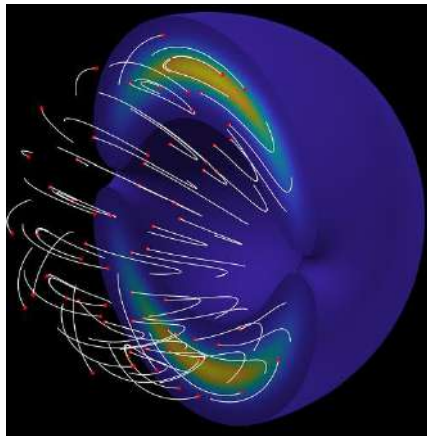


Fig.220 - Dans une interview, White a ajouté que « notre analyse numérique détaillée de nos cavités Casimir personnalisées nous a aidé à identifier une nano/microstructure réelle et manufacturable qui devrait générer une densité d'énergie de vide négative telle qu'elle ferait apparaître une véritable bulle de distorsion à l'échelle nanométrique, pas un analogue, mais la vraie chose ».

La deuxième étape consiste à prouver que la force de Casimir est équivalente à de la matière négative et à l'utiliser d'une part pour fabriquer une bulle d'espace-temps propre, d'autre part pour courber l'espace-temps local.

**Des chercheurs du MIT** ont démontré que les fluctuations du vide quantique pouvaient être contrôlées par un laser et décrit l'utilisation de cette méthode.

Des travaux plus récents ont analysé le rôle des fluctuations quantiques du vide dans diverses plateformes technologiques quantiques : comme le décrit l'étude de Jordan et al. sur les moteurs à fluctuations quantiques du vide à plusieurs corps, «il a été démontré que les fluctuations du point zéro provenant d'environnements bosoniques permettraient de redresser du courant électrique, produisant du travail [Henriet et al. 2015] ; et un moteur thermique à circuit supraconducteur basé sur la présence de fluctuations du point zéro d'une cavité à micro-ondes [Hofer et al. 2016]». Ces travaux ont démontré qu'ils

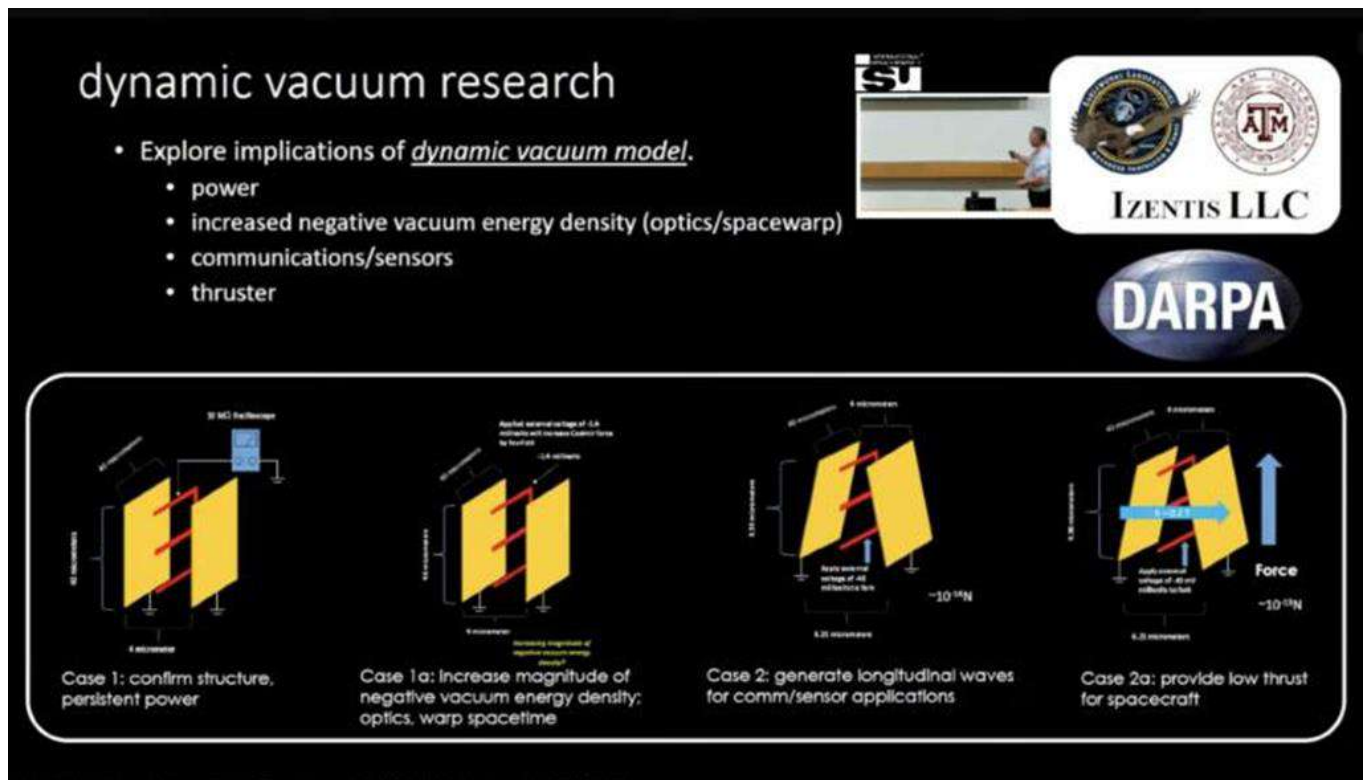


Fig.221 – Recherches d'applications avancées utilisant des modèles de vide dynamique

incorporent des fluctuations du vide dans les principes de conception des moteurs et des batteries. Dans leur étude, Jordan et al. décrivent une méthodologie plausible pour concevoir un moteur quantique à plusieurs corps “alimenté par la différence d'énergie entre l'état fondamental intriqué du système en interaction et les états locaux séparables”.

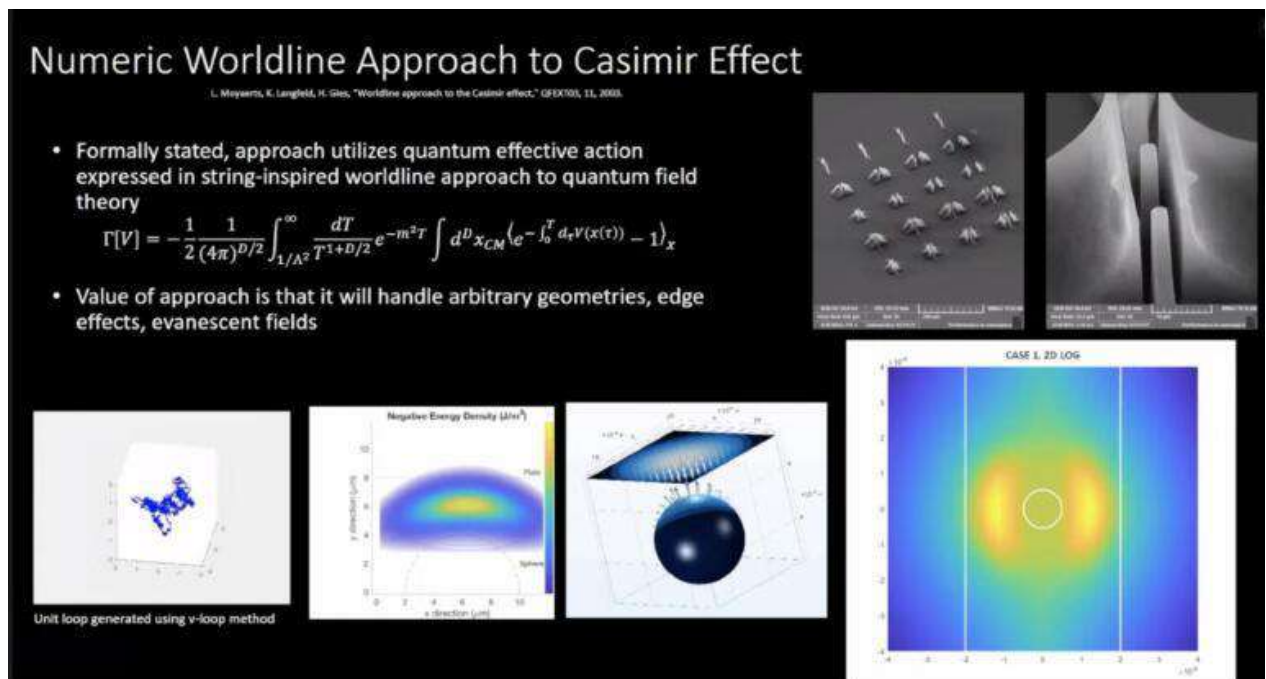


Fig.222 - L'énergie du Point zéro est maintenant plus étroitement associée aux oscillateurs harmoniques quantiques et aux fluctuations dans le vide des champs de matière et des champs de force (dont les quanta sont respectivement des fermions et des bosons).



Les fluctuations géométriques et dynamiques de l'espace-temps sont liées aux fluctuations énergétiques du vide électromagnétique et génèrent des volumes continus de courbures positives et négatives élevées, ce qui entraîne **une géométrie de l'espace-temps à connexions multiples, composée de microtrous de ver et de ponts d'Einstein-Rosen** à l'échelle de Planck, ce que John Archibald Wheeler a **appelé l'écume quantique de l'espace-temps**. Il existe aujourd'hui de nombreuses observations directes de l'énergie intrinsèque du point zéro, mises en évidence dans le comportement des systèmes matériels dans des conditions de surfusion : **des condensats de Bose-Einstein à la superfluidité, en passant par les paires d'électrons de Cooper dans les supraconducteurs**. Le comportement et les propriétés non classiques des systèmes superfluides et supraconducteurs ont une importance significative pour les considérations sur la nature du vide quantique, car dans certaines approches de la physique théorique, telles que la théorie du vide superfluide (théorie du vide du condensat de Bose-Einstein), **le vide est modélisé comme un superfluide**.

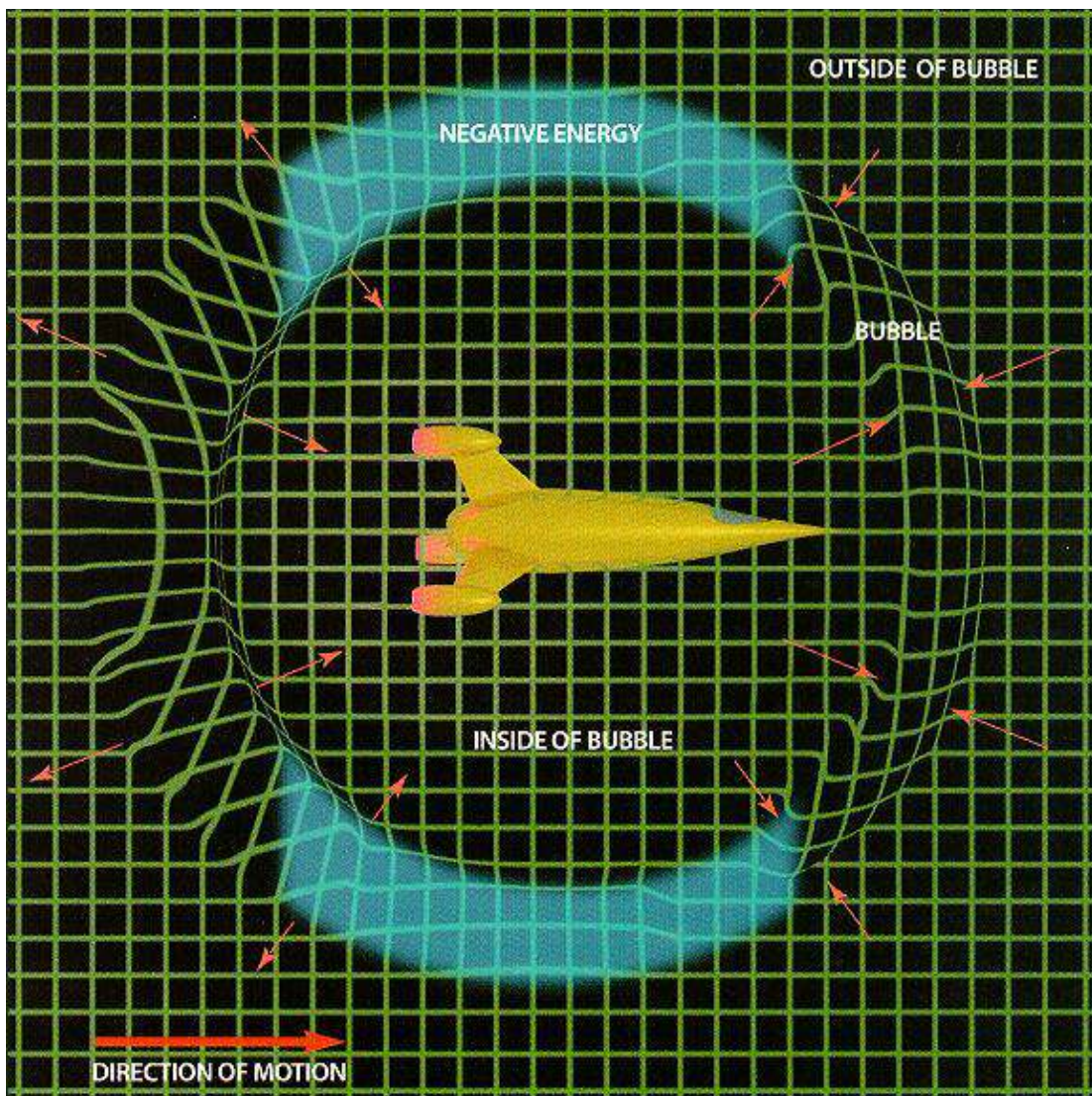


Fig.223 – Modélisation d'un HAUC : la fusée jaune représente un HAUC posé sur une forme « en haut de forme » vue du haut. On peut utiliser les équations de White pour polariser le vide et construire une bulle propre au HAUC. Ensuite, modéliser le vide externe à la bulle propre comme un fluide, un plasma par exemple.

Ici nous distinguons plusieurs types de vide. D'abord le vide intrinsèque à l'espace-temps qui incorpore une structure courbe et élastique et qui contient le vide quantique au point zéro, qui lui-même contient des quasi-vides.

Dans l'espace cosmique, le vide de l'espace-temps contient des gaz, plus ou moins rares, suivant leur position dans le cosmos.

Dans l'atmosphère, le vide de l'espace-temps contient un mélange de gaz. Ce mélange dépend de l'atmosphère de la planète traversée. Evidemment, il y a un gradient de densité qui dépend de l'altitude, et on laisse de côté d'autres facteurs comme les nuages, la pluie, les pollutions atmosphériques, quitte à les intégrer plus tard.

Dans l'eau, l'espace-temps contient tous les composants de l'eau, douce ou salée, mais l'eau contient aussi du vide. Tout est question d'échelle.

La simulation des vides devrait donner un rendu proche de cette image :

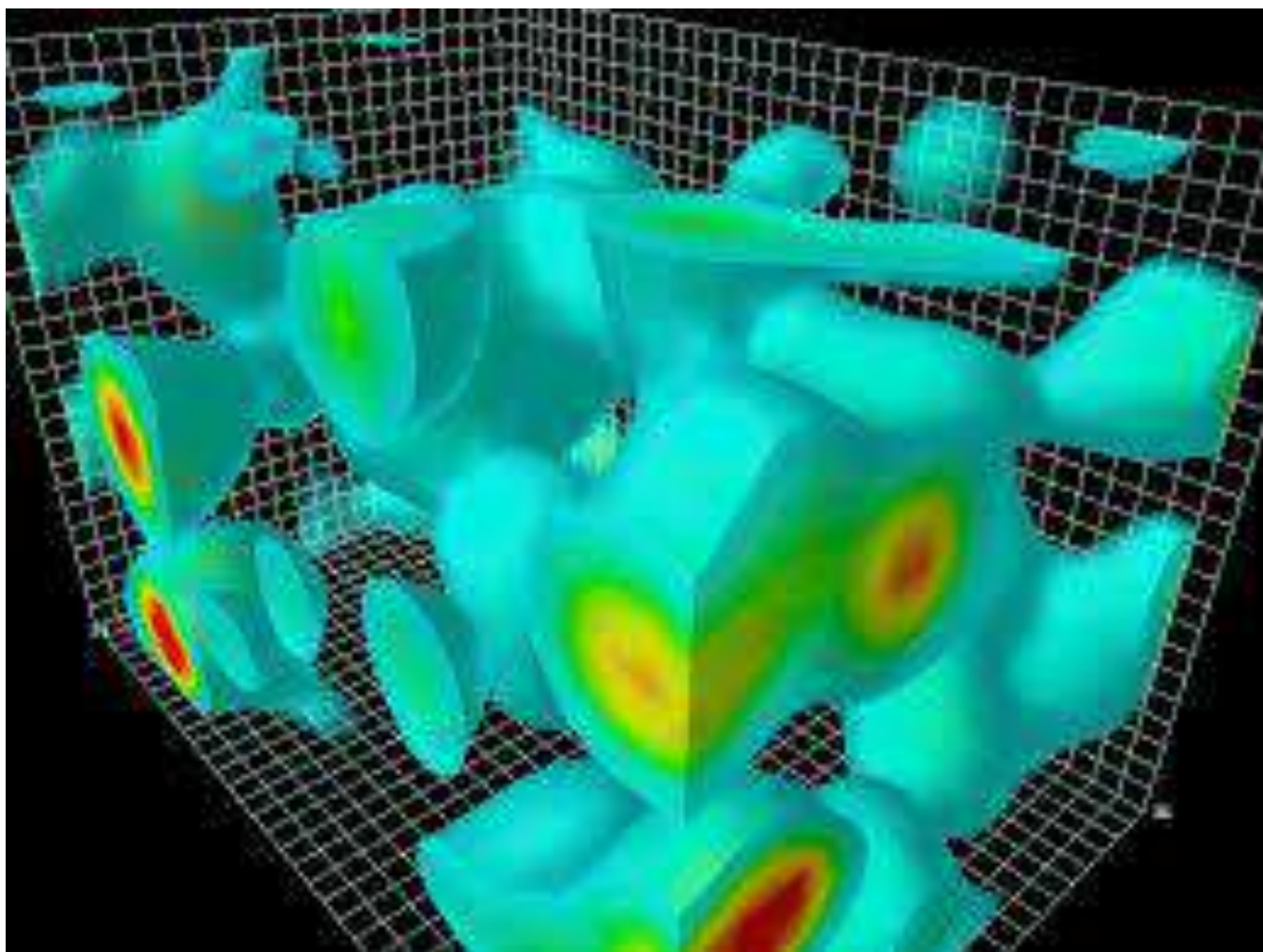


Fig.224 : Un instantané de la simulation informatique des champs de plasma du vide quantique

Les « nuages » que vous voyez en 3D statique bougent en permanence dans la simulation. On peut ensuite se servir du Lagrangien pour modéliser et simuler le fonctionnement du HAUC.



$$\begin{aligned}
\mathcal{L}_{SM} = & -\frac{1}{2}\partial_\nu g_\mu^a \partial_\nu g_\mu^a - g_s f^{abc} \partial_\mu g_\nu^a g_\mu^b g_\nu^c - \frac{1}{4}g_s^2 f^{abc} f^{ade} g_\mu^b g_\nu^c g_\mu^d g_\nu^e - \partial_\nu W_\mu^+ \partial_\nu W_\mu^- - \\
& M^2 W_\mu^+ W_\mu^- - \frac{1}{2}\partial_\nu Z_\mu^0 \partial_\nu Z_\mu^0 - \frac{1}{2c_w^2} M^2 Z_\mu^0 Z_\mu^0 - \frac{1}{2}\partial_\mu A_\nu \partial_\mu A_\nu - igc_w (\partial_\nu Z_\mu^0 (W_\mu^+ W_\nu^- - \\
& W_\nu^+ W_\mu^-) - Z_\nu^0 (W_\mu^+ \partial_\nu W_\mu^- - W_\mu^- \partial_\nu W_\mu^+) + Z_\mu^0 (W_\nu^+ \partial_\nu W_\mu^- - W_\nu^- \partial_\nu W_\mu^+)) - \\
& ig s_w (\partial_\nu A_\mu (W_\mu^+ W_\nu^- - W_\nu^+ W_\mu^-) - A_\nu (W_\mu^+ \partial_\nu W_\mu^- - W_\mu^- \partial_\nu W_\mu^+) + A_\mu (W_\nu^+ \partial_\nu W_\mu^- - \\
& W_\nu^- \partial_\nu W_\mu^+)) - \frac{1}{2}g^2 W_\mu^+ W_\mu^- W_\nu^+ W_\nu^- + \frac{1}{2}g^2 W_\mu^+ W_\nu^- W_\mu^+ W_\nu^- + g^2 c_w^2 (Z_\mu^0 W_\mu^+ Z_\nu^0 W_\nu^- - \\
& Z_\mu^0 Z_\nu^0 W_\mu^+ W_\nu^-) + g^2 s_w^2 (A_\mu W_\mu^+ A_\nu W_\nu^- - A_\mu A_\nu W_\mu^+ W_\nu^-) + g^2 s_w c_w (A_\mu Z_\nu^0 (W_\mu^+ W_\nu^- - \\
& W_\nu^+ W_\mu^-) - 2A_\mu Z_\mu^0 W_\nu^+ W_\nu^-) - \frac{1}{2}\partial_\mu H \partial_\mu H - 2M^2 \alpha_h H^2 - \partial_\mu \phi^+ \partial_\mu \phi^- - \frac{1}{2}\partial_\mu \phi^0 \partial_\mu \phi^0 - \\
& \beta_h \left( \frac{2M^2}{g^2} + \frac{2M}{g} H + \frac{1}{2}(H^2 + \phi^0 \phi^0 + 2\phi^+ \phi^-) \right) + \frac{2M^4}{g^2} \alpha_h - \\
& g \alpha_h M (H^3 + H \phi^0 \phi^0 + 2H \phi^+ \phi^-) - \\
& \frac{1}{8}g^2 \alpha_h (H^4 + (\phi^0)^4 + 4(\phi^+ \phi^-)^2 + 4(\phi^0)^2 \phi^+ \phi^- + 4H^2 \phi^+ \phi^- + 2(\phi^0)^2 H^2) - \\
& g M W_\mu^+ W_\mu^- H - \frac{1}{2}g \frac{M}{c_w^2} Z_\mu^0 Z_\mu^0 H - \\
& \frac{1}{2}ig (W_\mu^+ (\phi^0 \partial_\mu \phi^- - \phi^- \partial_\mu \phi^0) - W_\mu^- (\phi^0 \partial_\mu \phi^+ - \phi^+ \partial_\mu \phi^0)) + \\
& \frac{1}{2}g (W_\mu^+ (H \partial_\mu \phi^- - \phi^- \partial_\mu H) + W_\mu^- (H \partial_\mu \phi^+ - \phi^+ \partial_\mu H)) + \frac{1}{2}g \frac{1}{c_w} (Z_\mu^0 (H \partial_\mu \phi^0 - \phi^0 \partial_\mu H) + \\
& M (\frac{1}{c_w} Z_\mu^0 \partial_\mu \phi^0 + W_\mu^+ \partial_\mu \phi^- + W_\mu^- \partial_\mu \phi^+) - ig \frac{s_w^2}{c_w} M Z_\mu^0 (W_\mu^+ \phi^- - W_\mu^- \phi^+) + ig s_w M A_\mu (W_\mu^+ \phi^- - \\
& W_\mu^- \phi^+) - ig \frac{1-2c_w^2}{2c_w} Z_\mu^0 (\phi^+ \partial_\mu \phi^- - \phi^- \partial_\mu \phi^+) + ig s_w A_\mu (\phi^+ \partial_\mu \phi^- - \phi^- \partial_\mu \phi^+) - \\
& \frac{1}{4}g^2 W_\mu^+ W_\mu^- (H^2 + (\phi^0)^2 + 2\phi^+ \phi^-) - \frac{1}{8}g^2 \frac{1}{c_w^2} Z_\mu^0 Z_\mu^0 (H^2 + (\phi^0)^2 + 2(2s_w^2 - 1)^2 \phi^+ \phi^-) - \\
& \frac{1}{2}g^2 \frac{s_w^2}{c_w} Z_\mu^0 \phi^0 (W_\mu^+ \phi^- + W_\mu^- \phi^+) - \frac{1}{2}ig^2 \frac{s_w^2}{c_w} Z_\mu^0 H (W_\mu^+ \phi^- - W_\mu^- \phi^+) + \frac{1}{2}g^2 s_w A_\mu \phi^0 (W_\mu^+ \phi^- + \\
& W_\mu^- \phi^+) + \frac{1}{2}ig^2 s_w A_\mu H (W_\mu^+ \phi^- - W_\mu^- \phi^+) - g^2 \frac{s_w}{c_w} (2c_w^2 - 1) Z_\mu^0 A_\mu \phi^+ \phi^- - \\
& g^2 s_w^2 A_\mu A_\mu \phi^+ \phi^- + \frac{1}{2}ig s_w \lambda_{ij}^a (\bar{q}_i^\sigma \gamma^\mu q_j^\sigma) g_\mu^a - \bar{e}^\lambda (\gamma^\mu \partial + m_e^\lambda) e^\lambda - \bar{\nu}^\lambda (\gamma^\mu \partial + m_\nu^\lambda) \nu^\lambda - \bar{u}_j^\lambda (\gamma^\mu \partial + \\
& m_u^\lambda) u_j^\lambda - \bar{d}_j^\lambda (\gamma^\mu \partial + m_d^\lambda) d_j^\lambda + ig s_w A_\mu (- (\bar{e}^\lambda \gamma^\mu e^\lambda) + \frac{2}{3}(\bar{u}_j^\lambda \gamma^\mu u_j^\lambda) - \frac{1}{3}(\bar{d}_j^\lambda \gamma^\mu d_j^\lambda)) + \\
& \frac{ig}{4c_w} Z_\mu^0 \{ (\bar{\nu}^\lambda \gamma^\mu (1 + \gamma^5) \nu^\lambda) + (\bar{e}^\lambda \gamma^\mu (4s_w^2 - 1 - \gamma^5) e^\lambda) + (\bar{d}_j^\lambda \gamma^\mu (\frac{4}{3}s_w^2 - 1 - \gamma^5) d_j^\lambda) + \\
& (\bar{u}_j^\lambda \gamma^\mu (1 - \frac{8}{3}s_w^2 + \gamma^5) u_j^\lambda) \} + \frac{ig}{2\sqrt{2}} W_\mu^+ ((\bar{\nu}^\lambda \gamma^\mu (1 + \gamma^5) U^{lep}_{\lambda\kappa} e^\kappa) + (\bar{u}_j^\lambda \gamma^\mu (1 + \gamma^5) C_{\lambda\kappa} d_j^\kappa)) + \\
& \frac{ig}{2\sqrt{2}} W_\mu^- ((\bar{e}^\kappa U^{lep\dagger}_{\kappa\lambda} \gamma^\mu (1 + \gamma^5) \nu^\lambda) + (\bar{d}_j^\kappa C_{\kappa\lambda}^\dagger \gamma^\mu (1 + \gamma^5) u_j^\lambda)) + \\
& \frac{ig}{2M\sqrt{2}} \phi^+ (-m_e^\kappa (\bar{\nu}^\lambda U^{lep}_{\lambda\kappa} (1 - \gamma^5) e^\kappa) + m_\nu^\lambda (\bar{\nu}^\lambda U^{lep}_{\lambda\kappa} (1 + \gamma^5) e^\kappa) + \\
& \frac{ig}{2M\sqrt{2}} \phi^- (m_e^\lambda (\bar{e}^\lambda U^{lep\dagger}_{\lambda\kappa} (1 + \gamma^5) \nu^\kappa) - m_\nu^\kappa (\bar{e}^\lambda U^{lep\dagger}_{\lambda\kappa} (1 - \gamma^5) \nu^\kappa) - \frac{q}{2} \frac{m_\lambda^\lambda}{M} H (\bar{\nu}^\lambda \nu^\lambda) - \\
& \frac{q}{2} \frac{m_\lambda^\lambda}{M} H (\bar{e}^\lambda e^\lambda) + \frac{ig}{2} \frac{m_\lambda^\lambda}{M} \phi^0 (\bar{\nu}^\lambda \gamma^5 \nu^\lambda) - \frac{ig}{2} \frac{m_\lambda^\lambda}{M} \phi^0 (\bar{e}^\lambda \gamma^5 e^\lambda) - \frac{1}{4} \bar{\nu}_\lambda M_{\lambda\kappa}^R (1 - \gamma_5) \hat{\nu}_\kappa - \\
& \frac{1}{4} \bar{\nu}_\lambda M_{\lambda\kappa}^R (1 - \gamma_5) \hat{\nu}_\kappa + \frac{ig}{2M\sqrt{2}} \phi^+ (-m_d^\kappa (\bar{u}_j^\lambda C_{\lambda\kappa} (1 - \gamma^5) d_j^\kappa) + m_u^\lambda (\bar{u}_j^\lambda C_{\lambda\kappa} (1 + \gamma^5) d_j^\kappa) + \\
& \frac{ig}{2M\sqrt{2}} \phi^- (m_d^\lambda (\bar{d}_j^\lambda C_{\lambda\kappa}^\dagger (1 + \gamma^5) u_j^\kappa) - m_u^\kappa (\bar{d}_j^\lambda C_{\lambda\kappa}^\dagger (1 - \gamma^5) u_j^\kappa) - \frac{q}{2} \frac{m_\lambda^\lambda}{M} H (\bar{u}_j^\lambda u_j^\lambda) - \\
& \frac{q}{2} \frac{m_\lambda^\lambda}{M} H (\bar{d}_j^\lambda d_j^\lambda) + \frac{ig}{2} \frac{m_\lambda^\lambda}{M} \phi^0 (\bar{u}_j^\lambda \gamma^5 u_j^\lambda) - \frac{ig}{2} \frac{m_\lambda^\lambda}{M} \phi^0 (\bar{d}_j^\lambda \gamma^5 d_j^\lambda) + \bar{G}^a \partial^2 G^a + g_s f^{abc} \partial_\mu \bar{G}^a G^b g_\mu^c + \\
& \bar{X}^+ (\partial^2 - M^2) X^+ + \bar{X}^- (\partial^2 - M^2) X^- + \bar{X}^0 (\partial^2 - \frac{M^2}{c_w^2}) X^0 + \bar{Y} \partial^2 Y + igc_w W_\mu^+ (\partial_\mu \bar{X}^0 X^- - \\
& \partial_\mu \bar{X}^+ X^0) + ig s_w W_\mu^+ (\partial_\mu \bar{Y} X^- - \partial_\mu \bar{X}^+ Y) + igc_w W_\mu^- (\partial_\mu \bar{X}^- X^0 - \\
& \partial_\mu \bar{X}^0 X^+) + ig s_w W_\mu^- (\partial_\mu \bar{X}^- Y - \partial_\mu \bar{Y} X^+) + igc_w Z_\mu^0 (\partial_\mu \bar{X}^+ X^+ - \\
& \partial_\mu \bar{X}^- X^-) + ig s_w A_\mu (\partial_\mu \bar{X}^+ X^+ - \\
& \partial_\mu \bar{X}^- X^-) - \frac{1}{2}igM (\bar{X}^+ X^+ H + \bar{X}^- X^- H + \frac{1}{c_w^2} \bar{X}^0 X^0 H) + \frac{1-2c_w^2}{2c_w} igM (\bar{X}^+ X^0 \phi^+ - \bar{X}^- X^0 \phi^-) + \\
& \frac{1}{2c_w} igM (\bar{X}^0 X^- \phi^+ - \bar{X}^0 X^+ \phi^-) + igM s_w (X^0 X^- \phi^+ - \bar{X}^0 X^+ \phi^-) + \\
& \frac{1}{2}igM (\bar{X}^+ X^+ \phi^0 - \bar{X}^- X^- \phi^0) .
\end{aligned}$$

Fig.225 : Le Lagrangien du Modèle Standard : l'équation qui résume tout ce que nous savons sur la physique des particules, et qui permet de simuler le réel d'un objet.

La physique quantique nous démontre que tout ce qui existe dans l'univers n'est, en définitive, composé que de champs de force et de champs de matière ; à savoir :

- 4 particules de matière : électron, neutrino, quark up, quark down. On ne sait pas pourquoi, mais la nature a reproduit ces 4 particules en des doubles identiques, mais en plus lourds. Ce sont les : muon et tau, neutrino muonique et neutrino tauïque, quark strange et quark bottom, quark charme et quark strange. Donc 12 particules-matières au total.

Ces 12 particules, qui sont à la fois ondes et particules, créent 12 champs-matières qui interagissent avec 4 champs de forces (un champ par type de particule) :

- Le champ des particules photons pour véhiculer la force électromagnétique,
- Le champ des particules gluons, pour véhiculer la force forte,
- Le champ des particules bosons  $Z^0$ ,  $W^+$  et  $W^-$  pour véhiculer la force faible
- Le champ des particules gravitons, non encore mis en évidence, **qui est l'espace-temps lui-même**. Nous verrons plus loin comment certains modes de couplage de gravitons avec d'autres particules sortant du Point Zéro permettent de distordre l'espace-temps.
- Et le champ de Higgs, un champ scalaire qui donne de la masse aux particules élémentaires sans donner de la masse aux neutrinos. Le Higgs infuse tout l'espace, les particules virtuelles du vide comme le Quark top virtuel.

Le Higgs est important pour comprendre le vol du gros HAUC parce la forme du « potentiel » de Higgs est typique d'une brisure de symétrie [Un potentiel est une figure prémonitoire permettant de visualiser l'énergie potentielle d'un objet (moins l'intégrale du produit de la force par la distance) placé dans un contexte précis, soumis à des forces bien caractérisées, chacune ayant son potentiel propre. Selon l'endroit où on place l'objet, représenté par une bille dans un paysage topographique, il reste là où il est ou alors on peut prédire vers où il va rouler].

C'est la valeur non nulle du champ de Higgs dans l'état de vide qui est responsable de la viscosité du vide et par là-même de la masse des quarks, électrons et surtout des bosons  $W^+$  et  $W^-$  et  $Z^0$ , tous transmetteurs de l'interaction faible. En jouant dessus vous vous apercevrez dans la suite de la lecture qu'on peut rendre la pulpe de la mangue plus ou moins glissante afin de mieux projeter le noyau. La pulpe figure dans l'exemple cité la couche d'espace-temps qui entoure un HAUC figuré par un noyau de mangue.

Contrairement à ce qui est souvent affirmé, le Higgs n'est pas à l'origine de toutes les masses. Les protons et neutrons responsables de votre poids sur la balance concerne la chromodynamique quantique, le Higgs n'intervenant dedans que pour mille fois moins.

La plus grande partie de la masse du nucléon, contenant les protons et neutrons, s'explique par l'énergie des gluons qui lient les quarks entre eux, et les paires de quark-antiquark virtuels. Elle vaut 50 fois la masse au repos des 3 quarks constituants. C'est l'énergie du vide à l'intérieur des nucléons qui en assure la masse. **Le vide confinant explique la presque totalité de la masse des protons et neutrons et ainsi, à peu de chose près, la masse de l'univers.** Cependant, le Higgs intervient dans la différence de masse entre le neutron et le proton, qui est due essentiellement à la différence de masse entre les Quarks Down et Quarks Up conférée par le boson de Higgs. Cette différence de masse est cruciale pour la stabilité du proton, le neutron est plus lourd que lui, si bien que le neutron libre est instable mais pas le proton.



Et le champ de l'inflaton, ce champ scalaire qui a inflationné l'espace-temps dans les temps primordiaux de l'univers ? Le mécanisme de l'inflation cosmique est important à comprendre, parce qu'il a déplacé un espace-temps et son contenu matériel à une vitesse supraluminique, *chose non permise* par la relativité restreinte avec la fameuse équation  $E = mc^2$ . C'est l'inflation qui a inspiré Alcubierre dans son concept de voyage supraluminique.

Le monde réel autour de nous est né de l'interaction de ces champs quantiques avec le vide, autrement dit ces champs en interagissant entre eux et avec le vide ont fabriqué très peu de matière. Mais ces matières c'est tout le bestiaire de l'inerte et du vivant que nous connaissons et que nous voyons dans l'univers. Hubert Reeves disait que « nous sommes tous des poussières d'étoiles », mais in fine, nous savons que nous ne sommes pas des êtres constitués d'atomes de poussières : nous sommes des êtres qui émergent de l'interaction des champs d'ondes de matière et de force, et nous vivons dans un monde que nous croyons bien solide, alors que tout ce qui nous environne ne sont que du vide et des interactions d'ondes de vides, d'ondes de forces et d'ondes de matières. C'est pourquoi la Théorie des cordes, qui assimile les cordes aux ondes, est un bon candidat pour la simulation de la Réalité.



Fig.226 : *Il y a une vérité impalpable : en ce moment, l'électron qui est dans la chambre où vous êtes, est aussi celui qui se trouve dans votre corps, et dans le mien, et dans le corps du dinosaure et de la créature qui vit de l'autre côté de l'univers. C'est le même car cet électron vient du même champ. Il n'y a qu'un champ pour l'électron. Quand on parle de champ, l'objet du champ est à la fois ici et ailleurs, à la fois dans le passé le présent et le futur, son « image observable » dépend de celui qui l'observe, on ne peut en même temps déceler sa position et définir sa vitesse, il est toujours flou et en plus il peut être intriqué avec un semblable qui lui est lié indéfiniment et qui « interagit » immédiatement avec lui, même s'ils sont séparés de milliards de kilomètres.*

Prenons un exemple pour comprendre comment les champs interfèrent pour créer un atome. Un champ vu en 2D, c'est comme un filet aux mailles très fines qui oscille tout le temps. Ainsi qu'en est-il du champ de l'électron ? c'est un filet qui vibre et oscille tout le temps. En un point local de ce filet, si on lui injecte de l'énergie, il « surge » et forme une fluctuation qui va interférer sur le champ qui lui est immédiatement proche, un champ de Quark Up par exemple. Celui-ci, qui était en oscillation, est perturbé, se met à vibrer de plus en plus fort, et développe une fluctuation importante qui perturbe le champ qui lui est voisin, un champ de Quark Down par exemple qui entre en fluctuation, etc. et les fluctuations se propagent de champ en champ dans les particules pour former des atomes. L'atome lui-même est une particule et une onde. Il est plein de vide, et pourtant si vous lui lancez un photon, le photon ne le traverse pas, mais pourrait le transformer en un autre atome.

L'atome est composé de vide, mais ce vide n'est pas vide, il est composé d'énergie. La matière normale, c'est de l'énergie qui vibre et fluctue. Et c'est ce vide fluctuant de l'atome qui nous donne de l'atome cette impression de dureté, de solide, mais en réalité c'est la répulsion électromagnétique qui nous donne la sensation que le monde est constitué d'objets solides. Aujourd'hui on est certain qu'un atome est rempli à bloc par ses orbitales atomiques, même s'il reste du vide entre les orbitales des électrons. Le volume d'un atome est occupé par les nuages électroniques sur lesquels les particules-ondes extérieurs viennent diffracter.

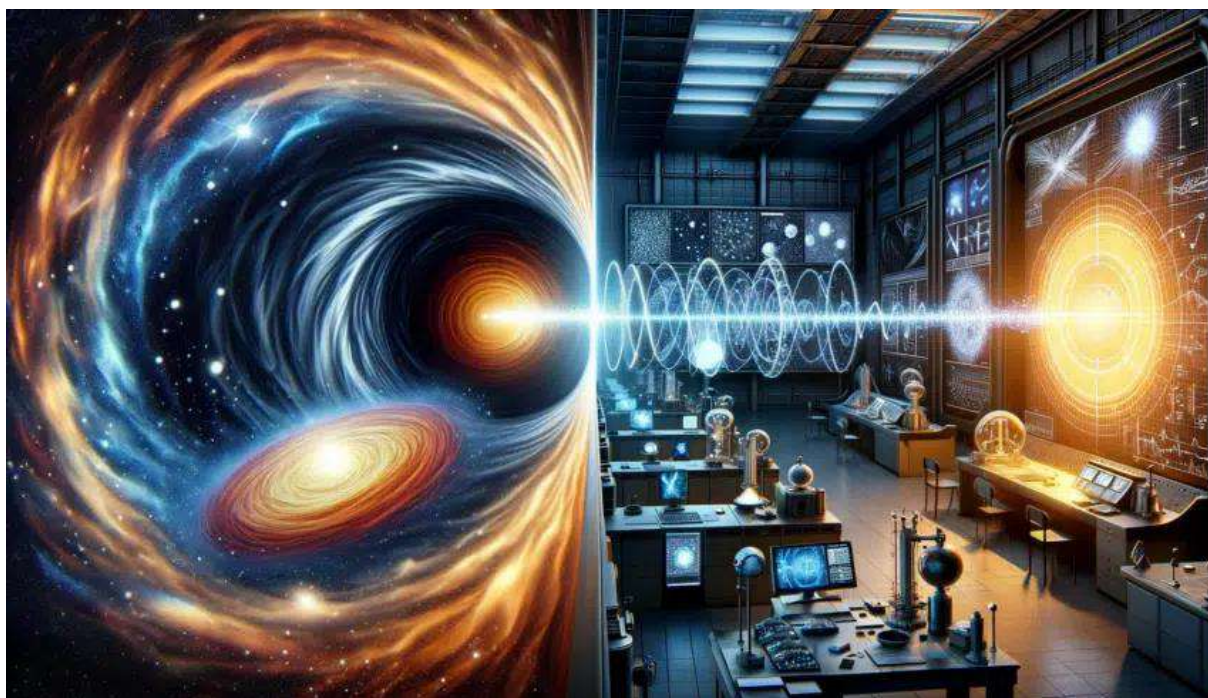


Fig.227 - Le nuage électronique d'un électron, c'est comme un électron qui aurait lui-même diffracté sur le noyau tout en restant lié à lui. Et il faut ajouter le fourmillement des photons médiateurs de la force électromagnétique qui peuple ce nuage. Des particules comme des neutrons ou des photons X peuvent venir diffracter sur le noyau atomique. Et au sein du noyau, les gluons, les quarks, les bosons électrofaibles viennent aussi diffracter sur les protons et neutrons. Une orbitale atomique est une fonction mathématique qui décrit le comportement ondulatoire des électrons dans des régions situées dans le voisinage de cet atome. Ces régions sont des iso-surfaces complexes qui représentent des probabilités quantiques.

#### **Observable 4 : le déplacement hybride multi-milieus du HAUC**

Maintenant que nous avons vu comment le gros HAUC pourrait produire son énergie propre à partir du vide ambiant, posons-nous cette question : *si le comédon de la Fig.52 était un HAUC, sur quoi devrait-il se faire pousser pour quitter son logement ?*

Il devrait se faire pousser par du vide (le contenu) enrobé d'espace-temps (le contenant), parce qu'il n'y a que ça autour de lui à des milliards de milliards de kilomètres, dans l'immensité de l'espace qu'il doit transiter pour venir jusqu'à nous.

Il faudrait que les occupants du Big HAUC considèrent que le milieu interplanétaire qu'ils auront à traverser est un champ de vide cosmologique imbibé de vide quantique et que ce champ possède une structure élastique comparable à celle de l'espace-temps décrite par Einstein. Est-ce que cela l'est, dans la réalité ? Oui.

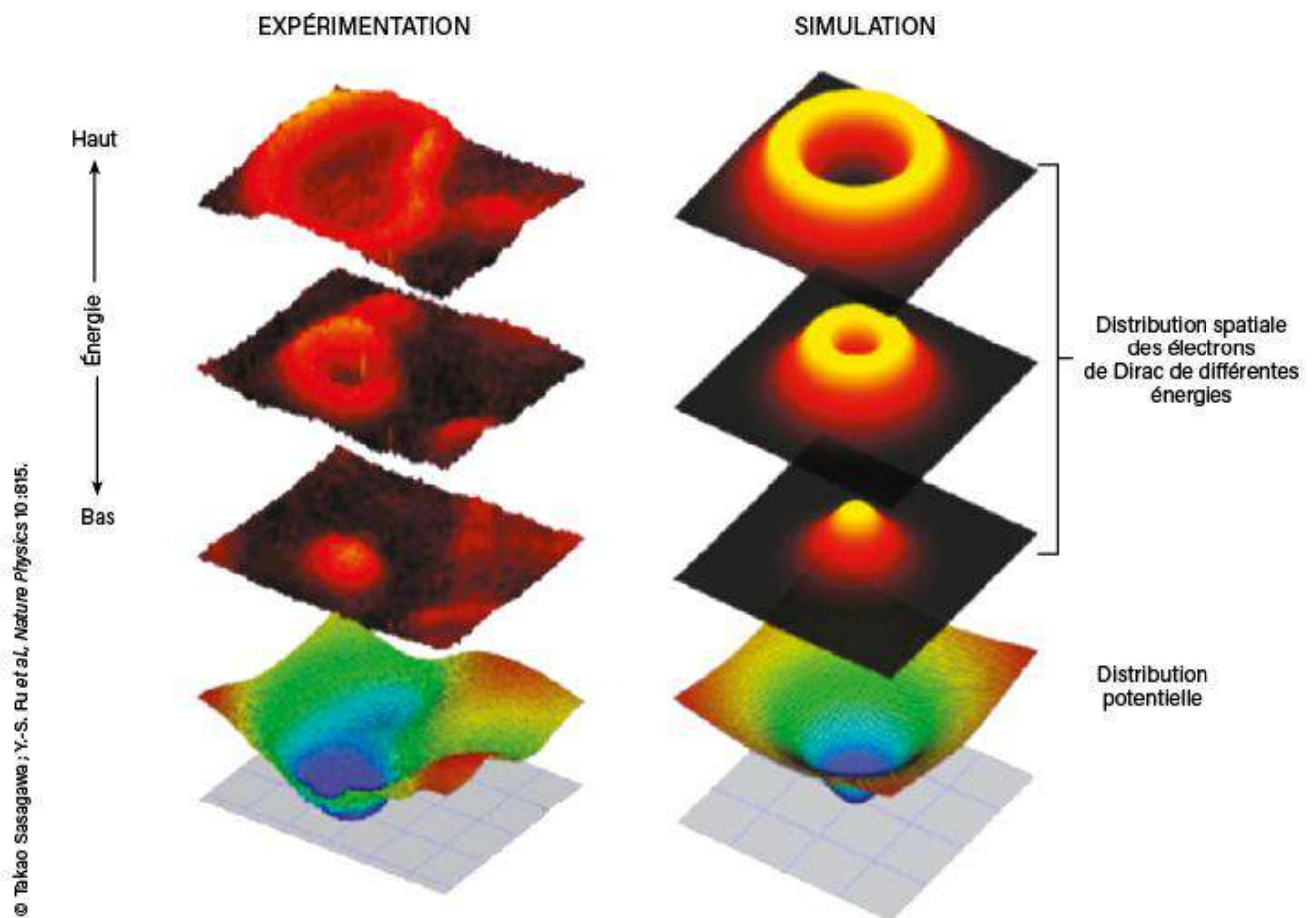


Fig.228 – *Toujours comparer le simulé au réel. Il faut toujours mesurer l'écart entre le simulé et le réel pour pouvoir analyser l'erreur ou le défaut afin de corriger le modèle et l'améliorer. Mais attention ! La probabilité quantique est d'une essence autre que la probabilité des événements que vous avez dans la vie courante. Par exemple dans la vie réelle, quand vous lancez une pièce de monnaie en l'air, elle retombe toujours sur l'une de ses faces et la probabilité est soit zéro, soit 1. C'est une probabilité déterministe, et si vous collectez un grand nombre d'événements, vous pouvez prédire le résultat avec un certain écart-type. Dans le quantique, quand vous jetez une pièce de monnaie quantique, elle peut tomber sur pile ou face, mais elle peut aussi tomber sur la tranche. La probabilité sera soit zéro, soit 1, soit zéro et 1 en même temps. Ici la probabilité est indéterminée, car sa nature profonde est*



*multidimensionnelle, et le résultat est incertain car il dépend de celui qui l'observe. Ne confondez pas les probabilités d'états macroscopiques avec les probabilités de nature quantique microscopique. Les électrons d'un atome ne tournent pas autour du noyau sur des orbites définies, comme le font les planètes qui gravitent autour du soleil. Un atome, c'est un nuage flou qui bouge, oscille et vibre tout le temps. Un paquet d'atomes est comme un paquet d'ondes stationnaires occupant un volume à l'intérieur duquel elles ont des propriétés quantiques définies et susceptibles d'interagir avec d'autres particules, y compris celles qui sont virtuelles et qui viennent du vide au Point Zéro.*

Le mode de déplacement du HAUC est une poussée de pression qui émane de l'espace-temps local du HAUC contre l'espace-temps propre du HAUC. Le HAUC s'est lui-même entouré d'une bulle d'espace-temps propre pour se protéger des inconvénients énoncés par la Théorie de la Relativité restreinte d'Einstein. C'est la seule manière de voyager très vite, même plus vite que la vitesse de la lumière dans le vide, sans être soumis aux inconvénients annoncés par l'équation  $E = mc^2$ .

D'après Einstein, plus vous êtes proche de la vitesse de la lumière, plus vous avez besoin d'énergie pour progresser, plus votre corps s'alourdit, et vous êtes de plus en plus comprimé en épaisseur. Quand vous atteignez la vitesse de la lumière, vous devenez énergie, vous disparaîsez dans un flash de lumière.

Le Dr. Miguel Alcubierre partage bien sûr l'opinion d'Einstein. Mais il nous explique, et ses calculs le montrent, qu'il n'y a aucune limite de vitesse quand un espace-temps se déplace *au sein* d'un autre espace-temps. La preuve ? En ce moment même où vous lisez ces lignes, toutes les galaxies qui se trouvent à plus de 32,6 milliards d'années-lumière de là où vous êtes se déplacent plus vite que la vitesse de la lumière par rapport à votre position, et personne n'en ressent les effets. Les galaxies les plus lointaines s'éloignent de nous de 1% à 2% de la vitesse de la lumière, mais étant donné les distances qui les séparent de nous, **leur lumière ne nous est pas encore parvenue** et nous ne les voyons pas. Il faut savoir qu'à l'exception de notre groupe local de galaxies, chaque galaxie s'éloigne de plus en plus de nous à la vitesse de 70 km/s/Mégaparsec. Ce qui signifie que pour chaque distance de 3,26 millions d'années-lumière de nous, une galaxie lointaine s'éloigne de nous à la vitesse de 70 km/s pour chaque Mégaparsec **supplémentaire**. Ainsi une galaxie éloignée à 326 millions d'années-lumière de nous se déplace à 700 km/s. Et une galaxie à 32,6 milliards d'années-lumière de nous s'éloigne de nous à une vitesse largement supérieure à celle de la lumière. La lumière, en nous fuyant, à une certaine distance, voyage en apparence plus vite que la lumière. On peut aussi dire qu'en chaque seconde, une distance de 3,26 millions d'années-lumière s'agrandit de 70 km. Or cette expansion ridiculement faible a lieu en chaque point de l'univers, donc quand on cumule l'expansion sur des distances de plusieurs milliards d'années-lumière, la vitesse d'éloignement dépasse la vitesse de la lumière. Mais localement, la vitesse d'expansion est toujours imperceptible tellement elle est faible.

La limite indépassable de la lumière ne s'applique qu'aux objets qui se déplacent **dans** l'espace. Mais les galaxies ne font pas que se déplacer dans l'espace, l'espace entre les galaxies s'expande, pour les galaxies très éloignées de nous, à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Et donc nous ne verrons pas ces galaxies dont la lumière ne peut ni ne pourra jamais nous parvenir.



Revenons au HAUC. Si vous êtes enfermé dans un HAUC qui est immobile dans une bulle d'espace-temps propre et qui cherche à se frayer un passage à l'intérieur de l'espace-temps local, vous pouvez vous déplacer plus vite que la lumière elle-même. Jusqu'à au moins 1.032 fois la vitesse de lumière, d'après les calculs de la NASA.

Ce phénomène s'était déjà produit au tout début du Big Bang, quand l'espace-temps s'était gonflé d'un seul coup sous l'effet de champ de l'inflaton (particule non encore mis en évidence au LHC). Mais peu importe, la Théorie d'Alain Guth (1983) explique que nous vivons dans un univers qui, dans sa singularité initiale, était microscopique, très chaud, très dense, sans matière ni énergie. Mais pour qu'il y ait « singularité » dans le Big Bang, il faudrait qu'il y ait simultanément en des points très éloignés de l'Univers puisque le Big Bang s'est produit partout à la fois. Or la simultanéité dans le temps n'existe pas, d'après la Théorie de la Relativité générale d'Einstein. Donc il doit exister un « avant Big Bang, d'après la Théorie du Rebond. Toujours est-il qu'après l'inflation, les forces unifiées de l'Univers apparaissent. A  $10^{-43}$  s la force de gravité se sépare, puis à  $10^{-34}$  s ce fut le tour de la Force forte. A  $10^{-36}$  seconde de son existence, s'est déclenchée d'une durée de  $10^{-36}$  s à  $10^{-32}$  s une expansion accélérée du volume de l'espace d'un facteur de  $10^{30}$  à  $10^{10.000}$  (selon une autre hypothèse) pour former 50% de son volume actuel, c'est à dire une boule de 93.000.000.000 d'années-lumière de diamètre (notre univers observable).

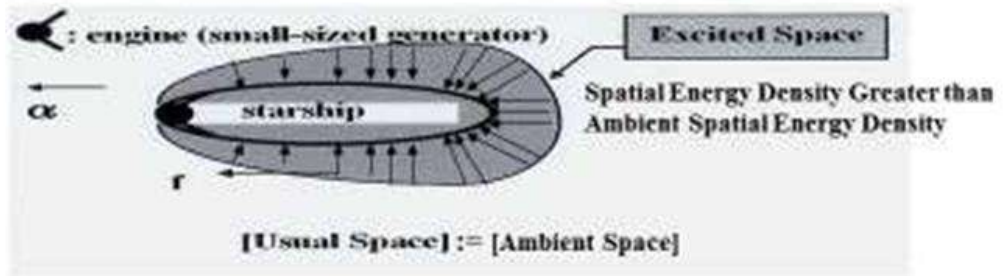
L'Univers réel est bien plus grand que l'univers observable, mais on ne sait pas où se trouve ses limites ni s'il est fini ou infini. **Cet univers réel, c'est l'espace-temps local dans lequel se déplace l'espace-temps propre du HAUC.** Les 100% de l'univers ont été soumis d'abord à une accélération décélérée par les forces de gravité pendant 8 milliards d'années, puis tout d'un coup à une accélération dont on ne connaît pas la cause depuis 5 milliards d'années.

On ne comprend pas parce que l'énergie qui a causé cette accélération vient du vide et n'a pas décréu, car la densité d'énergie de l'Univers est restée constante. Il y a eu de petites fluctuations du fond diffus cosmologique (CMB) de l'ordre de  $10^{-5}$  s mais à part cela tout est resté identique.

Dans l'hypothèse basse de l'inflation, l'univers était comparable à une bactérie qui s'enflerait jusqu'à atteindre la taille de la Voie Lactée. Durant cette expansion cosmique du vide, toutes les particules ont été dépouillées de leur énergie, l'univers est devenu un lieu vide gelé. L'énergie de l'inflation s'est déversée dans tout l'univers, la réchauffant à plusieurs milliards de degrés. Il y a interaction entre le champ de Higgs et le champ de l'inflaton, particule de l'inflation cosmique. A  $10^{-12}$  s, toutes les forces se sont séparées dans les formes distinctes que nous voyons aujourd'hui.

C'est à cette époque que commence la baryogénèse : la soupe primordiale s'est condensée en protons et neutrons ; la matière et l'antimatière se forma dans l'Univers.

## SPACE DRIVE PROPULSION SYSTEM



- Curvature of SPACE ( $R^{00}$ ) plays a significant role for propulsion theory (Y.Minami:1988).

$$F^i = m\sqrt{-g_{00}}c^2\Gamma_{00}^i = m\alpha^i = m\sqrt{-g_{00}}c^2\int_a^b R^{00}(x^i)dx^i$$

$$R^{00} = \frac{4\pi G}{\mu_0 c^4} \cdot B^2 \quad \text{Both strength of curvature and its extent (volume) are important.}$$

- Acceleration induced by de Sitter solution is found in 1996 by Minami : constant acceleration  $\alpha$  (i.e. no tidal force inside of the starship).

$$\alpha = \frac{2\pi G\lambda}{3c^2} \phi_0^4 = 1.6 \times 10^{-27} \lambda \phi_0^4$$

$\Phi_0$ : non-zero vacuum expectation value of field

Fig.229 : On distingue au centre le HAUC (c'est l'ovale marqué starship) entouré d'une couche grise foncée représentant le vide à forte densité (la zone englobant des flèches), puis une zone grisée claire qui représente le milieu à traverser, c'est-à-dire le vide interplanétaire, l'atmosphère ou l'eau d'une planète.

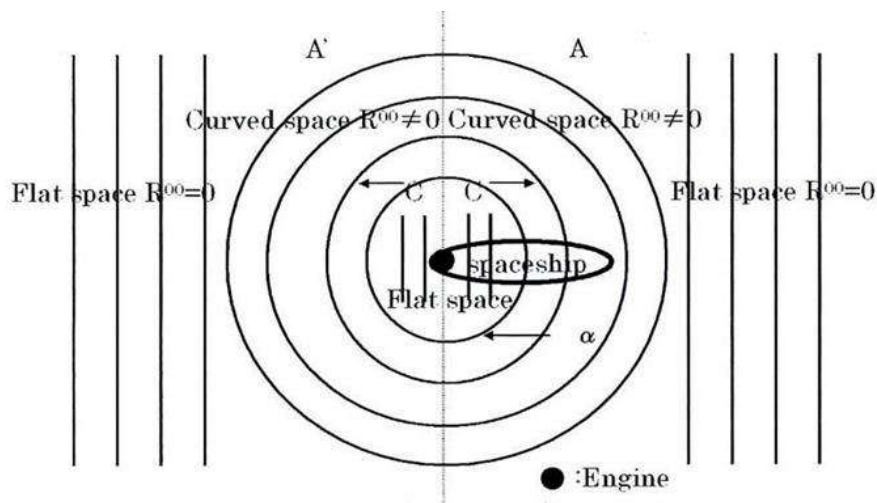


Fig.230 : Les lignes droites et courbes figurent les géodésiques de l'espace-temps. La figure montre un HAUC enrobé de sa coque, muni d'un moteur à distorsion d'espace-temps

représenté par le point noir. Les lignes parallèles verticales figurent en 2D l'espace « plat ». Les cercles figurent à la fois les courbures de l'espace-temps local et la pression du champ du vide et du quasi-vide traversé par le HAUC. C'est le moteur du HAUC qui crée les cercles.

Le HAUC utilise un système de propulsion qui fait appel à la poussée de pression (pressure thrust). Ce système attendrit l'espace-temps du milieu traversé, le courbe et le fait s'enrouler autour de lui jusqu'à l'envelopper entièrement d'une « boule » d'espace-temps qui lui est propre. Le HAUC s'enveloppe d'une sorte de « coque ». Ensuite il attribue à cette coque des caractéristiques aptes à supporter un voyage dans n'importe quel milieu : vide cosmique, atmosphère, eau, ... se résumant finalement à un quasi-vide puisque les gaz atmosphériques et l'eau sont de la matière et... la matière, c'est du quasi-vide puisqu'à l'intérieur de la matière, c'est encore beaucoup de vide. Ensuite il considère le milieu (l'espace-temps) qui est extérieure à la coque comme un empilement de couches multiples de membranes élastiques transparentes (des tranches d'espace-temps local comme du caoutchouc transparent), qu'il va courber. Il va commencer par courber très fortement la membrane qui se trouve immédiatement derrière la coque, puis un peu moins fortement la membrane qui se trouve derrière celle-ci, puis encore un peu moins celle d'après, et ainsi de suite. Jusqu'à l'avant dernière membrane, située loin derrière, qu'il ne courbera que très légèrement.

Et enfin, la toute dernière membrane, celle qui est la plus éloignée de lui, ne sera pas courbée. La courbure de la dernière membrane est équivalente à la courbure de l'espace-temps du milieu traversé par la coque contenant le HAUC. Derrière cette toute « dernière » membrane, toutes les membranes ont la courbure naturelle du milieu traversé. Le milieu traversé peut être l'espace extragalactique, l'espace intra-galactique, l'espace proche d'une planète, l'atmosphère d'une planète, ou le milieu aquatique d'une planète, mais en fin de compte tout cela c'est ramené à du quasi-vide possédant une structure d'espace-temps.

Formation de la poussée de pression assurant la propulsion : Il faut que le HAUC fasse une action sur le champ du milieu traversé pour l'obliger à courber. Pour comprendre ceci, prenons une fine tranche d'espace-temps classique 3D + 1, et laissons de côté la dimension temps. La tranche d'espace est alors représentée par une surface 2D, qui ressemble à la surface d'une voile élastique transparente que vous voyez sur les dessins ci-dessous.

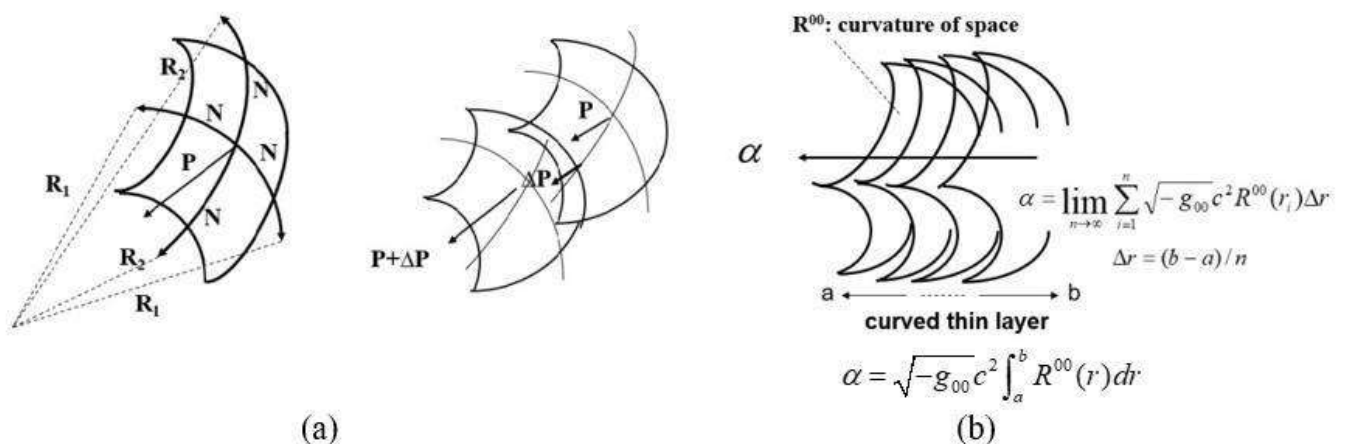


Fig. 231 : En (a) la courbure de l'espace engendre une tension de surface tournée vers l'intérieur de la courbure, une pression  $P$  est générée, équivalente à un champ de pression. En (b) un grand nombre de voiles courbées engendre une force unidirectionnelle, équivalente

à une accélération du champ Alpha. C'est la courbure de l'espace  $R^{\circ\circ}$  qui produit l'accélération du champ Alpha.

Alpha est exprimé en  $m/s^2$  (mètre/seconde carré).  $g^{\circ\circ}$  est le temps correspondant au tenseur métrique ( $\sim -1$ ),  $a-b$  l'intervalle de la région de l'espace,  $r$  la direction du rayon de courbure,  $c$  la vitesse de la lumière,  $R^{\circ\circ}$  la courbure de l'espace.

On voit que quand la voile courbe, c'est-à-dire quand une tranche d'espace-temps courbe, une pression  $P$  est générée vers l'intérieur de la surface courbée. La force exercée en raison de la courbure de la surface est comparable à un champ de pression.

L'accumulation de plusieurs voiles courbées crée un champ volumétrique de « poussée de pression » composée de  $(P + \Delta P)$ , dont la résultante de poussée quand de nombreuses voiles s'ajoutent sur une distance ( $a$  à  $b$ ) est représentée par le vecteur Alpha.

L'intensité du vecteur Alpha est proportionnelle au produit des surfaces de courbures par la distance de  $a$  à  $b$ , figurant toute la zone courbée.  $R_1$  et  $R_2$  sont les rayons de courbure de la surface courbée, et  $R^{\circ\circ}$  est la courbure de l'espace.

L'équation à droite au-dessus de (b) indique que l'accélération du champ Alpha est produite par un espace courbé.

L'intensité de l'accélération produite par un espace courbé est proportionnelle au produit de l'espace courbé  $R^{\circ\circ}$  et à la longueur de la région courbée de  $a$  à  $b$ .

Avant d'aller plus loin, essayons de comprendre la gravité tel que Newton nous l'explique, et la gravité tel que Einstein nous l'explique, et enfin quelques formulations sur une théorie quantique des champs comprenant la gravité – théorie qui, je le répète – est encore contestée.

Pour Newton, la gravité est une force attractive, qui apparaît de manière instantanée, et qui est proportionnelle aux masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui relie les masses.

Ainsi, si la pomme du jardin tombe vers le sol, c'est parce la masse de la Terre engendre une force qui attire la masse de la pomme vers elle.

Si la pomme avait une masse plus grande que la Terre, la Terre serait tombée sur la pomme.



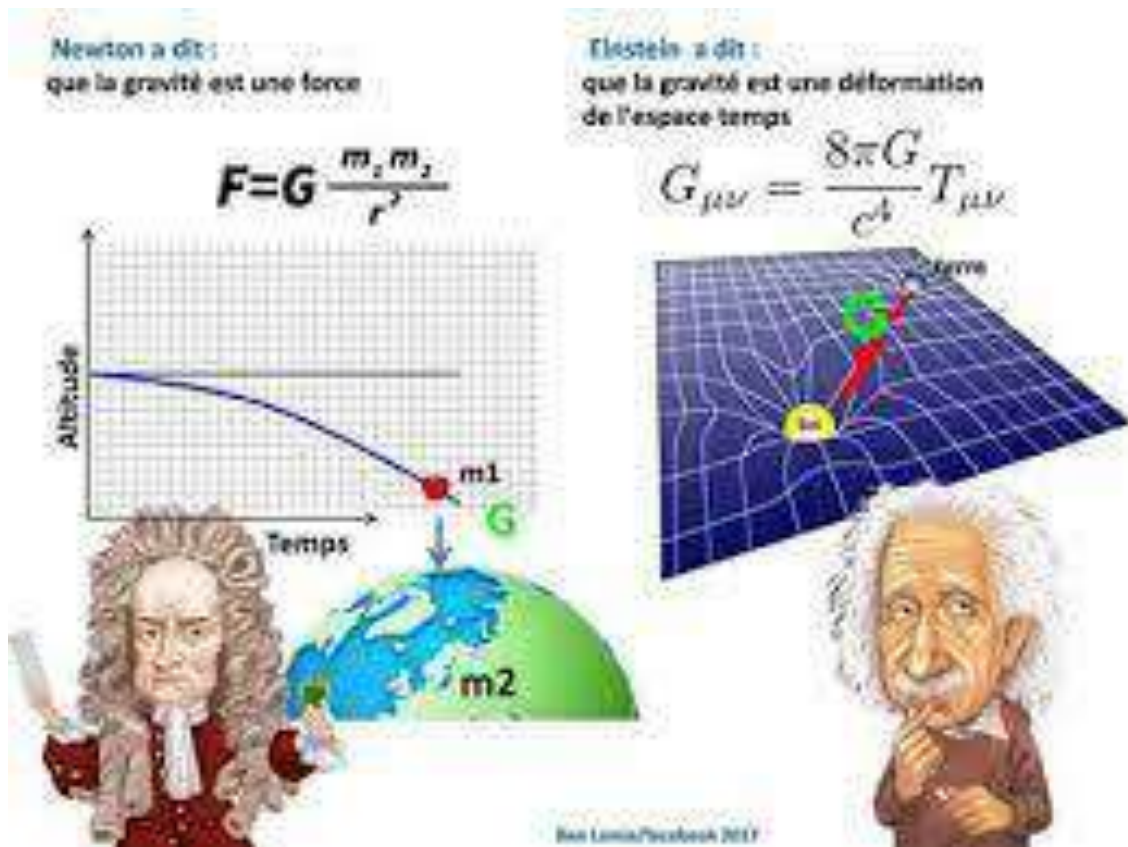


Fig.232 : Pour Einstein, la gravité n'existe pas par elle-même. Elle n'est pas une force non plus. Elle n'est pas instantanée, elle voyage à la vitesse de la lumière. La gravité est un effet de la courbure de l'espace-temps, mais c'est la gravité qui indique à l'espace-temps comment il doit courber, et ce sont les courbures de l'espace-temps qui indiquent aux masses où elles doivent aller.

Einstein reconnaît que la concentration de matière et d'énergie courbent aussi l'espace, mais les principes sont flous parce qu'il manque une théorie quantique de la gravité.

Les scientifiques qui cherchent à construire un analogue HAUC soutiennent que : **c'est une forme virtuelle d'énergie qui émane de la dualité particule/antiparticule qui dicte à l'espace comment il doit courber**. Ces scientifiques sont en accord avec la Relativité restreinte et la Relativité générale, mais arrivent à contourner les limitations de ces deux théories sur certains aspects, notamment en assimilant la gravité à une force. Ils soutiennent que l'espace-temps peut être ingénieré localement en manipulant les champs quantiques. Pour eux l'espace-temps et les milieux air, eau, espace, c'est du vide imbriqué de nombreux quasi-vides.

La Fig.233 explique, d'après Einstein, pourquoi la pomme tombe sur le sol. La Terre est entourée par un espace-temps courbé en cercles concentriques centrées sur elle. La courbure de l'espace-temps se manifeste par un champ gravitationnel qui entoure la Terre. Comme la pomme se trouve dans le champ gravitationnel, elle est poussée par la pression de ce champ et tombe. Bien que la courbure de l'espace-temps soit faible à la surface de la Terre, elle est suffisante pour engendrer une accélération de champ de 9,8 m/s<sup>2</sup>. La pomme tombe parce qu'elle est sous l'influence d'une poussée de pression due à la courbure de l'espace, et non parce qu'elle est attirée par la masse de la Terre.

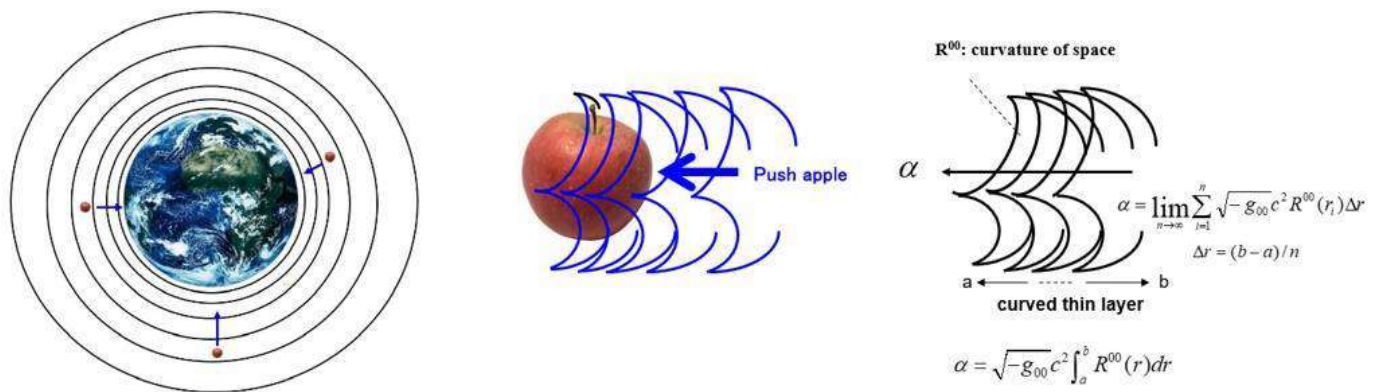


Fig. 233 : La pomme tombe vers la Terre parce qu'elle est poussée par la poussée de pression due à la courbure de l'espace, et non parce qu'elle est attirée par la Terre.

L'espace-temps cosmique, contenant en son sein la matière (étoiles, planètes, etc), possède une structure à 3 + 1 dimensions. Elle est déterminée par une structure de surfaces quadratiques (la géométrie de Riemann). Cette structure est supposée continue à l'infini (appelé le continuum), possédant un corps élastique (comme du caoutchouc) qu'on peut courber et tordre, élonger et comprimer, faire expander ou faire rétracter. **Une fine couche de cette structure est comparable à la membrane transparente d'une surface d'une bulle de savon.** Si cette membrane « plate » (espace non courbée, sa courbure est zéro) courbe, sa courbure est non-zéro.



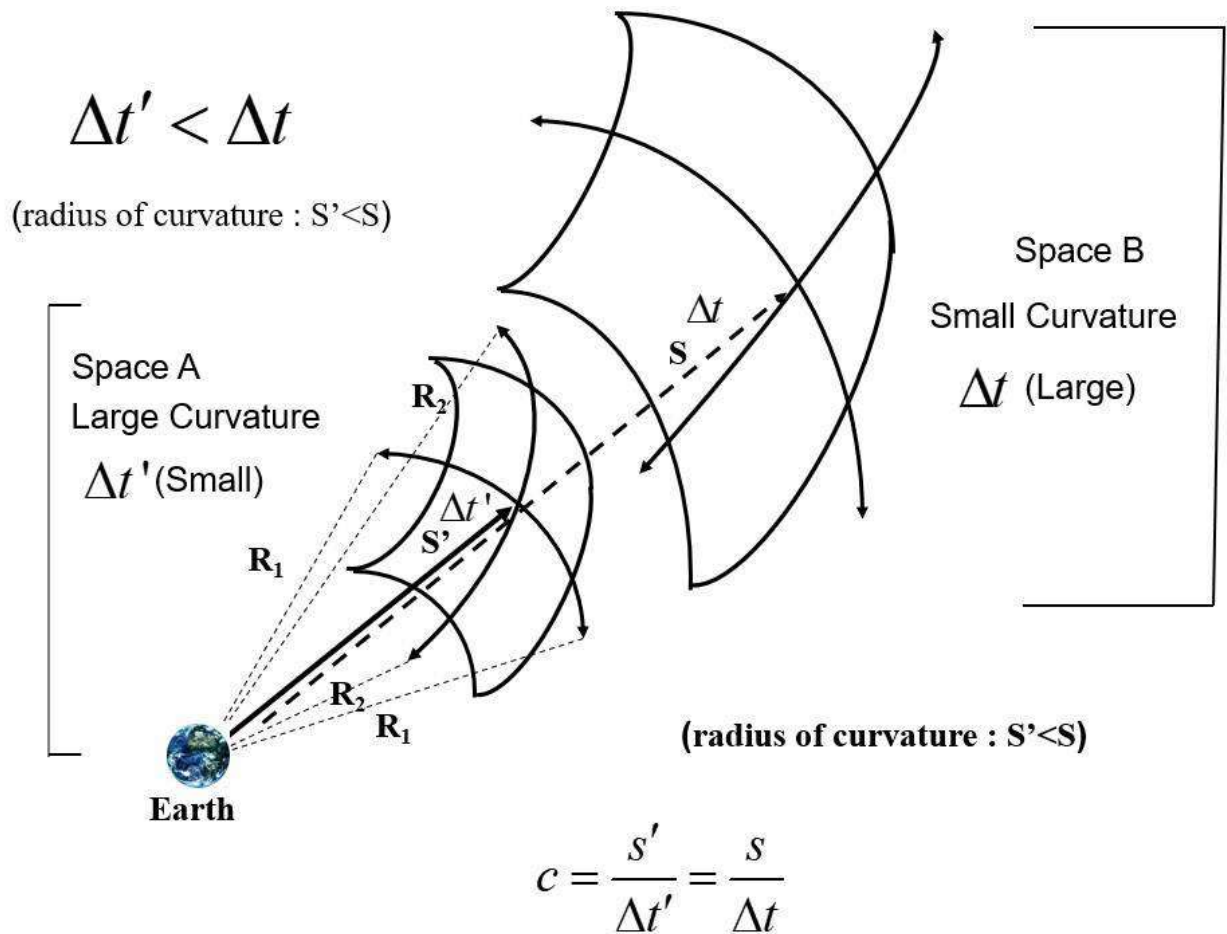
Fig.234 : Une bulle de savon.

C'est la pression  $P$  causée par les forces de membrane à la surface d'une bulle de savon de rayon  $R$  qui est à l'origine de sa courbure négative, négative parce que la pression est dirigée vers l'intérieur de la courbure. La force d'expansion de l'air qui se trouve à l'intérieur de la bulle tend à la faire éclater, mais c'est la pression  $P$  qui empêche la bulle d'éclater. La surface se déploie parce que les lignes rouges  $R1$  et  $R2$ , qui figurent les forces de tension de surface, courbent la surface jusqu'à donner la forme d'une bulle.

$$- P = N. (1/R1 + 1/R2) = N. (1/R + 1/R) = 2N/R$$

N est la force de membrane. Le rayon de courbure de R1 est égal au rayon de courbure R2. R2 est égal au rayon de courbure R de la bulle.

La Fig.226 montre que quand la courbure de la surface (Space A sur le dessin) est forte, la longueur S' est petite (cette longueur est la distance entre la surface de la Terre et la position de la membrane Space A – soit le rayon de la bulle formée par la surface de la membrane Space A avec la Terre, vue comme un point); quand la courbure de la surface est faible (Space B), la longueur S est grande (cette longueur est la distance entre la surface de la Terre et la position de la membrane Space B – soit le rayon de la bulle formée par la surface de la membrane Space B avec la Terre, vue comme un point). La longueur de S' est inférieure à S.



**The strain rate of space takes a constant value “c” regardless of the curvature of space.**

Fig.235 : Retenons seulement de ce dessin que plus l'espace courbe, plus le temps ralentit.

Delta t' est le différentiel de temps qu'il faut pour parvenir de la Terre jusqu'à la membrane la moins éloignée Space A. Delta t est le différentiel de temps qu'il faut pour parvenir jusqu'à la membrane la plus éloignée Space B. Remarquez que S' = Delta t', S = Delta t. Le passage du temps sur Space A est plus court que le passage du temps sur Space B.

c est le *taux de déformation de l'espace* (strain rate), à ne pas confondre avec la célérité qui est la vitesse de la lumière dans le vide. Le rapport entre la courbure plus ou moins accentuée de la membrane avec l'écoulement du temps plus ou moins vite est donnée par l'équation c, ce qui veut dire : là où règne une plus forte gravité, l'espace-temps est plus courbé, et donc la

propagation du temps dans cet espace est ralentie par rapport à la propagation du temps dans un espace moins courbé, c'est-à-dire possédant une gravité plus faible. Pour le moment, reprenez simplement : courbure forte de l'espace, temps ralenti.

Le HAUC se déplace dans un milieu dont il manipule la courbure, pas en se servant de la gravité, mais avec des forces.

Prenons l'exemple du noyau d'un fruit, la mangue. Imaginons que ce noyau est un HAUC. Imaginons que la pulpe comestible qui entoure le noyau est la « boule » d'espace-temps propre qui entoure le HAUC. Imaginons maintenant que la mangue est épluchée, et que le volume d'air qui entoure la mangue est l'espace-temps local. Si la pulpe comestible de la mangue est bien mûre, un peu visqueuse et glissante, et que vous la pressez de vos deux mains, « hop ! » la mangue épluchée glisse de vos doigts et part droit devant, emmenant le noyau avec. Si le HAUC était un noyau de mangue, il faudrait qu'il se crée sa pulpe bien glissante, et qu'il crée autour de sa pulpe la pression de poussée exercée par vos mains pour s'éjecter dans l'espace environnant. Mais le noyau peut aussi remplacer la pression de poussée exercée par vos mains par la pression de poussée exercée par la toile d'un trampoline. Pour cela, il faut que le noyau s'appuie contre une toile de trampoline et qu'il la pousse en arrière, puis qu'il la relâche d'un coup pour s'éjecter droit devant.



Fig.236 : Une mangue découpée montrant son noyau entouré de sa pulpe comestible. Le noyau de mangue présente les formes caractéristiques d'un gros HAUC.

Imaginons que la pulpe de mangue est un champ de force. Le champ de force est une sorte de coque invisible qui protège le noyau (ce noyau représente le HAUC). Pour créer cette coque invisible, il faut que le noyau (alias le HAUC) impulse en chaque point du volume du champ qui l'entoure, représenté par la pulpe, une valeur de densité d'énergie telle que :

- dans la couche d'espace et de champ du vide qui lui est immédiatement proche, une densité d'énergie compatible avec la résistance de la structure de HAUC.
- dans la couche d'espace et de champ externe à la pulpe, celle qui va interfacer avec le milieu à traverser, c'est-à-dire l'air ambiant par exemple, une densité d'énergie qui lui soit d'abord supérieure, puis qui va s'amenuiser jusqu'à devenir identique à celle du milieu à traverser.
- entre ces deux couches, le noyau (alias le HAUC) créera des couches-tampons (ou couches intermédiaires d'amortissements), dont l'épaisseur dépendra de la viscosité qu'il souhaitera donner à sa coque protectrice. C'est le gradient de densité d'énergie entre une zone externe



et une zone interne, calculé sur tout le volume qui entoure le HAUC, qui détermine finalement l'épaisseur de la coque protectrice du HAUC et sa viscosité par rapport au milieu à traverser.

Imaginons que l'Univers, composé de l'espace-temps de De Sitter et du quasi-vide, est en 2D et comparable au tissu élastique de ce trampoline.

Les ressorts qui tendent l'Univers, c'est la constante cosmologique Lambda de l'équation d'Einstein qui, dans notre univers, expanse le quasi-vide à la vitesse de 72 km/s<sup>2</sup> par parsec. Un parsec vaut 3,26 années-lumière, ou 30.856.775.814.672.000 m.



Fig.237 : Posons en plein milieu du trampoline une mangue épluchée bien mûre. Le trampoline figure un espace-temps en deux dimensions, les ressorts qui tendent le trampoline figurent l'énergie noire qui sous-tend et expanse l'univers dans tous les sens à sa périphérie. Le noyau de la mangue figure le HAUC. Le noyau est enrobé dans sa pulpe glissante, comme le HAUC est enrobé dans son espace-temps propre. Plongeons sous le trampoline et de l'autre côté du tissu du trampoline, agrippons la mangue épluchée au travers du tissu et tirons-la vers l'arrière, puis lâchons-la d'un coup sec. C'est la poussée de pression du trampoline qui va propulser la mangue droit devant.

Très schématiquement, le gros HAUC est comme un noyau de mangue enrobé dans sa pulpe spécifique d'espace-temps propre, pulpe projetée en avant par un tissu souple de trampoline qui figure une couche de l'espace-temps local, les brins de caoutchouc tendant le trampoline sur ses bords figurent les forces exercées par l'énergie noire sur l'univers, et la pression supplémentaire exercée par la main qui tire le tissu du trampoline en arrière est la force de

distorsion provoquée par les moteurs du HAUC pour courber l'espace-temps du milieu traversé (espace-temps local). En lâchant la mangue, le trampoline qui figure à la fois l'espace-temps du milieu traversé et l'espace-temps de tout l'univers (la constante cosmologique) exerce une poussée de pression sur la mangue et la propulse droit devant. Le trampoline qui revient spontanément à son état d'équilibre initial, c'est le Théorème de Noether.

Voilà, vous avez compris comment le gros HAUC se déplace vers l'avant. Il courbe par strates successives l'espace-temps qui enveloppe sa boule d'espace-temps, créant une poussée de pression intense s'exerçant sur sa propre boule d'espace-temps. S'il interrompt brutalement la mise en courbure de l'espace-temps, l'espace-temps revient naturellement à sa condition d'équilibre, c'est-à-dire à une courbure zéro (équivalent à un lâché de trampoline).

C'est le passage courbure/non courbure qui propulse. Plus on augmente la cadence courbure/non courbure, plus le gros HAUC va accélérer. Plus on tire fort vers l'arrière le trampoline, plus la poussée de pression est forte et plus la mangue épluchée va acquérir de la vitesse, et donc forcément le noyau de la mangue (alias le HAUC) va aussi acquérir de la vitesse.

Imaginons maintenant que le noyau de la mangue (c'est-à-dire le HAUC), enrobé dans sa pulpe qui figure son espace-temps propre, attendrit sa pulpe jusqu'à la rendre très glissante, et qu'ensuite il exerce une tension sur le tissu du trampoline jusqu'à faire courber le tissu vers lui pour générer un champ de pression Alpha comme nous l'avons vu plus haut. Si tout d'un coup le noyau lâche la tension, le tissu retrouve sa forme d'origine et propulse la mangue épluchée droit devant.

Imaginons maintenant qu'au lieu d'avoir un seul trampoline, nous avons plusieurs trampolines en couches superposées, et que le noyau de la mangue (c'est-à-dire le HAUC) courbe les nombreuses couches de tissu vers lui. Si le noyau lâche les pressions sur les nombreuses couches superposées, la mangue épluchée va être catapultée par les poussées des pressions avec des accélérations multipliées par autant de trampolines superposés.

Enfin, allons encore plus loin : si maintenant au lieu de n'exercer que des pressions sur des couches d'espace-temps qui se trouvent derrière lui, le HAUC exerce aussi des pressions sur les couches qui se trouvent devant lui, la mangue épluchée va être à la fois poussée et aspirée par les couches d'espace-temps à l'arrière et à l'avant, ce qui va sur-multiplier son accélération.

Et voilà : vous venez de découvrir le mécanisme qui permet à un HAUC de « voler ». Or ce qui vient d'être décrit se passe en une seule impulsion. Or le moteur de distorsion du HAUC est capable de faire des millions d'impulsions par seconde, alors imaginez l'incroyable accélération et la vitesse pouvant être atteinte par cette technologie. Il reste à traduire ces mécanismes par des équations.

La figure 238 ci-dessous montre comment en courbant le secteur arrière de l'espace-temps quasi-vide, le HAUC se propulse en avant, sans même se donner la peine de courber le secteur avant. Le HAUC se propulse de la droite vers la gauche.

Pour ce faire, le HAUC induit en chaque point du champ scalaire du secteur arrière la densité d'énergie qui convient.

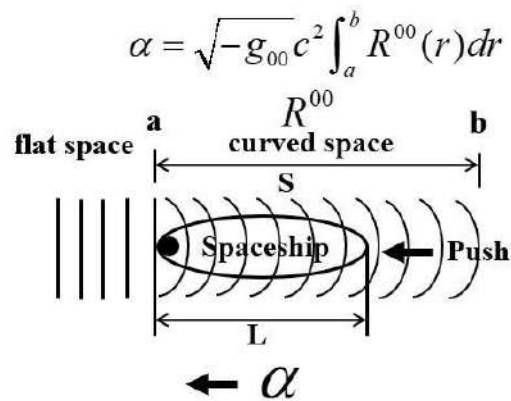


Fig.238 – Le HAUC se propulse rien qu'en courbant le secteur arrière d'espace-temps

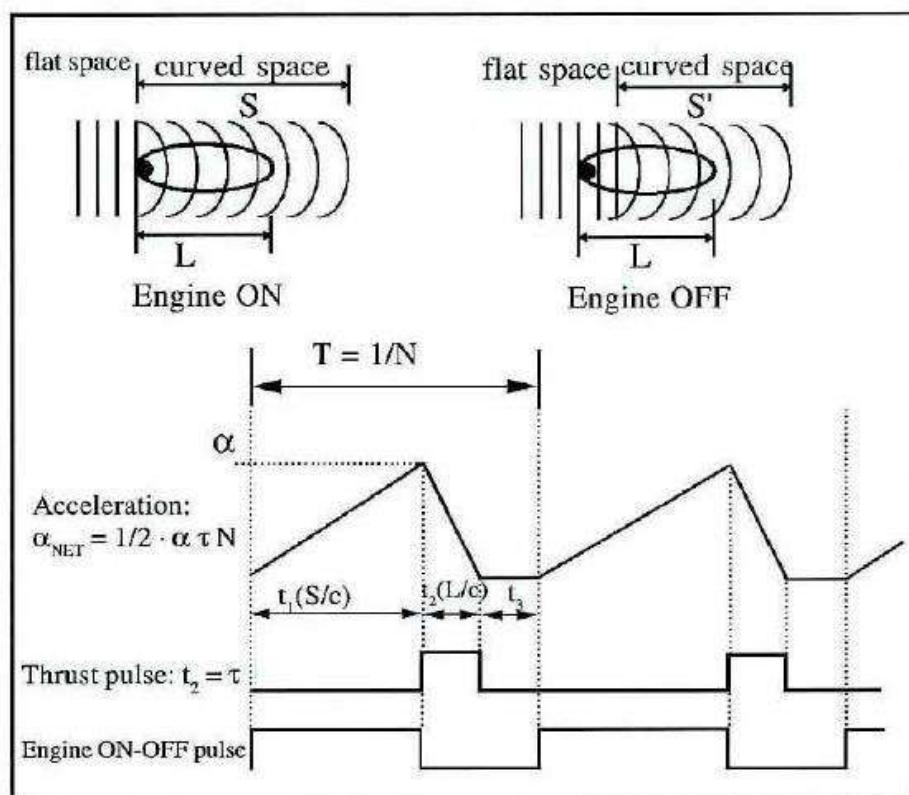
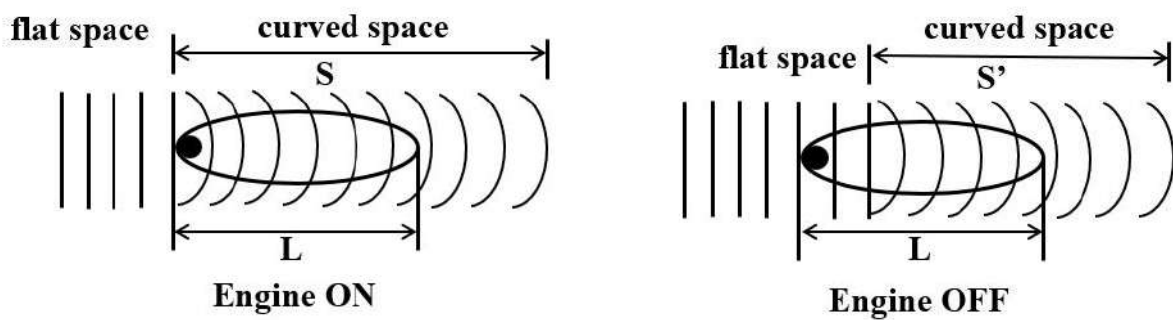


Fig.239 – Le déplacement du HAUC est une suite d'oscillation ON/OFF. En ON c'est le moteur qui distord l'espace, en OFF c'est l'invariance de l'Univers (Théorème de Noether) qui remet « gratuitement » l'Univers à plat.... Pour que le processus puisse recommencer de nouveau.

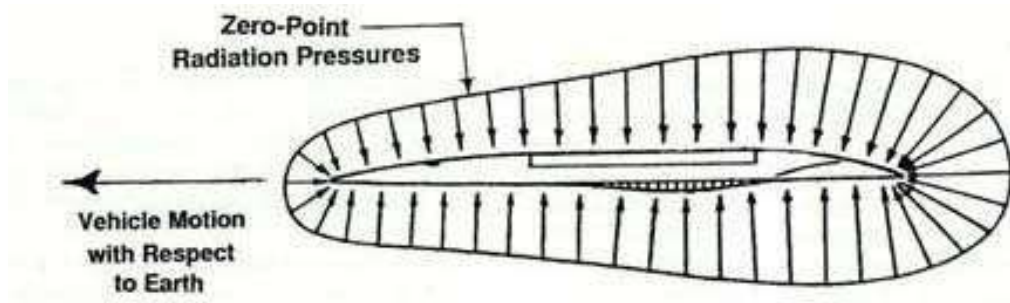


Fig.240 - Comme le noyau d'une mangue entouré de sa pulpe, un HAUC est entouré d'une bulle de protection. Les flèches figurent le gradient de pression de poussée qu'il doit créer à l'aide de ses moteurs de distorsion, en injectant de l'énergie dans les champs qui l'entourent.

En injectant de l'énergie sous quelle forme et comment ? Cela a été vaguement expliqué dans Good Morning N°239, mais je vais le reprendre plus loin.

Comment fait-il pour faire tenir cette coque d'espace-temps propre fermement « collée » contre lui quel que soit le milieu traversé ?

Le HAUC genre Tic-Tac de la Fig.241 possède 7 moteurs de distorsion d'espace. Un moteur central et 6 moteurs placés à la périphérie : un à l'avant, un à l'arrière, un en haut, un en bas, un à droite, un à gauche. Le point noir est le moteur et l'ovale bleu est le contour de la cellule.

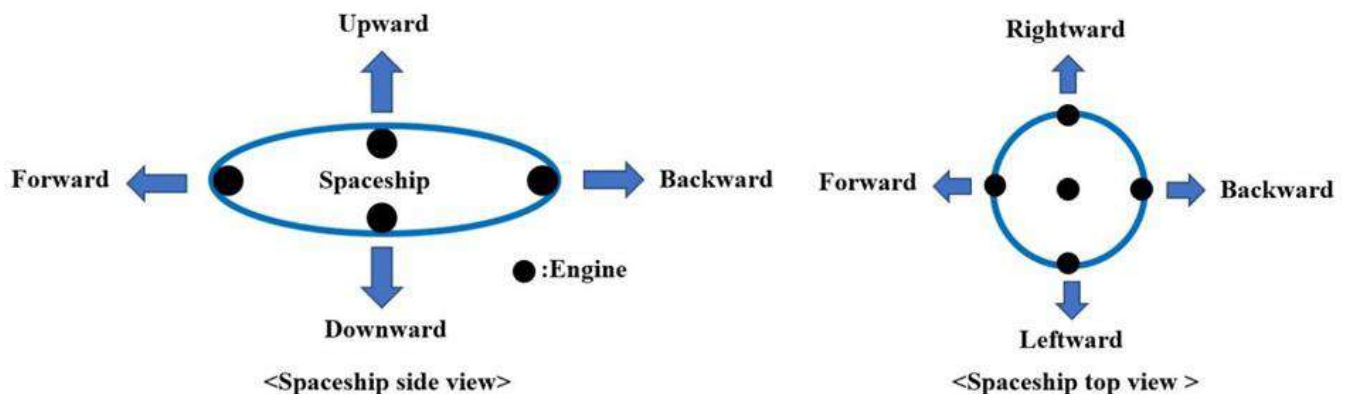


Fig.241 : A gauche une vue de profil, et à droite une vue par le haut. Les flèches bleues indiquent la direction de marche du « spaceship » si le moteur situé à l'autre extrémité de sa cellule est activé.

Ainsi dans le dessin de gauche, pour que le spaceship se déplace vers la gauche du dessin, c'est-à-dire « en avant » (forward), il faut activer le moteur arrière (le point noir qui est proche du mot backward).

Pour que le spaceship se déplace vers la droite du dessin, c'est-à-dire en arrière (backward) il faut activer le moteur avant (celui proche du mot forward). Idem pour le déplacement en hauteur.



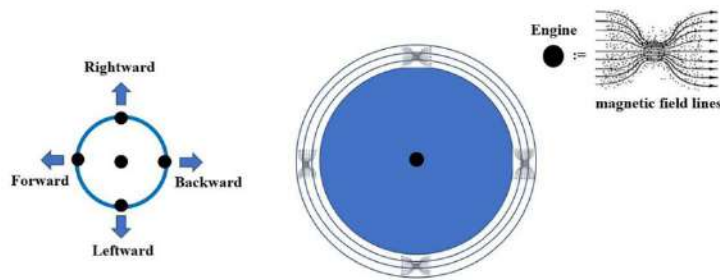


Fig.242 : Imaginons que le HAUC a la forme d'une boule. Le dessin du centre montre que la boule bleue utilise le moteur central (point noir) pour maintenir ce champ plaqué contre sa cellule grâce à une striction des lignes du champ de force magnétique (dessin de droite). Le dessin de gauche montre qu'il utilise les 4 autres moteurs périphériques pour se déplacer dans 4 directions de l'espace : devant, derrière, droite, gauche.

Un petit HAUC genre Tic-Tac utilise 6 moteurs pour courber l'espace local autour de sa cellule, et un moteur central pour plaquer l'espace propre autour de sa cellule. Comme le montre la Fig.242, un HAUC s'entoure d'abord d'un champ de force électromagnétique. Puis il utilise une technique comparable à la striction axiale du « Z-Pinch » pour pincer le champ magnétique et l'obliger à suivre ses contours (Fig.243). La Z-machine utilise des pulses électriques pour créer un puissant champ magnétique qu'il libère en un temps très bref pour « pincer » un récipient contenant un mélange nucléaire et le faire imploser dans une réaction de fusion. Le HAUC n'a pas besoin de mélange nucléaire parce qu'il ne produit pas son énergie par fusion nucléaire.

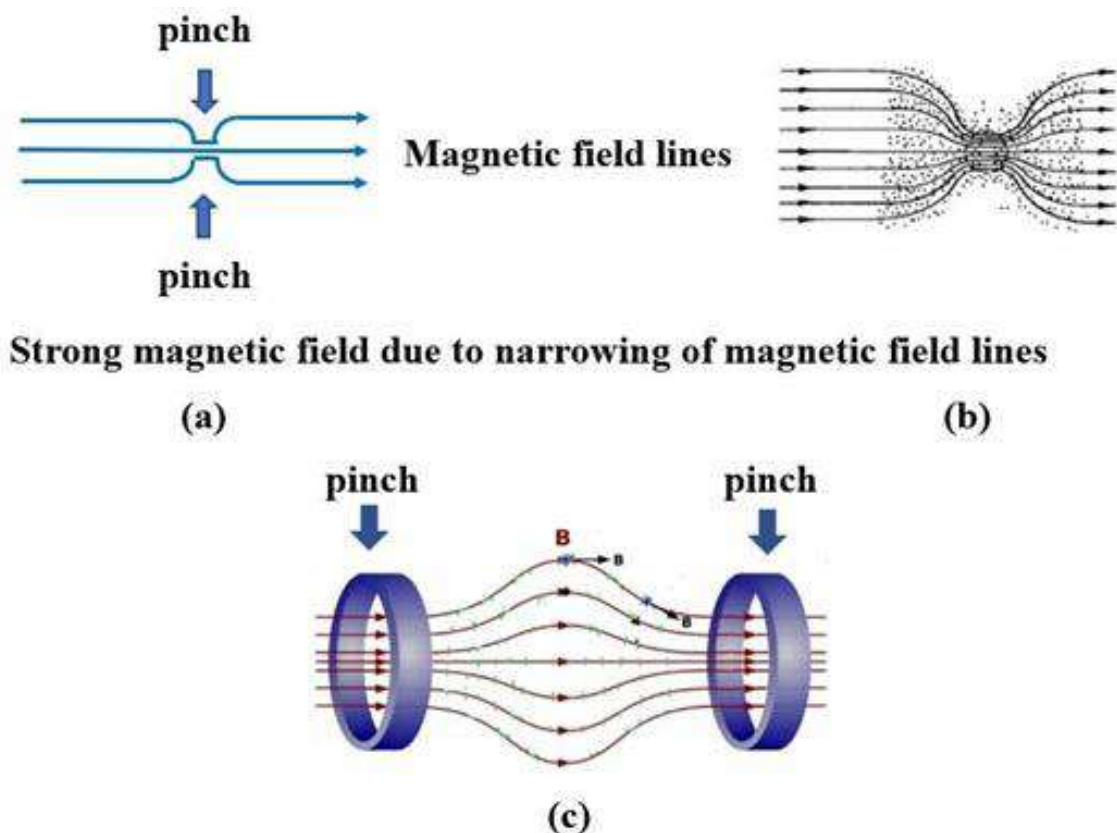


Fig.243 : En pinçant les lignes de champ, on renforce les lignes du champ et on lui fait suivre un contour déterminé.

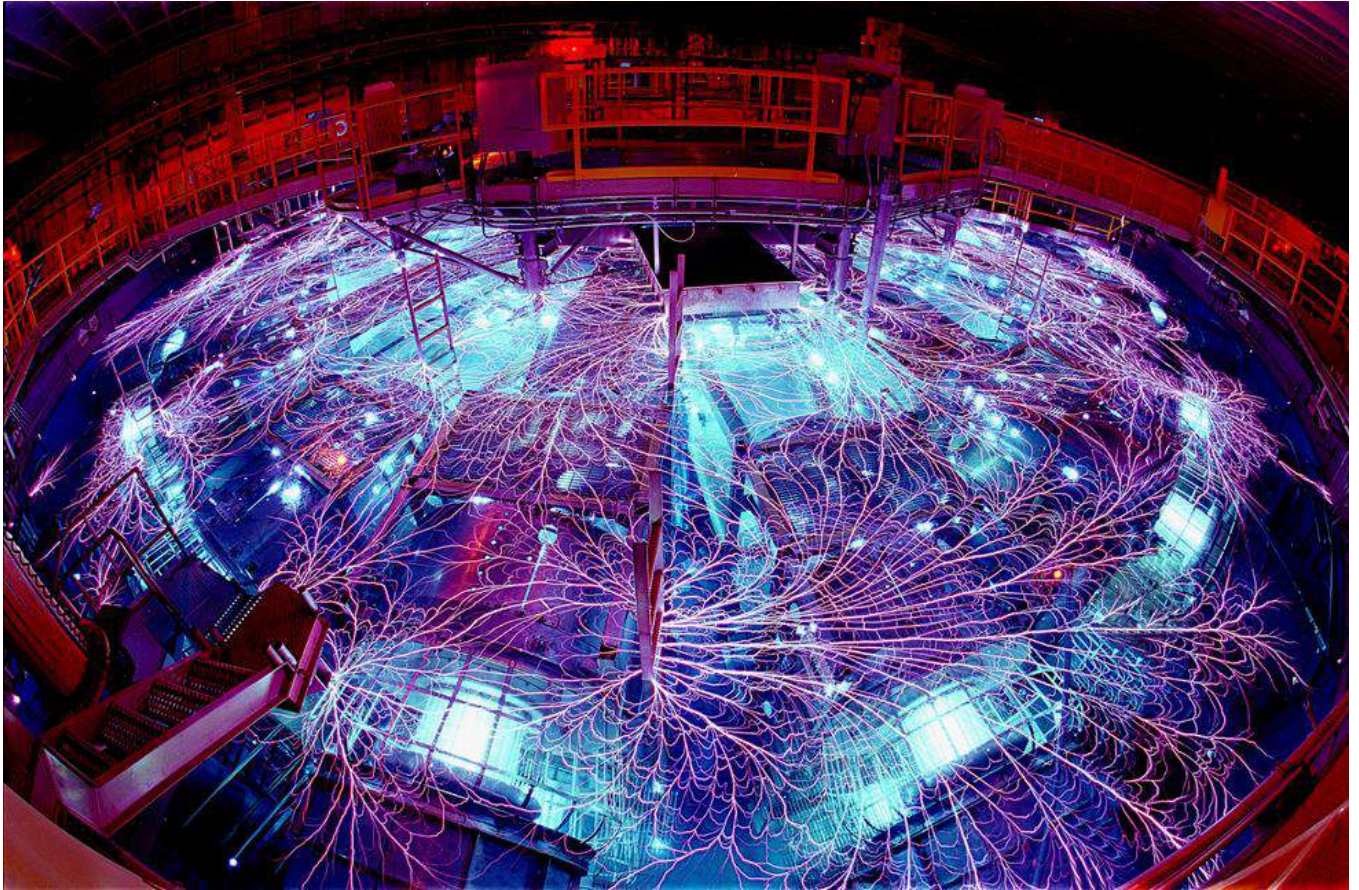


Fig.244 : *Champ magnétique plasmatique produit par une Z-machine*

La Fig.245 schématise une vue en coupe du HAUC. Elle montre comment les moteurs du HAUC pince le champ (lignes de champ en bleu) pour l'obliger à rester collé autour de la cellule (zone blanche, les traits horizontaux figurent la structure interne du HAUC). Selon ses besoins, le HAUC utilise un ou tous ses moteurs pour renforcer le placage des champs autour de sa cellule. Son système de contrôle des champs non seulement courbe l'espace-temps, mais peut le durcir ou l'attendrir, ou lui attribuer des gradients d'élasticité et de viscosité.

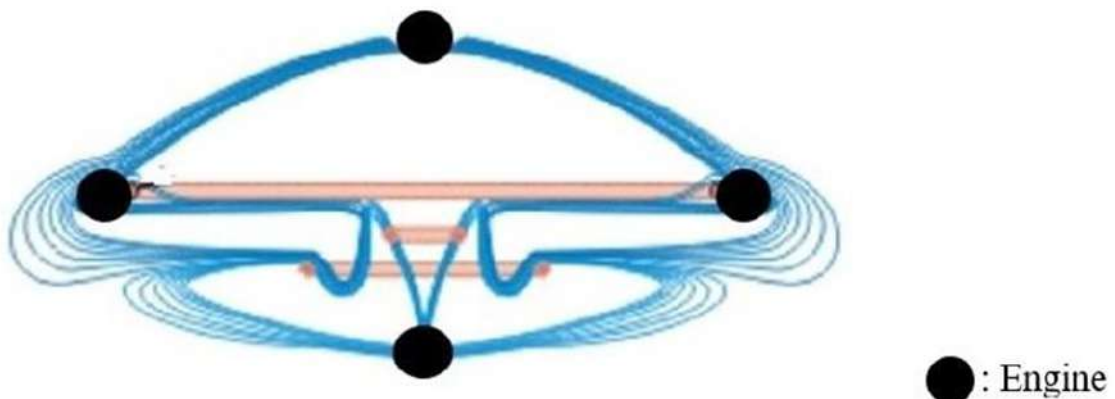
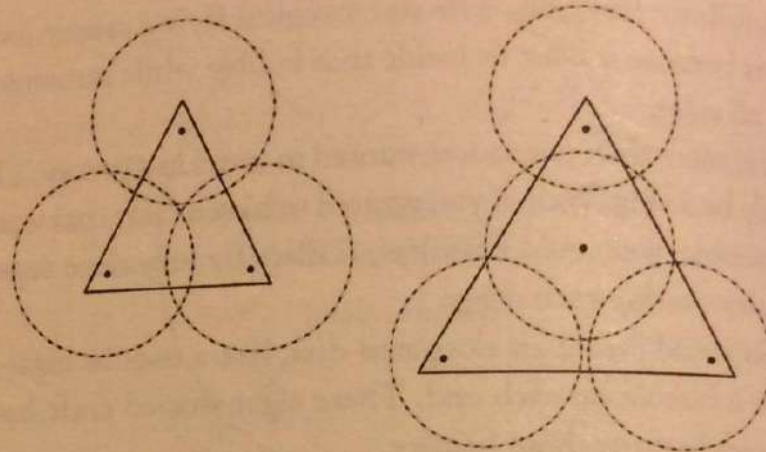


Fig.245 - *Une vue en coupe du HAUC, montrant l'effet du Z-Pinch sur les lignes de force en bleu qui entourent la cellule de l'engin (en blanc), les lignes horizontales étant les planchers du HAUC. Le champ de la bulle protectrice épouse parfaitement les contours du HAUC.*





Some eyewitnesses describe large, lumbering boomerangs, with a series of light below them. If you need a craft larger than a triangle, there are no other shapes in geometry where you can maximize your size while minimizing the number of propulsion units. At that point, you simply create a vehicle that has a long line of propulsion units in a single row.

Five or more propulsion units—  
huge boomerang

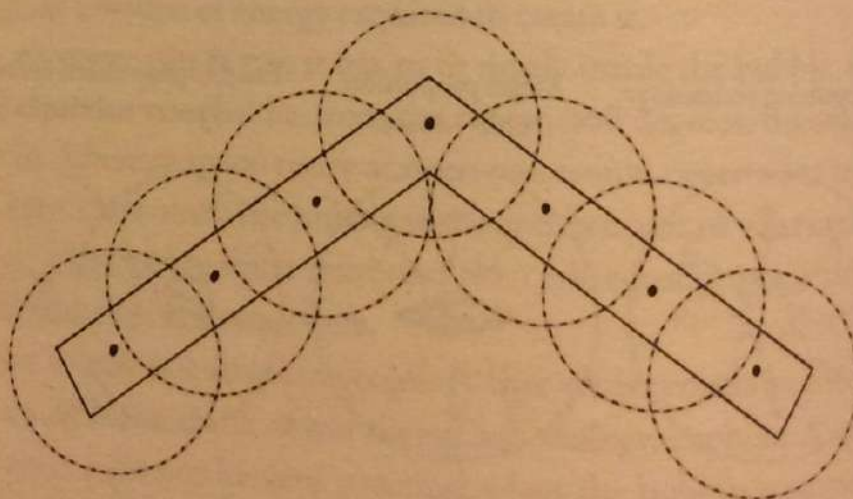


Fig. 246 – Le dessin en haut à gauche, extrait du livre « Imminent » de Luis Elizondo, Directeur de l'Advanced Aerospace Threat Identification Program du Pentagone, montre comment 3 générateurs de distorsion couvre un gros HAUC Triangle Noir. En haut à droite figure un autre exemple où 4 générateurs couvrent un plus gros HAUC Triangle Noir. En bas, exemple de couverture d'un HAUC de catégorie 4 avec 7 générateurs de distorsion.

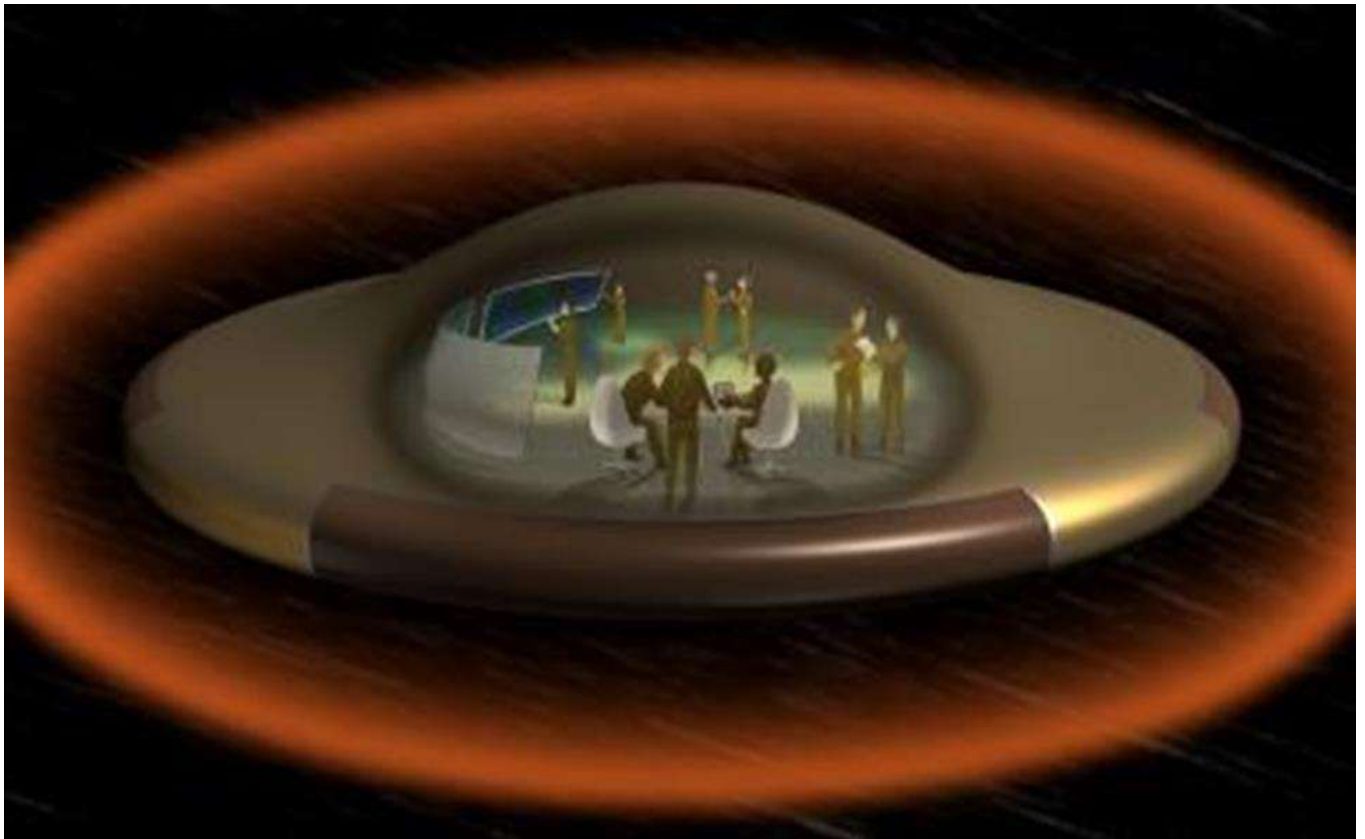


Fig.247 - Image de synthèse d'un petit HAUC doré enveloppé dans son espace-temps propre (couche de protection figurée par le halo ambré. Ne pas tenir compte de la représentation fantaisiste de l'intérieur du HAUC.

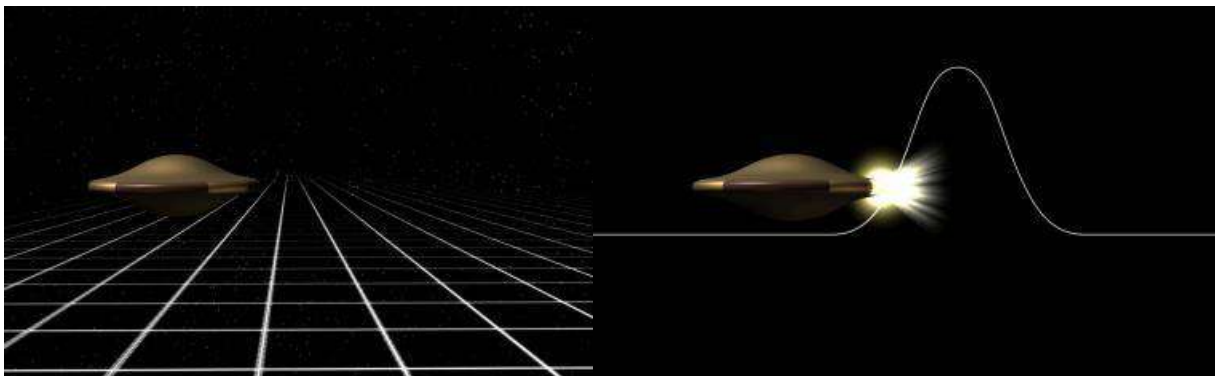


Figure 247 (A)

Figure 247 (B)

La Figure 247 (A) est une image de synthèse simulant un HAUC. Les lignes blanches figurent un champ possédant une structure d'espace-temps en 2D. La figure 247 (B) montre comment l'impulsion fabriquée par le HAUC déforme le milieu situé derrière lui. Dans la réalité le HAUC est entouré d'un champ propre qui n'est pas montré sur l'image de synthèse (puisque ce champ qui l'enveloppe est invisible), et il ne déforme pas que le plan vertical de l'espace situé derrière lui, mais un volume du milieu qui l'environne (devant lui, derrière, en haut, en bas, à droite, à gauche). En plus la déformation est modulée pour que la pression de poussée soit positive ou négative. En chaque point du milieu distordu il applique un gradient de puissance qui couvre un volume, et non une surface bordée par une courbe en cloche comme montrée par la figure 247 (B).



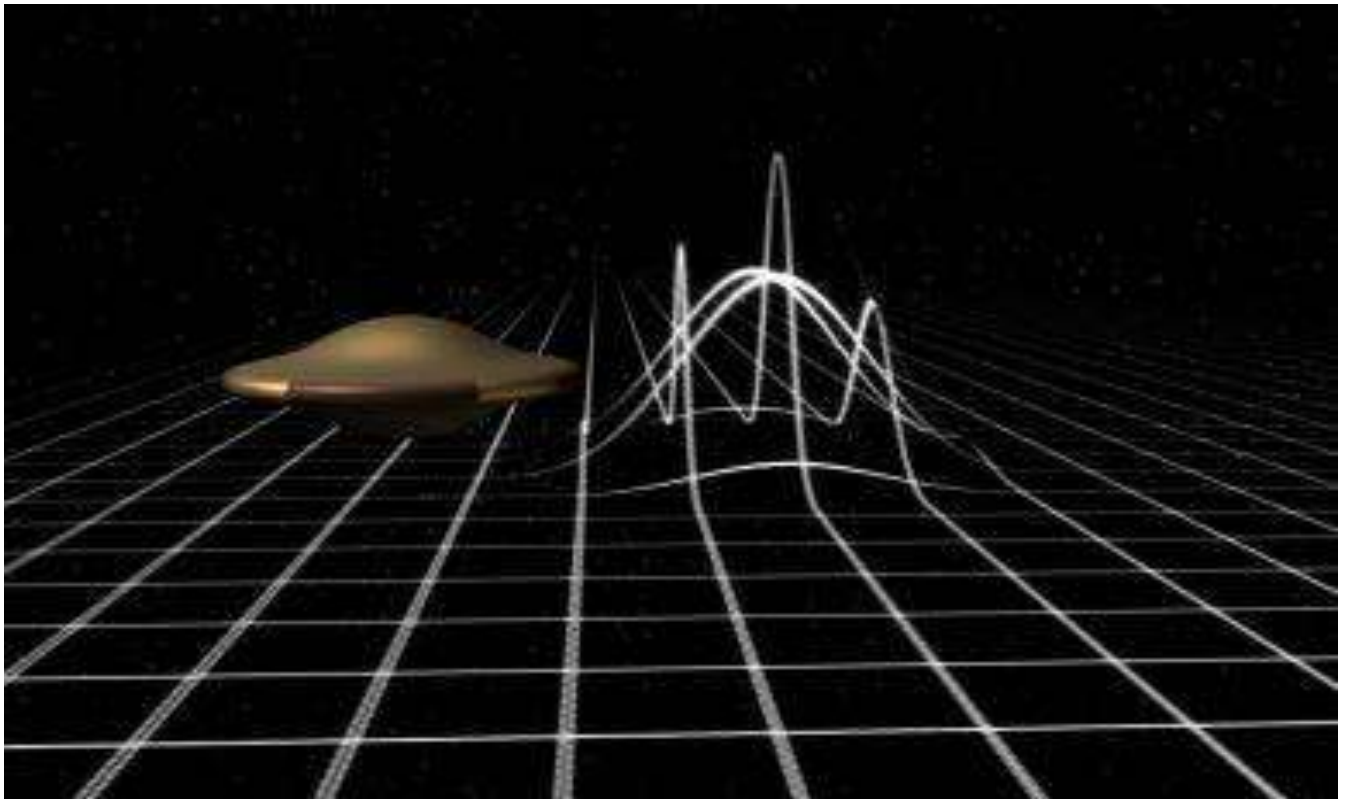


Fig.248 - La « courbe de distorsion de l'espace » de la Fig.248 est en fait une distorsion d'un volume d'espace, puisque nous vivons dans un monde à 3 + 1 dimensions. Ce qu'on regarde en 2 dimensions sur la figure, il faut l'imaginer en 3 dimensions, tout en sachant que la réalité est en 4 dimensions.

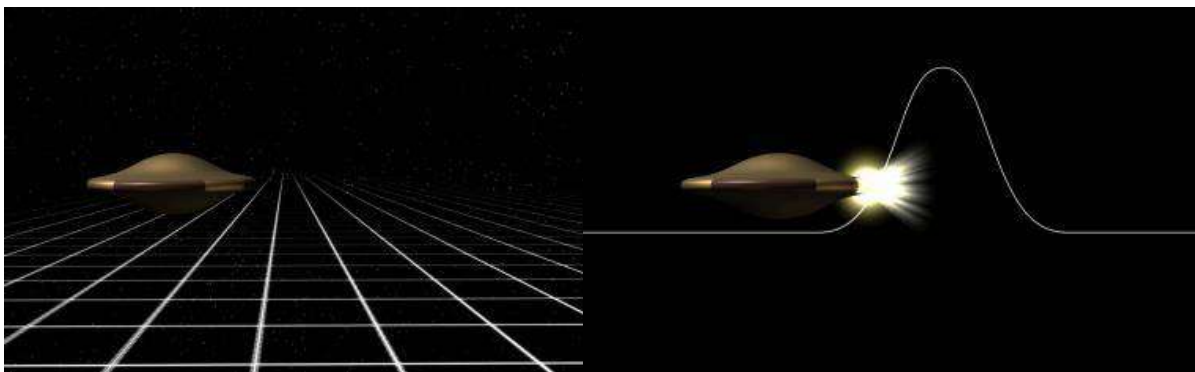


Figure 249 (A)

Figure 249 (B)

Fig.249 - Il ne suffit pas de distordre un volume d'espace pour accélérer en continu. Dès que l'impulsion s'interrompt (Figure 249 A), les propriétés de symétrie de l'univers imposent à l'espace de reprendre immédiatement sa courbure quasi-plane d'origine. C'est alors que le HAUC déclenche une nouvelle impulsion (Figure 249 B) qui le projette de nouveau en avant. **On comprend maintenant que le HAUC a un modulateur qui oscille avec une fréquence plus rapide que le temps de retour naturel à l'équilibre thermique de l'univers.** Tout cela se passe pendant une durée infinitésimalement brève. **On comprend aussi que plus la fréquence augmente, plus il y a d'impulsions par unité de temps, et plus le HAUC accélère. Evidemment, en inversant le processus, il décélère.**

**On comprend aussi que plus l'impulsion qu'il produit se propage dans de nombreuses couches d'espace (la profondeur de l'espace) plus la puissance en poussée de pression est forte.** Le HAUC se déplace en allumant et en éteignant son moteur à une très grande fréquence et sur une grande profondeur d'espace, avec un cycle dont la durée est bien inférieure au temps de relaxation à l'équilibre thermique de l'univers. En jouant sur la profondeur de la distorsion de l'espace, et aussi sur la fréquence du cycle ON/OFF il module la puissance de la poussée.

Le HAUC ne fait qu'allumer et éteindre son moteur et orienter la direction de la pression de poussée de ce moteur, laissant la Nature faire le reste, c'est-à-dire laisser à l'espace-temps le temps de se détendre. Dans l'image de la mangue épluchée projetée par le trampoline, c'est la mangue épluchée qui pousse le trampoline en arrière, et les ressorts tenseurs du trampoline, qui figurent les propriétés de symétrie de l'univers qui, en se détendant, le projette en avant.

Comprenons que ce n'est pas le fait de courber l'espace-temps qui fait avancer un HAUC, mais c'est le fait de couper le moteur, de laisser au tissu de l'espace-temps le temps de revenir au principe de symétrie naturel de l'Univers qui en est la cause de sa propulsion.

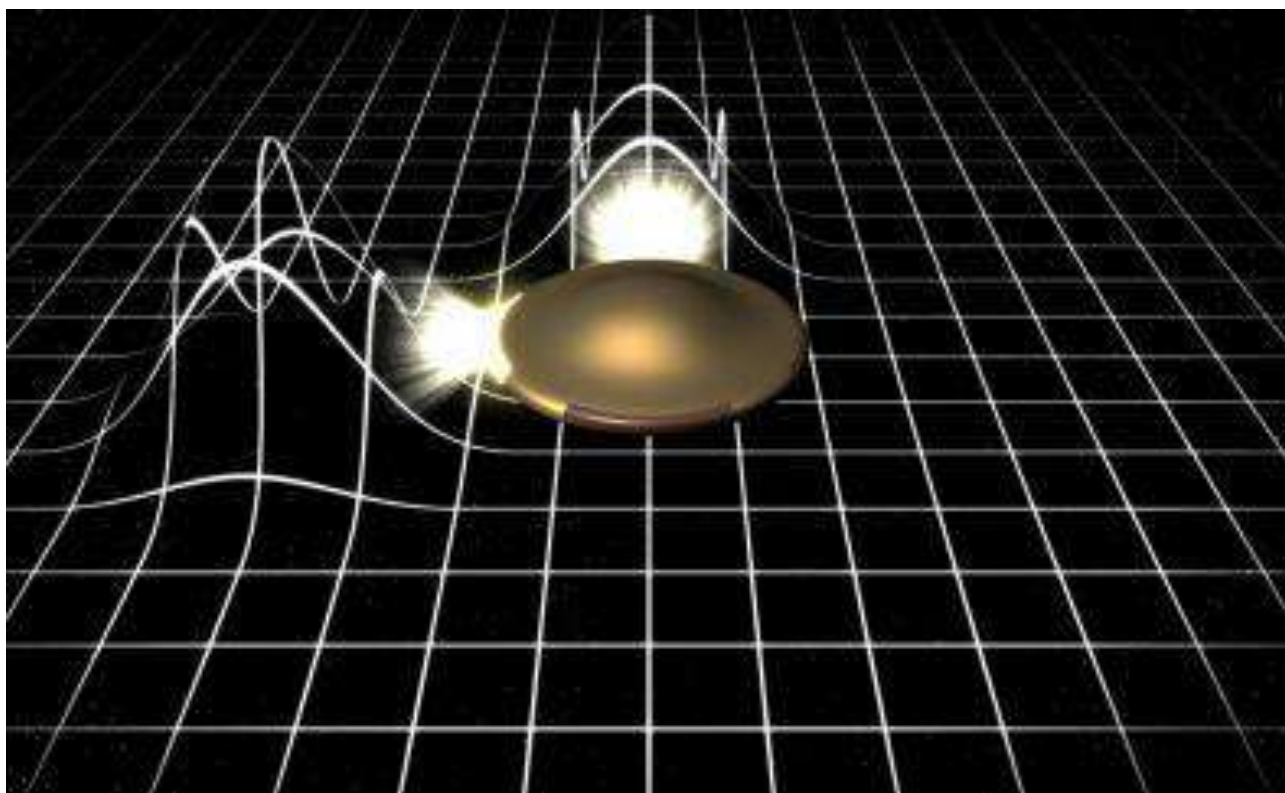


Fig.250 - Un HAUC est capable de manœuvrer avec une très grande précision, parce que son modulateur est capable de doser l'énergie fournie par ses 7 moteurs d'impulsion et de l'appliquer dans toutes les directions de l'espace à la vitesse de la lumière. Par exemple en déclenchant deux impulsions sur deux moteurs, le HAUC de la figure Fig.250 se dirige vers le coin en bas à droite de la figure. Cette manière de faire, dote le HAUC d'une agilité instantanée, insurpassable dans toute sorte de manœuvres complexes dans l'air, dans l'eau ou dans l'espace. Nous avons quelque chose de comparable, qui s'appelle la vectorisation de la poussée, que nous utilisons sur la section terminale hit-to-kill d'un missile anti-missile. Mais les effets produits par nos engins ne répondent pas à la vitesse de la lumière et nous sommes limités par des problèmes d'inertie. Les HAUC agissent directement sur la courbure des

*géodésiques de l'espace-temps, et c'est de loin supérieur à tout ce que nous savons faire en aérospatial avec nos effecteurs aérodynamiques ou avec la vectorisation de la poussée.*

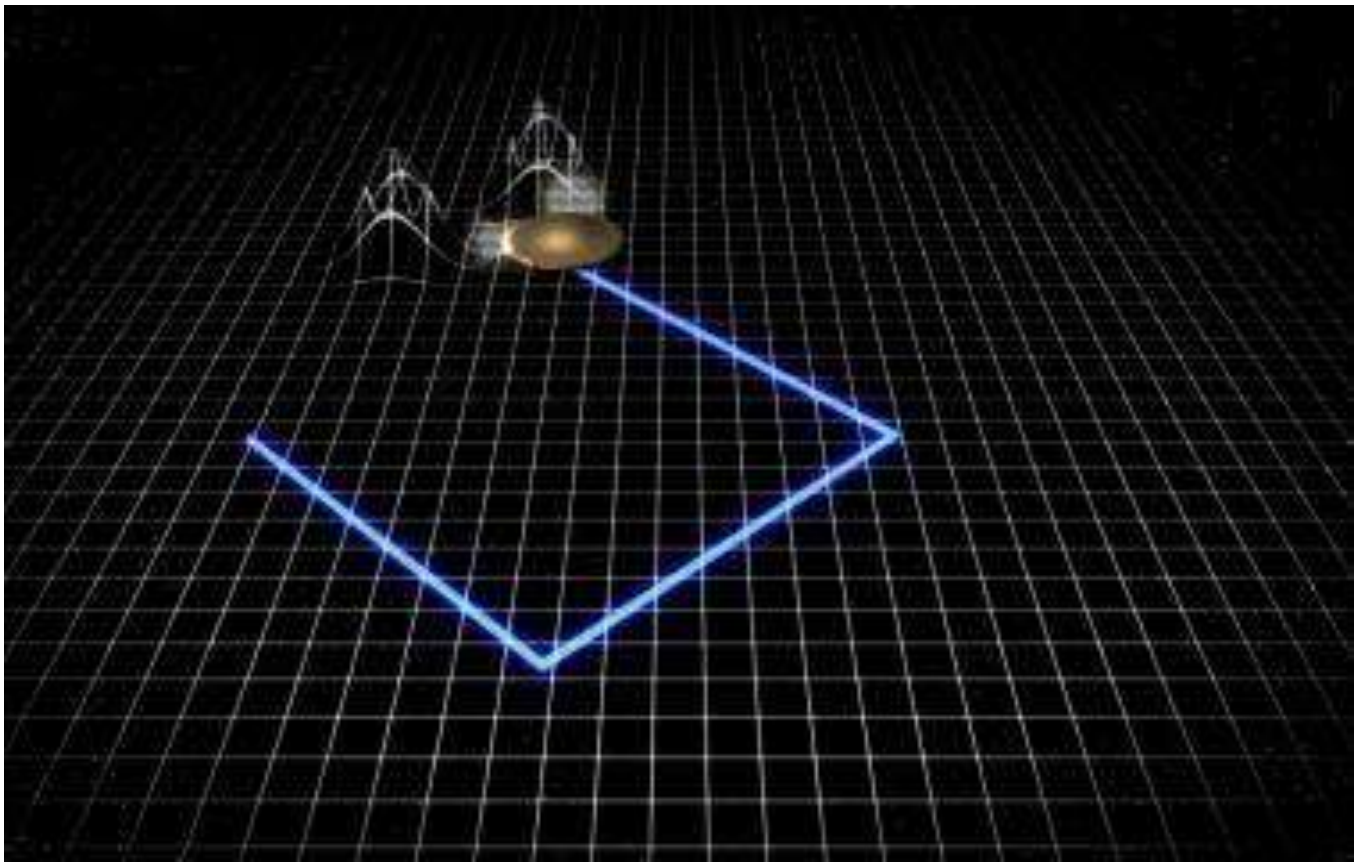


Figure 251 : Cette figure explique pourquoi le HAUC est capable de faire des vols en zig-zag, ou de faire un demi-tour en U, performance dont aucun de nos avions ou missiles n'est capable de suivre. Lorsqu'un avion F/A-18F tourne autour d'un Tic-Tac resté immobile dans l'air, l'avion est déporté sur plusieurs kilomètres à cause de la force centrifuge et aussi parce qu'en virage il perd nécessairement de l'altitude à cause des forces aérodynamiques qui se développent de manière asymétrique sur ses ailes. Un avion ne peut jamais avoir la supériorité en manœuvre sur un HAUC. Pour tourner en U ou faire un vol en zig-zag, le HAUC oriente simplement l'action de ses moteurs d'impulsion. Cette orientation n'est pas une action mécanique qui fait tourner le moteur. Le moteur est immobile, c'est le formatage des ondes électromagnétiques et gravitationnelles par les techniques de corrélation de phases qui déclenche la distorsion. Cela se passe à la vitesse de la lumière.

Comment fait-il pour déformer l'espace pour le transformer en cette « cloche d'espace » qui le pousse ?

Il injecte de l'énergie (on verra sous quelle forme) dans le milieu dans lequel il se déplace pour modifier le strain rate, c'est-à-dire le taux de déformation de l'espace. Nous avons vu plus haut que le strain rate est la vitesse de changement d'un espace peu courbé (ou non courbé) vers un espace plus courbé (ou inversement), et la propagation de cette vitesse est identique à la vitesse de la lumière, parce que la vitesse des ondes de propagation dans les tenseurs de l'espace-temps est la même que la vitesse de la lumière.



C'est une onde destinée à formater le milieu élastique, et cette onde que nous appelons provisoirement « onde de formatage » n'est pas seulement constituée de photons.

### **Pourquoi les occupants du HAUC ne s'écrasent-ils pas contre les parois de leur engin malgré leurs incroyables accélérations ?**

S'agissant de la gravité, Einstein disait : « l'effet annule la cause ». Réfléchissez bien sur ces 4 mots : « l'effet annule la cause ». Et il donne l'exemple suivant : vous êtes dans un ascenseur, vous avez les pieds reliés au sol de l'ascenseur parce que vous êtes soumis aux effets de la pesanteur terrestre dont la force d'accélération vaut  $9,81\text{m/s}^2$ .

L'ascenseur monte, vos pieds sont toujours reliés au sol. Mais si l'ascenseur tombe, l'effet de la pesanteur s'exerce toujours sur l'ascenseur puisqu'il tombe, mais vous qui êtes à l'intérieur de l'ascenseur, vous flottez parce que vous êtes en apesanteur, vous n'êtes plus soumis à aucune accélération. Mais à cause de votre poids, donc de la gravitation, vous tombez aussi, mais **le fait de subir la gravitation annule pour vous la gravitation**. C'est comme si l'effet produit par la gravitation annulait la cause, en l'occurrence la gravitation.

Pendant que vous êtes en apesanteur à l'intérieur de l'ascenseur qui chute, si vous tirez de votre poche votre portefeuille et que vous le lâchiez, il ne tombera pas, il reste en suspension à votre niveau. **Et si vous ne ressentez rien de l'accélération dont l'ascenseur est soumis durant sa chute, c'est parce les forces qui s'exercent sur vous sont des forces corpusculaires (body force) qui se répartissent dans tous les atomes de votre corps.** Tant que l'ascenseur est en chute libre, vous ne risquez rien, mais lorsque l'ascenseur atteint le sol, la décélération est brutale, les forces d'inertie s'expriment, vous êtes écrasé. Ce n'est pas la chute qui est douloureuse, mais sa cessation, c'est-à-dire le contact avec le sol. Retenez que l'effet de la pesanteur, qui est une accélération, annule la cause - qui est une accélération - à laquelle vous êtes soumis.

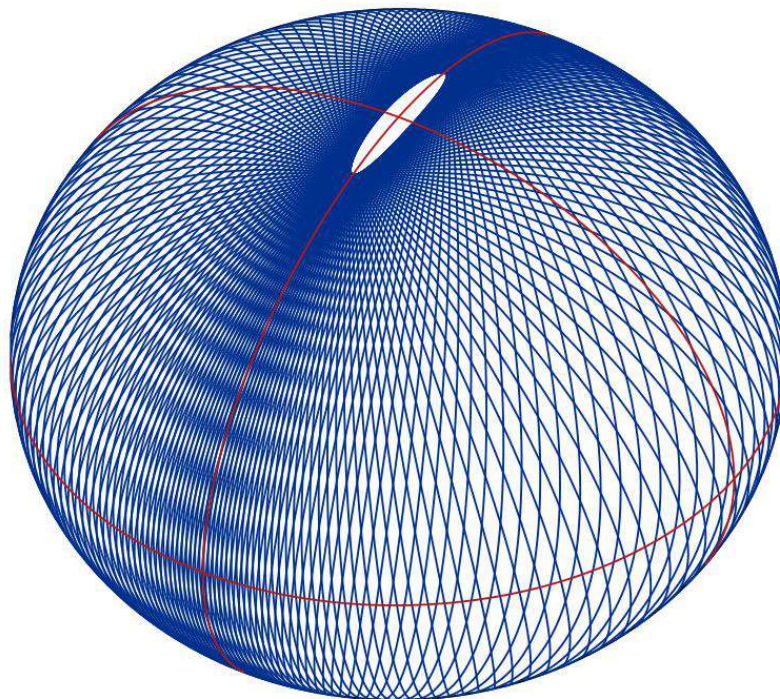




Fig.252 – Les lignes bleues sont des géodésiques. Une géodésique est une ligne droite sur une géométrie courbe, ce qui signifie qu'elle n'a pas de virage. Une telle ligne peut ne pas paraître droite, mais elle l'est. Sur une feuille de papier plate, une géodésique est une ligne droite. Sur une sphère, ce sont des lignes des longitudes (voir longitudes et latitudes de la Terre). Dans les deux cas, vous pouvez vous déplacer sans virage pour passer de votre point de départ à votre point d'arrivée.

Ci-dessous est l'équation géodésique, l'équation du mouvement d'une particule dans un espace-temps courbe :

$$\frac{d^2 x^\lambda}{dt^2} + \Gamma_{\mu\nu}^\lambda \frac{dx^\mu}{dt} \frac{dx^\nu}{dt} = 0$$

La résolution de cette équation donne la trajectoire d'une particule en mouvement libre lorsqu'elle se déplace dans l'espace-temps. Les géodésiques sont la pièce maîtresse pour comprendre ce que sont les HAUC et ce qu'ils font.

Vous avez vu qu'il y a équivalence entre accélération et gravitation. Une accélération peut mimer la gravitation ou bien annuler ses effets.

**Les gens supposent que le HAUC se déplace dans l'espace, alors que ce n'est pas le cas : il déforme l'espace, c'est la chose qu'on a du mal à comprendre.**

En fait le HAUC localement ne se déplace pas du tout : en termes de référentiel par rapport à son champ gravitationnel local, il est juste immobile, là où il est, en chute libre.

C'est comme si on tombait d'une échelle, et que tout l'environnement externe immédiat tombait aussi car pris dans le même champ gravitationnel. Donc en fait il n'y a pas de vitesse relative entre celui qui tombe et l'environnement qui tombe aussi.

Les objets de l'univers sont intégrés dans l'espace-temps, qui présente une géométrie courbe en fonction des masses qu'il contient. Lorsqu'ils ne sont poussés par rien, les objets se déplacent le long des géodésiques (lignes droites) de cette géométrie espace-temps courbe. Cela signifie que les géodésiques sont les trajectoires d'objets en chute libre. La Terre, par exemple, courbe l'espace-temps autour d'elle et les objets suivent simplement cette courbure, que nous appelons gravitation.

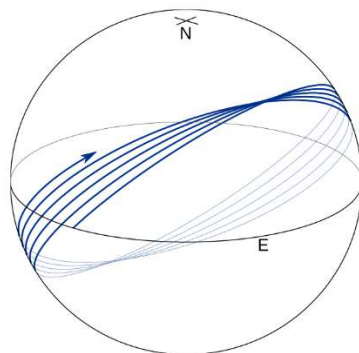


Fig.253 – Tracé d'une courbe sans virage : une géodésique

N'oubliez pas qu'une géodésique est une courbe sans virage. Les objets en mouvement libre ne subissent aucune accélération car ils ne tournent jamais. Ce n'est que s'ils sont éloignés de leur géodésique qu'ils connaîtront une accélération.

Le poids de votre corps n'est pas dû à la gravité, même si on a tendance à dire le contraire. Ce qui se passe en réalité, c'est que c'est la Terre qui est sur notre chemin.

Imaginez que vous étiez un astronaute sur la station spatiale internationale. La station se déplace sur une orbite autour de la Terre, elle se trouve donc sur sa géodésique naturelle et ne subit donc aucune accélération. Vous et la station êtes en zéro G. Mais imaginez maintenant qu'un propulseur de fusée déplace lentement la station spatiale sur le côté. Lorsque vous flottez dans la station, vous verrez un mur se rapprocher de vous et le mur opposé s'éloigner. Finalement, vous heurterez le mur et serez poussé contre celui-ci. Vous sentiriez votre propre poids.

C'est pourquoi un HAUC doit se déplacer le long des géodésiques. Leurs accélérations sont si énormes que la seule façon pour qu'elles soient possibles est que ces accélérations n'existent pas du tout. Mais les géodésiques autour de la Terre sont des orbites et des trajectoires de boulets de canon. Ainsi, un HAUC doit créer ses propres géodésiques en déformant l'espace-temps dans son voisinage immédiat, lui permettant de tomber vers l'avant, de n'importe quel côté ou vers le haut, comme le souhaite le pilote. Parce qu'ils tombent, ils n'ont aucune force sur eux. Ils ne tournent pas, peu importe la façon dont ils se déplacent, ils sont dans leur espace-temps propre et ils tombent toujours droit devant même si on le voit virer à angle droit dans tous les sens dans l'espace-temps local.

À un moment donné au cours de l'incident « Tic-Tac » de 2004, l'UAP s'est déplacé (sur le radar) de 80 000 pieds à différentes altitudes allant de 28 000 pieds à 50 pieds au-dessus du niveau de la mer en 0,78 seconde. Un mouvement au cours de cette période sur, disons, une distance de 60 000 pieds produit des accélérations supérieures à 12 000 g-force et des vitesses supérieures à 160 000 km/h (si nous supposons que la moitié de la distance a été utilisée pour accélérer et l'autre moitié pour décélérer). Il existe une seule manière par laquelle les lois de la physique connues permettent à un objet de se déplacer et même d'aller de plus en plus vite sans ressentir aucun écrasement. Cela se produit si vous accélérez de manière continue, mais très faiblement, et que vous vous déplacez le long d'une géodésique de l'espace-temps. L'inverse est vrai aussi.

En termes simples, les géodésiques sont des lignes droites sur une surface courbe et sont donc différentes selon la forme de la surface. Vous pouvez considérer l'espace-temps dans lequel nous existons comme une surface présentant une courbure produite par des masses (énergie) placées dans cet espace-temps. L'espace-temps courbe comporte également des géodésiques, qui sont les chemins que nous empruntons tous si nous tombons librement.

Les géodésiques sont le chemin naturel que vous empruntez à travers l'espace-temps si rien ne vous pousse ailleurs, et c'est pourquoi les astronautes sont en apesanteur.

Vous voyez maintenant pourquoi un occupant du HAUC ne peut subir aucune accélération tant qu'il se déplace sur une géodésique. Mais il y a une subtilité : les géodésiques dépendent de la courbure de l'espace-temps et sont fixes. Mais le HAUC peut naviguer comme bon lui semble. Cela ne peut fonctionner que si le HAUC dispose d'un système de propulsion exotique capable de créer ses propres géodésiques en courbant l'espace-temps à proximité dans la

forme requise. Cela permettrait au HAUC de tomber librement le long de n'importe quelle trajectoire prévue. Ce faisant, quelle que soit la façon dont il se déplace, le HAUC lui-même ne connaîtrait aucune accélération. Les NHI créent des distorsions dans l'espace-temps pour créer des géodésiques le long desquelles ils se déplacent sans accélération.

### LES CONCEPTS DE MASSE NEGATIVE

En physique théorique, la masse négative est un concept hypothétique postulant l'existence de masse de « charge » négative, tout comme il existe des charges électriques positives et négatives. Cette masse négative aurait des propriétés gravitationnelle et inertielle différentes, mais possiblement symétriques, de la masse « normale » qui est conventionnellement positive.

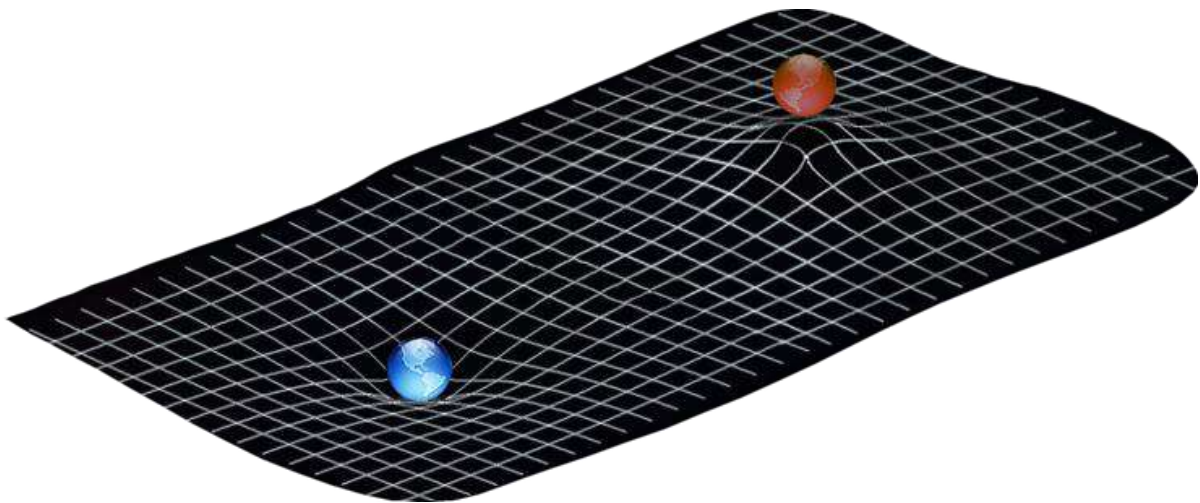


Fig.254 - Effet de la masse positive (à gauche) et de la masse négative (à droite) sur le tissu de l'espace-temps

Tout d'abord, il ne faut pas confondre la masse négative avec l'antimatière, qui a une masse normale positive comme la matière ordinaire. Il faut plutôt considérer à priori que les lois d'interaction entre les masses positives et négatives sont comme ci-dessous :



Depuis que Newton a formulé la loi universelle de la gravitation, il y a eu trois concepts distincts de quantités appelées « masse » :

1. La masse inertielle ; c'est la mesure de la résistance d'un objet à modifier son état d'équilibre quand une force est appliquée,  $F = m \times a$
2. La masse gravitationnelle « active », source du champ gravitationnel ; aussi appelée masse grave active, c'est la mesure de la force du flux gravitationnel d'un objet,  $F = G \times m/r^2$
3. La masse gravitationnelle « passive », qui est la masse qui découle de la force produite dans un champ gravitationnel ; aussi appelée masse grave passive, c'est la mesure de

la force d'interaction d'un objet avec un champ gravitationnel. Sur Terre, cette masse, c'est le poids.

La loi de la conservation de mouvement exige que les masses gravitationnelles « actives » et « passives » soient identiques, c'est la masse grave. Par ailleurs, le principe d'équivalence d'Einstein postule que la masse inertielle doit être égale à la masse gravitationnelle « passive ».

Dans la plupart des analyses de la masse négative, on suppose qu'à la fois le principe d'équivalence et celui de conservation de la quantité de mouvement s'appliquent. Dans ce cas, les trois formes de masse sont équivalentes, et la « masse négative » est négative dans ses trois aspects.

Inversement, si la loi de conservation de la quantité de mouvement est nécessairement respectée, il reste possible que le principe d'équivalence ne soit pas vérifié sur les masses négatives. Dans ce cas, il peut y avoir trois manières d'envisager ce qu'est une « masse négative », suivant que la charge négative apparaît sur la masse inerte, sur la masse pesante, ou sur les deux à la fois.

C'est l'hypothèse d'une masse inertielle négative qui implique des formes contre-intuitives de mouvement. La principale caractéristique de la masse inertielle est en effet de permettre à la matière de stocker de l'énergie cinétique à travers une augmentation de la vitesse.

Une masse inertielle négative signifierait que le système fournit de l'énergie à son environnement en accélérant. Par exemple, un objet avec une masse inertielle négative accélérerait dans la direction opposée à celle vers laquelle il est poussé ou freiné. Une telle particule de masse inertielle négative serait par conséquent un projectile précieux : il fournit de l'énergie lorsqu'on lui donne une impulsion au départ, accélère sous l'effet des frottements de l'air, et en heurtant un obstacle tendrait donc à accélérer au travers de celui-ci, d'autant plus violemment que la résistance serait importante : **un tel projectile serait donc irrésistiblement destructeur.**

Des scientifiques se sont d'abord penchés sur la question d'une matière dont « la masse » soit négative, car rien ne suggère (a priori) que toute masse devrait être positive. Toutefois, ils se sont aperçus qu'une telle matière ne semblait pas respecter une, voire plusieurs conditions sur l'énergie et posséderait certaines propriétés ambiguës comme une accélération dont l'orientation est opposée à la force à laquelle elle est soumise, ou encore une courbure inversée de l'espace-temps.

La représentation connue la plus rapprochée du concept est une région de pression pseudo-négative produite par l'effet Casimir. Le concept de masse négative est utilisé dans certaines théories spéculatives abordant l'idée de construction d'un trou de ver.

D'après Hermann Bondi, l'idée de masse négative n'entraîne « aucune contradiction logique » lorsque les trois formes de masse sont négatives. En supposant que les trois formes de masse décrites plus haut soient équivalentes, les interactions gravitationnelles entre elles peuvent être explorées. La combinaison des lois de l'attraction universelle et du principe fondamental de la dynamique conduit à dire que, dans ce cas :

- Une masse positive attire toutes les autres masses, qu'importe leur signe.



- Une masse négative, par contre, repousse les autres masses négatives ainsi que les masses positives, ce qui entraîne un mouvement de « fuite » (nommé *runaway motion* par Bonnor).

Cependant, cette hypothèse de masse négative implique des formes contre-intuitives de mouvement. Par exemple, un objet avec une masse inertielle négative accélérerait dans la direction opposée à celle vers laquelle il est poussé.

Bondi a souligné que deux objets de masses égales et de signes contraires produiraient une accélération constante en direction de la masse positive. Bonnor a préféré ne pas tenir compte de son existence en déclarant le phénomène si absurde qu'il préfère l'exclure en supposant un univers où la masse inerte est soit toute positive ou soit toute négative.

Forward en est arrivé aux mêmes conclusions, mais a plutôt montré que le système ne « viole » la masse positive. Pendant que la masse positive semble « fuir » en raison de la répulsion, la masse négative s'en approche du mieux qu'elle peut. Étrangement, même si les deux objets accélèrent dans la même direction sans qu'aucune masse ne voyage dans l'autre sens, l'énergie totale est toujours nulle.

Forward concède que la masse négative et l'énergie cinétique négative ne sont pas des concepts standards de la physique newtonienne, mais présente son concept comme « logiquement valide » et propose une utilisation future en tant que propulsion gravitationnelle.

## La masse négative dans la Relativité Générale

Selon Einstein, l'univers est une variété riemannienne associée à un tenseur métrique de l'équation de champ écrit par lui-même, dans lequel la masse est supposée positive :

The diagram shows the Einstein field equation:  $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = \chi T_{\mu\nu}$ . Red arrows point from labels to the terms in the equation:
 

- 'Tenseur géométrique de Ricci' points to  $R_{\mu\nu}$ .
- 'scalaire de Ricci' points to  $R$ .
- 'métrique' points to  $g_{\mu\nu}$ .
- 'constante d'Einstein' points to  $\chi$ .
- 'contenu en énergie-matière' points to  $T_{\mu\nu}$ .

Le tenseur de Ricci est une contraction du tenseur de Riemann.

La métrique  $g_{\mu\nu}$  produit une famille de géodésiques suivies par les masses positives (le tenseur d'Einstein).

$T$  est la densité d'énergie.  $T_{\mu\nu}$  est le tenseur énergie-impulsion.

L'expression à gauche du signe égal exprime la courbure géométrique de l'espace-temps qui est induite par la densité d'énergie de l'expression située à droite du signe égal. Le champ gravitationnel est attractif pour 2 particules de masses ayant des signes identiques. Si les

masses sont positives dans cette équation, la façon dont ces masses inter-réagissent est « je t'attire, tu m'attires » et le principe d'action et de réaction est satisfait.

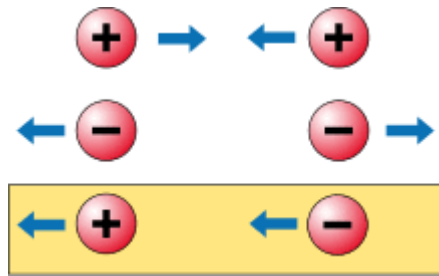


Fig.255 – Ici, le signe des particules réfère au type de masse et non pas à la charge électrique.

*Ligne du haut : deux masses positives s'attirent mutuellement, et vont aller l'une vers l'autre. C'est le cas classique de l'attraction gravitationnelle.*

*Ligne du milieu : deux masses négatives se repoussent. Ce phénomène pourrait expliquer l'expansion de certaines zones de l'Univers.*

*Ligne du bas : les masses positives et les masses négatives s'accélèrent mutuellement. La masse négative court après la masse positive qui la fuit.*

Lorsqu'on introduit des masses négatives dans cette équation, on se retrouve alors inévitablement avec le phénomène de runaway

#### PHENOMENE «RUNAWAY»

La masse positive (grise), repoussée, s'enfuit.  
La masse négative (blanche), attirée par celle-ci, lui court après !!

$$m_{(2)} = -m < 0$$

$$m_{(1)} = +m > 0$$

Et l'énergie cinétique du couple est conservée !  $\frac{1}{2} m_{(1)} V_{(1)}^2 + \frac{1}{2} m_{(2)} V_{(2)}^2 = \text{Cst}$

La masse négative est attirée par la masse positive et à l'inverse la masse positive est repoussée ce qui fait que ces deux masses fichent le camp dans la même direction à toute vitesse en accélérant. Le principe d'action et de réaction est violé.

#### Masse inertielle négative

De son côté, une masse inertielle négative ne respectant pas le principe d'équivalence conserverait une masse grave positive. Elle aurait en revanche des propriétés gravitationnelles et inertielles différentes, mais possiblement symétriques, de la masse « normale ». Toutefois, une telle matière posséderait certaines propriétés ambiguës comme une accélération dont l'orientation est opposée à la force à laquelle elle est soumise.

Sur le plan gravitationnel, on observerait le même effet *run away* entre deux corps de masse grave positive mais de masses inertielles opposées : la force gravitationnelle serait des forces égales et opposées comme dans le cas normal ; mais si la réponse du corps à masse inertielle positive sera une accélération vers l'autre corps, ce dernier aurait une accélération en sens contraire de la force, donc s'éloignant du premier.

### Le modèle bi-métrique Janus

Pour contourner le phénomène runaway limitant la théorie de la relativité générale à un univers composé de particules ayant une énergie et une masse positive, Jean-Pierre Petit, Directeur de Recherche au CNRS, Jean-Marie Souriau, et Hicham Zejli ont proposé d'autres lois d'interaction entre les masses positives et négatives.

Dans son modèle Janus, J-P Petit postule que deux métriques sont nécessaires pour décrire la gravitation. Son modèle décrit deux couches spatio-temporelles repliées l'une sur l'autre en symétrie CPT avec deux flèches du temps en opposition depuis le Big Bang et interagissant seulement par la gravitation.

Selon ce modèle, la première couche est structurée selon un référentiel proposant une métrique décrivant une famille de géodésiques parcourus par de la matière d'énergie et de masse positives et la seconde couche est structurée par une seconde métrique dans un deuxième référentiel dont l'ensemble des géodésiques est parcourue par de la matière d'énergie et de masse négatives.

Les deux métriques possèdent donc chacune leur propre géodésique et constitue la solution de deux équations de champ couplées.

on peut définir un modèle bi-métrique composé de 2 équations couplées de la manière suivante :

$$R_{\mu\nu}^{(+)} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(+)} R^{+} = +\chi T_{\mu\nu}^{(+)}$$

Le champ gravitationnel est attractif pour 2 particules de masses ayant des signes identiques. Le tenseur d'énergie étant de signe positif, le second membre est de signe positif donc les masses positives s'attirent mutuellement.

$$R_{\mu\nu}^{(-)} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(-)} R^{-} = -\chi T_{\mu\nu}^{(-)}$$

Le champ gravitationnel est répulsif pour 2 particules de masses ayant des signes opposés. Le tenseur d'énergie étant de signe négatif, le second membre est de signe positif donc les masses négatives s'attirent mutuellement.

Pour intégrer la présence de masses négatives dans ce système d'équations couplées sans violer le principe d'action/réaction relatif aux particules de masses ayant des signes identiques dans leur propre référentiel, Petit a réécrit en intégrant le tenseur énergie-matière d'un référentiel dans l'équation de champ régissant sa contrepartie. L'inconvénient de ce

système d'équation est qu'il ne convient que pour un système dont les propriétés physiques ne varient pas dans le temps (stationnaire) avec un référentiel qui est une copie de sa contrepartie.

Pour le rendre valable pour un système "réel" instationnaire dissymétrique avec une conservation d'énergie (densité d'énergie non nulle dans le second membre), il faut rajouter un rapport de déterminants à une équation (au second membre) représentant « l'effet de géométrie induite » par la distribution de masses de l'autre équation.

Ce qui nous amène à ce système d'équations de champ couplées où les masses positives et négatives peuvent coexister dans l'univers :

$$R_{\mu\nu}^{(+)} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(+)} R^{+} = +\chi \left[ T_{\mu\nu}^{(+)} + \sqrt{\frac{g^{-}}{g^{+}}} \hat{T}_{\mu\nu}^{(-)} \right]$$

$$R_{\mu\nu}^{(-)} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(-)} R^{-} = -\chi \left[ \sqrt{\frac{g^{+}}{g^{-}}} \hat{T}_{\mu\nu}^{(+)} + T_{\mu\nu}^{(-)} \right]$$

Dans le système de deux équations à deux inconnues de Jean-Pierre Petit, les métriques  $g_{\mu\nu}^{(+)}$  &  $g_{\mu\nu}^{(-)}$ , interviennent soit sous forme de rayonnement sans masse (photon), soit sous forme de particules matérielles de masse  $m$ . Les constantes de la lumière et de la gravitation dépendent du signe de la masse.

Sur l'équation du haut, Le tenseur énergie au second membre étant de signe négatif induit une densité d'énergie au second membre de signe négatif donc les masses positives seront repoussées par cette densité d'énergie négative au second membre.

L'équation du bas, traduit un « effet de géométrie induite » sur les géodésiques des particules de masse négative, du fait de la présence de la masse positive à l'intérieur d'une sphère de densité  $\rho^{(+)}$  par exemple.

Le tenseur énergie au second membre étant de signe positif induit une densité d'énergie au second membre de signe négatif donc les masses négatives seront repoussées par cette densité d'énergie négative au second membre.

Les masses positives et les masses négatives courbent toutes les deux l'espace-temps, mais chacune dans un sens différent (concave ou convexe). Seules des masses de même signe peuvent s'assembler entre elles.

La cohérence mathématique de ces équations a été établie et publiée dans la revue European Physical Journal C.

Quand on introduit les masses négatives dans ces équations, on retrouve :



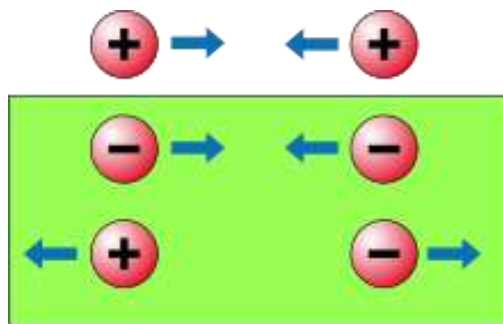


Fig.256 – En vert, les mouvements qui diffèrent de ceux élaborés par Bonnor, résolvant le paradoxe avec l'approximation newtonienne.

L'approximation newtonienne entre masses graves de signes différents stipule les lois d'interaction suivantes :

- La masse positive attire la masse positive.
- La masse négative attire la masse négative.
- La masse positive et la masse négative se repoussent l'une de l'autre.

Résultat : on satisfait au principe d'action et de réaction (je t'attire, tu m'attires ; tu me repousses, je te repousse). Alors, si les masses négatives et positives se repoussent mutuellement, cela veut dire que là où on trouve de la masse positive dans l'univers, on ne devrait pas trouver (ou trouver très peu) de masse négative et vice-versa. Est-ce conforme aux observations ? Oui, dans le système solaire, il y a très peu (ou pas) de masse négative.

En résumé, les particules ayant des masses de même signe s'attirent mutuellement par la loi de Newton tandis que les particules ayant des masses de signes opposés se repoussent mutuellement par la "loi anti-Newton" comme le montre le dessin ci-dessous qui résout le paradoxe runaway.



Selon Jean-Pierre Petit, l'inventeur du modèle Janus, le Modèle Standard n'explique pas les grandes structures de l'Univers et la naissance précoce des galaxies. On accumule des observations mais on n'arrive pas à rendre compte de ce qu'est la matière noire, on a beau la chercher on ne la trouve pas.

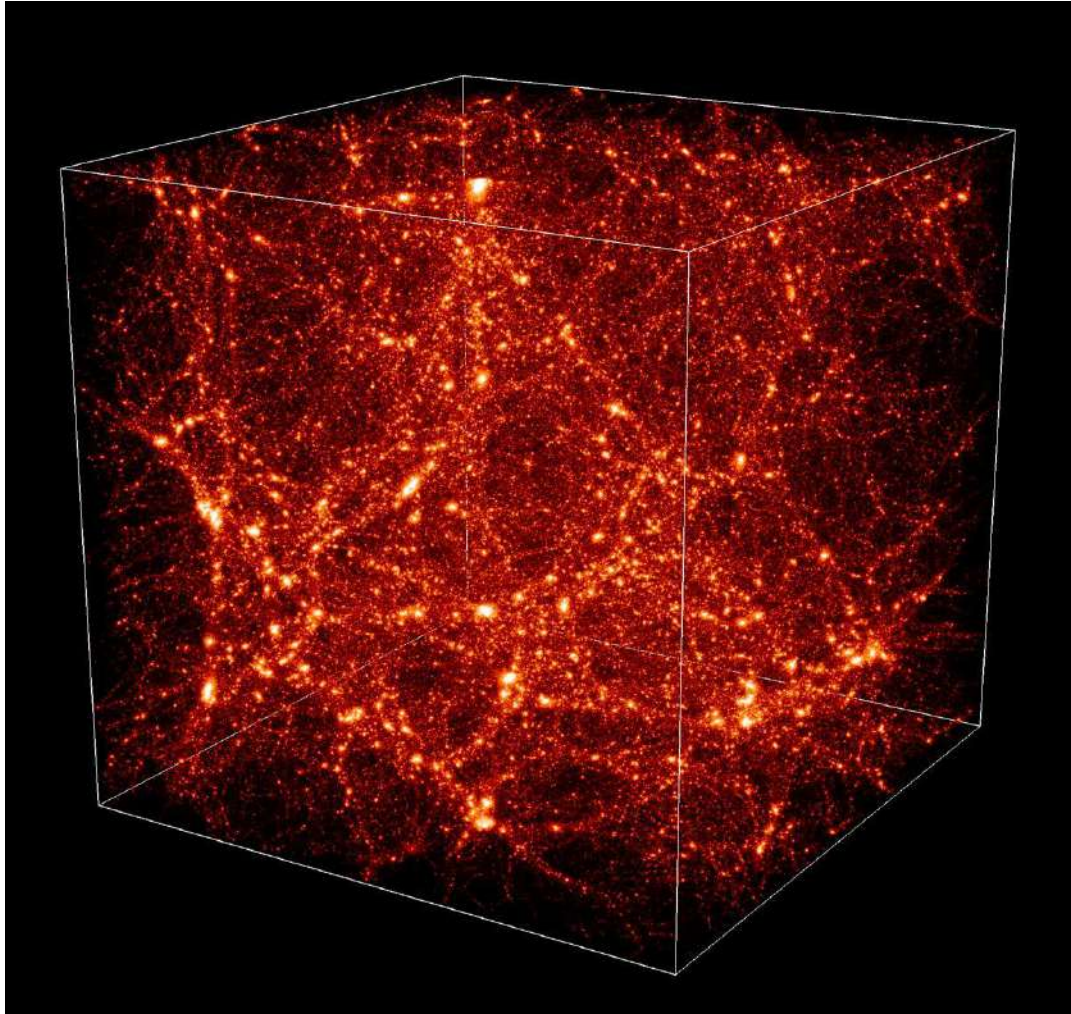


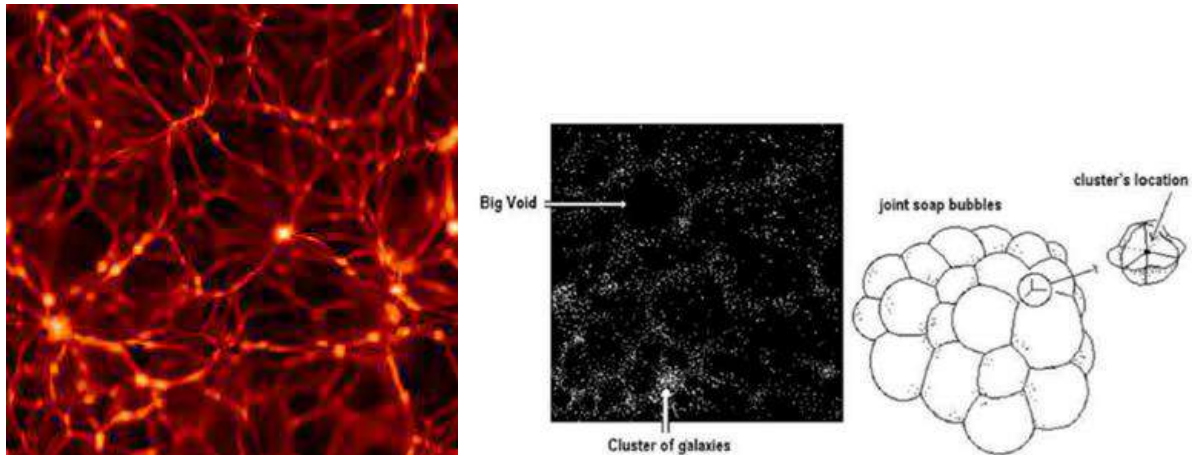
Fig.257 - *Simulation numérique de la formation de structures dans un univers CDM (Standard Cold Dark Matter). Le cube fait 500 millions d'années-lumière incluant la matière noire.*

Depuis qu'on a lancé le télescope James Webb qui a permis d'obtenir de l'Univers des images de l'Univers lorsqu'il n'était âgé que de 500 millions d'années, on a trouvé des galaxies spirales entièrement formées alors que selon le Modèle Standard même avec sa matière noire les galaxies n'auraient pas dû se former.

Dans la Relativité Générale, la matière est attractive donc elle tend à former des grumeaux et lorsque cette matière se condense elle s'échauffe et il faut cela pour que les galaxies puissent se former, que cette énergie thermique puisse être dissipée par rayonnement. Imaginez une sphère de gaz chaud, la quantité de gaz c'est comme le cube du rayon alors que le radiateur c'est-à-dire la surface c'est le carré du rayon. A cause de cela, les premières galaxies ne devraient apparaître qu'au bout d'un milliard d'années. Or au fil des mois, James Webb a trouvé des galaxies qui n'ont que 300 millions d'années.

L'Univers se présente sous forme d'amas galactiques regroupés en filaments, et en alvéoles constituées de grands vides. En quelque sorte, c'est comme imaginer une piscine sans eau remplie de ballons : les ballons constituent les grands espace vide, et les espaces entre les ballons représentent les filaments galactiques.

Le modèle Janus prédit que toutes les galaxies doivent se former pendant la première centaine de millions d'années et on sait maintenant que la matière représentée par les galaxies se distribue selon une structure lacunaire qui peut être comparable à une agglomération de bulles de savon, et ça, c'était une prédiction du modèle Janus où dès le départ c'est la masse négative qui pilote toute la dynamique de la galaxie en expliquant l'accélération d'expansion et la formation de ces grands vides qui s'articulent autour de conglomerats de masse négative.



L'univers est une hypersurface à 4 dimensions structurée par la gravitation suivant 2 référentiels. Il ne s'agit pas donc de 2 univers jumeaux mais d'un seul univers où les masses positives et négatives coexistent en suivant 2 référentiels où les constantes cosmologiques sont différentes (métrique et vitesse de la lumière) et interagissant par effet anti-gravitationnel en se repoussant. Nous sommes tous constitués de masses positives et vivons dans une galaxie où les masses positives sont majoritaires. En revanche, les masses négatives restent minoritaires. Pour parvenir en un lieu où ces particules de masses négatives deviendraient majoritaires, il faudrait se situer dans un espace lacunaire entre les galaxies (constitué de vide). Par exemple, aller au centre des immenses bulles de centaine de millions d'années-lumière de diamètre autour desquelles les galaxies se situent (Dipole Repeller). Au centre de ces bulles se trouvent des conglomerats de masse négative de forme sphéroïdale.

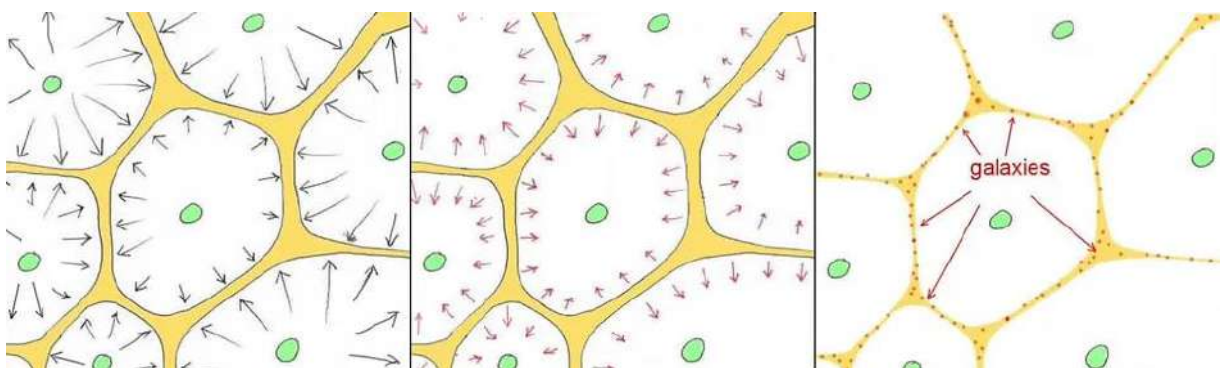


Fig.258 - Sur ce dessin, les masses négatives sont en vert, les masses positives sont en jaune. On a figuré les conglomerats de masse négative qui repoussent les masses positives. A gauche, on voit ses forces de répulsion indiquées par les flèches noires et à ce moment la masse positive est comprimée sous forme de plaques avec de chaque côté un objet de masse négative qui la repousse donc cette masse est comprimée et sa structure plane permet un refroidissement extrêmement rapide (image du centre). Donc formation rapide de galaxies (les petits points rouges) dans l'image de droite.



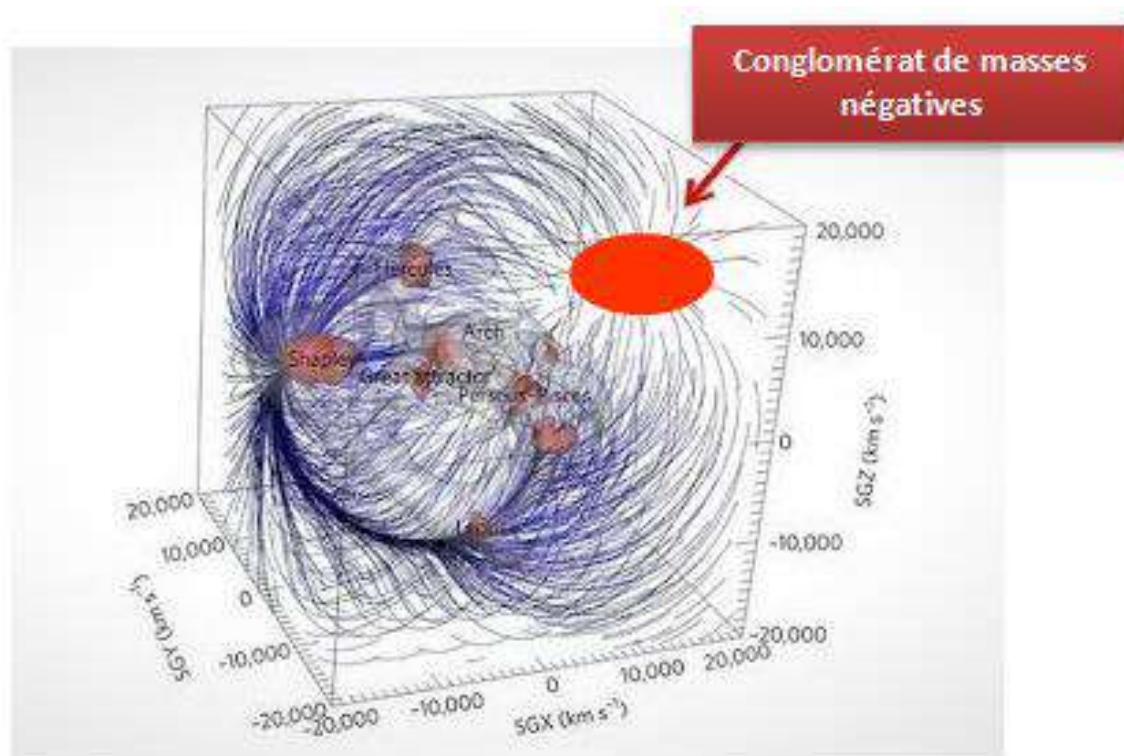


Fig.259 - Le cube montre en son centre le Groupe Local qui inclut notre galaxie la Voie Lactée, à gauche l'Attracteur de Shapley, et à droite en rouge un conglomérat de masses négatives surnommé « Great Repeller ». Depuis 2017 on a localisé une demi-douzaine de grand vide qui confirme la structure lacunaire de l'Univers et donc... peut-être le modèle Janus.

Ces objets sont comparables à d'immenses proto-étoiles constituées d'hydrogène « négatif » et d'hélium « négatif » formés durant la phase radiative primordiale (au commencement de l'univers). Le réseau lacunaire de masse positive confine cet espace de densité négative, les empêchant de fusionner. Inversement ces conglomérats de masse négative se comportent comme des points d'ancrage de ce réseau lacunaire pour l'univers des masses positives garantissant une stabilité d'ensemble.

Les étoiles de masse positive commencent par ressembler à ces sortes d'amas de gaz, sphéroïdaux, portés à une température de 1000 à 2000°. Ces proto-étoiles se refroidissent en émettant du rayonnement, dans le rouge et l'infrarouge. Pour pouvoir se transformer en véritables étoiles, il faut que la matière et les gaz se contractent sous l'effet de la gravité pour atteindre une température et une densité suffisamment importante pour démarrer les réactions de fusion thermonucléaires. Ce processus de contraction libère de l'énergie thermique qui est évacuée à la surface de l'étoile sous forme de lumière et de chaleur (rayonnement électromagnétique). Cette libération d'énergie croît donc comme le carré de son rayon. Plus l'étoile est grande, plus sa surface est grande et plus elle peut évacuer de chaleur. Cependant, la quantité de chaleur produite croît comme le cube du rayon de l'étoile, qui dépend de son volume. Pour les étoiles très massives, le taux de refroidissement peut être très lent et il peut se passer beaucoup de temps avant que la température ne devienne suffisante pour démarrer les réactions de fusion thermonucléaire qui permettent à l'étoile de briller.

On considère, dans notre monde positif, que pour qu'au cœur d'une proto-étoile les réactions de fusion puissent démarrer il faut que la température avoisine au minimum 700.000°



(Température optimale étant estimée à 10 millions de degrés Celsius). Ainsi une proto-étoile de masse négative très massive et très chaude peut mettre beaucoup de temps à refroidir suffisamment pour que les réactions de fusion puissent commencer car il faut que le processus de contraction de la proto-étoile génère suffisamment de chaleur pour compenser la perte de chaleur à la surface. Ces énormes proto-étoiles de masses négatives ont des temps de refroidissement tellement importants qu'elles ne s'allumeront jamais. Par conséquent, aucune galaxie, aucun atome lourd, molécule ou toute matière nécessaire pour développer une forme de vie dans le monde négatif ne pourra se créer.

D'après J-P Petit, durant ces cinquante dernières années, le modèle standard de la cosmologie n'a eu de cesse d'inventer des êtres imaginaires (constante universelle d'Einstein, la matière noire, l'énergie sombre, l'inflation). Jusqu'à ce jour, aucune trace de ces dernières ne fut découverte.

A l'heure actuelle, la modélisation d'une théorie unique traitant à la fois des phénomènes "infiniment grand" et "infiniment petit" n'a pas vu le jour.

L'équation de champ d'Einstein ne décrit pas les particules fondamentalement. C'est la raison pour laquelle la théorie des cordes est la seule approche contemporaine acceptée et acceptable réalisant le trait d'union entre celle-ci et la mécanique quantique. Mais cette unification est impossible sous cette approche car la mécanique quantique considère les forces en termes de champ. Et il faut une particule dans ces champs pour véhiculer l'interaction, par exemple, le photon est la particule élémentaire véhiculant le champ électromagnétique et sa quantification n'est possible que parce que l'on considère les charges électriques positives et négatives. Or la seule particule émergeant de la théorie des cordes pour véhiculer la gravitation est le graviton mais cette particule n'a jamais été mise en évidence expérimentalement. En effet, la notion de gravitation quantique ne reste qu'une spéculation dans ce modèle. Une conjecture alternative de quantification de la gravitation à l'échelle quantique serait de considérer l'existence de masses de signes opposés ayant des propriétés répulsives dans le modèle de calcul, comme pour le modèle des photons avec des charges électriques de signes opposés pour véhiculer l'interaction.

Le modèle standard, ce monument de la science contemporaine, est face à huit problèmes majeurs insurmontables:

- Effet Great Repeller, ou conglomérat de masses négatives
- La singularité de l'origine du monde, le soi-disant Big Bang
- La dissymétrie entre matière et antimatière
- L'homogénéité du rayonnement fossile
- La structure de l'Univers en "éponge" (bulles de grands vides)
- La stabilité des galaxies en rotation (matière noire)
- L'accélération de l'expansion cosmique (énergie noire)
- Le mystère du "Great Repeller" et des sondes Pioneer (masses négatives)
- Les courbures locales de l'espace anormalement importantes.

La difficulté principale du modèle standard, concerne son postulat de base. Considérer l'interaction gravitationnelle purement attractive (les masses importantes s'attirent). Ces lois résolvent le paradoxe du mouvement *runaway*. La masse inerte étant toujours positive, le principe fondamental de la dynamique est respecté. Les masses s'attirent ou se repoussent, suivant qu'elles sont de même signe ou non. Contrairement au cas électrique, une matière

composite formée de « charges graves » positives et négatives ne peut donc pas maintenir sa cohérence, et les charges de signe différent tendent à la fois à se regrouper entre elles, et à se placer le plus loin possible de corps de charge contraire. Une « charge grave » de signe opposé ne peut donc que fuir un centre de masse homogène comme la Terre, le Soleil, la Galaxie... Dans le champ gravitationnel terrestre, par exemple, une « charge grave » de signe opposé sera soumise à une accélération.

Sur le plan cosmologique, un univers initialement formé de ces deux types de masses les verrait se séparer comme deux fluides non miscibles, conduisant à une « mousse » formée de bulles de matière à masse négative, séparées par des parois et filaments de matière à masse positive. La matière négative et positive des métriques qui interagissent par la gravité pourrait intervenir dans l'explication de la matière noire, de l'énergie sombre, de l'inflation cosmique et de l'accélération de l'expansion de l'Univers.

### **Modèle bimétrique et inversion de la flèche du temps**

En 1970, Jean-Marie Souriau démontre, à l'aide du groupe de Poincaré de la théorie des groupes, qu'inverser l'énergie d'une particule (d'où sa masse, si elle en a une) revient à inverser « sa flèche du temps ». La description de l'Univers comprend plusieurs variétés. Selon la relativité générale, l'Univers est une variété riemannienne associée à un tenseur métrique de l'équation d'Einstein. Dans une telle situation, le mouvement *run away* empêche l'existence de la matière négative.

Les Modèles cosmologiques bi-métriques postulent que deux métriques sont nécessaires pour décrire la gravitation. Le modèle bimétrique Janus de Jean-Pierre Petit décrit deux univers parallèles au lieu d'un seul, avec une flèche du temps contraire, liés ensemble depuis le Big Bang. Ces deux univers interagissant seulement par la gravitation.

Selon ce modèle, l'Univers est associé à deux métriques riemanniennes (l'une avec de la matière de masse positive et l'autre avec de la matière de masse négative). En théorie, la matière de la métrique conjuguée apparaîtrait comme celle de l'autre métrique, mais avec une masse et flèche du temps opposées (le temps propre est considéré comme étant toujours positif). Les deux métriques ont leur propre géodésique et sont la solution de deux équations de champ couplées :

Cependant, ce modèle a été critiqué par l'Académicien-physicien Thibault Damour pour son incohérence interne, sans que J-P Petit puisse faire valoir son droit de réponse.

Bien que la relativité générale décrive les lois du mouvement pour les particules positives et négatives, seule la composante de contrainte est incluse parmi les interactions élémentaires. Généralisée, la masse négative fait référence à toute région de l'espace où une densité de matière négative est mesurée. Cela se produirait pour une région dans laquelle les contraintes du tenseur d'Einstein sont plus grandes en magnitude que la densité de masse. Elle présenterait plusieurs propriétés étranges, comme une possible force gravitationnelle répulsive. Ces caractéristiques ne respectent pas les conditions d'énergie positive de la théorie de la relativité générale d'Einstein. Cependant, ces conditions ne sont pas requises pour la cohérence mathématique de la théorie.

Pour obtenir des particules de masse négative, il faudrait utiliser une extension de la Relativité Générale dans laquelle le graviton posséderait une masse. En Relativité Générale, le graviton,

particule médiatrice de l'interaction gravitationnelle, est de masse nulle. Dans les années 1930, Wolfgang Pauli avait montré qu'il y a une façon unique d'étendre la Relativité Générale avec un terme de masse, en linéarisant la théorie. Après des décennies de recherches, les physiciens ont montré, dans les années 2010, qu'il n'y a qu'une façon d'étendre la Relativité Générale pour donner une masse au graviton, en prenant en compte toute la structure non linéaire de la théorie.

La masse négative pourrait être constituée de particules exotiques aux propriétés anormales que l'on n'arrive pas à détecter.

Dans un article sur les conséquences de la masse négative datant de 2014, trois physiciens européens démontrent que des particules de masse relativiste négative impliquent nécessairement l'existence des tachyons. Leur démonstration est basée sur deux postulats : Les tachyons, particules hypothétiques à vitesse supérieures à  $c$ , à masse pure imaginaire et énergie qui diminue lorsque la vitesse augmente.

N'importe quelle masse, peu importe son signe, peut entrer en collision inélastique avec une masse positive. Le quadri-moment doit être conservé lors de ces collisions.

En 1928, la théorie des particules élémentaires de Paul Dirac, qui fait partie du modèle standard, incluait déjà des solutions négatives. Le modèle standard est une généralisation de l'électrodynamique quantique (EDQ) dont la masse négative fait déjà partie de la théorie.

Morris, Thorne et Yurtsever ont montré que la mécanique quantique de l'effet Casimir peut être utilisée pour produire une région locale de masse négative dans l'espace-temps. Ils ont aussi affirmé que la matière négative pourrait être utile pour stabiliser un trou de ver. De leur côté, Cramer *et al.* pensent que de tels trous de ver auraient pu exister lors des premiers instants de l'Univers, stabilisés par des boucles de cordes cosmiques négatives.

Stephen Hawking a prouvé que l'énergie négative est une condition nécessaire à la création d'une courbe de temps fermée par la manipulation de champs gravitationnels dans une région fermée de l'espace. Cette preuve confirmerait, par exemple, qu'un cylindre de Tipler fermé ne peut être utilisé dans une machine à voyager dans le temps.

Dans l'équation de Schrödinger, la fonction d'onde est de nature ondulatoire partout où l'énergie d'une particule est supérieure au potentiel local, et est évanescente (de nature exponentielle) lorsqu'elle est plus basse. Cela impliquerait que l'énergie cinétique est négative dans les régions où la fonction d'onde est évanescente, car le potentiel local est nul. Cependant, l'énergie cinétique est un opérateur en mécanique quantique, et sa valeur attendue est toujours positive. En y additionnant la valeur attendue de l'énergie potentielle, on obtient le rendement de la valeur propre de l'énergie.

### **Masse négative de l'électron**

La masse qui contribue à la masse totale de l'électron, par le nuage de particules virtuelles, est positive selon la relation masse-énergie ( $E=mc^2$ ). Ainsi, la masse propre de l'électron est nécessairement moins élevée que la masse observée. Comme les photons virtuels possèdent une énergie plus grande que le double de la masse d'un électron, afin de créer des paires électron-positron nécessaires à la renormalisation des charges, la masse propre de l'électron devrait être négative

## Comment résoudre le paradoxe Runaway?

Il est un fait, sur lequel les chercheurs continuent à buter, c'est l'impossibilité d'introduire des masses négatives dans la Relativité Générale. En effet, toute tentative, dans le schéma Einsteinien débouche sur des lois d'interaction ingérables :

- Les masses positives attirent tout

- Les masses négatives repoussent tout

Si on met en présence deux particules ayant des masses de signes opposés, la masse positive s'enfuit, animée d'un mouvement uniformément accéléré, poursuivie par la masse négative. Et l'énergie cinétique de l'ensemble reste nulle, vu que le  $\frac{1}{2} m.v^2$  de la masse négative est ... négatif.

Le modèle Janus apporte la solution, au prix d'un saut paradigmatique majeur : le passage aux deux équations de champ couplées. Ce qui revient à considérer que l'hypersurface espace-temps possède un endroit et un envers.

Alors les lois d'interaction, dérivées par ce qu'on appelle "l'approximation Newtonienne" deviennent :

- Les masses de même signe s'attirent selon la loi de Newton

- Les masses de signes opposés se repoussent selon "anti-Newton"

Dans les papiers de Chardin et Blanchet on ne trouvera que des acrobaties informes avec l'introduction de gravitons massifs, d'un nouveau champ de force, le "gravito-vecteur", d'une nouvelle particule, le "graviphoton", voire de l'abandon du principe d'équivalence.

Nulle part on ne parviendra à trouver dans les articles cités ci-dessus de quoi justifier les phrases :

*... tout se passe comme s'il y avait deux manières différentes de mesurer les distances - deux espaces-temps ou deux "métriques". Dans chaque espace-temps, on peut avoir des particules, et comme les deux métriques se comportent différemment (avec un terme de couplage unique entre les deux), les particules dans l'un des espaces-temps peuvent apparaître comme ayant une masse négative lorsqu'elles sont mesurées par rapport à l'autre espace-temps. On a donc un effet d'antigravité.*

Notez la phrase-clé :

*.. tout se passe comme s'il y avait deux façons de mesurer les distances ...*

Entre deux étoiles il y a effectivement deux distances possibles, selon que le véhicule qui les parcourt est constitué de masse positive ou de masse négative. Tout récemment Jean Pierre Petit a pu calculer cette différence des distances entre deux étoiles, selon qu'on chemine sur "l'endroit ou l'envers de l'hypersurface".

En empruntant l'envers de l'univers, après que l'engin de type HAUC ait inversé sa masse, la distance est alors cent fois plus courte, et dans ce référentiel, la vitesse de la lumière est dix fois plus grande. L'engin de type HAUC n'a pas besoin de "propulseur". La conservation de



l'énergie fait que l'engin acquiert une "autre matérialité" (pour un observateur fait de masse positive il semble "se dématérialiser"). En fait, le cheminement dans le "secteur négatif" ne peut s'opérer qu'à vitesse relativiste, pour se retrouver "en pays de connaissance" avec son environnement d'atomes, (adaptation des "longueur de Compton" grâce à la contraction de Lorentz). Avec un tel rapport de distances, l'inversion de masse entraîne une rematérialisation dans le secteur négatif pratiquement à la vitesse de la lumière, c'est à dire à 300.000 km/s. Ainsi, si dans le monde des masses positives, il faut dépenser une énergie pharamineuse pour simplement acquérir une vitesse relativiste, quand le vaisseau spatial croise dans ce monde des masses négatives, freiner serait trop coûteux en énergie. Pour s'arrêter, il suffit d'inverser la masse une seconde fois. Les concepts d'accélération et de décélération ne sont alors plus opératoires. On réapparaît dans le monde des masses positives, on se "rematérialise" en récupérant les paramètres cinétiques dont l'engin était doté au départ. Même entre les mains de gens qui refusent toute idée de science-fiction dans leur démarche scientifique, l'idée fait son chemin.

Dans l'Univers, il y a au moins trois problèmes qui résistent à tous les essais de simulations et à l'imagination des théoriciens :

1- La distribution radiale de la matière noire dans une galaxie ne correspond pas à celle qui est déduite de la courbe de rotation de la galaxie. Il existe notamment des galaxies naines qui sont complètement dominées par la matière noire. Ces galaxies sont donc d'excellents laboratoires pour en déterminer les caractéristiques. La façon dont le gaz tourne autour du centre, nous révèle la distribution de matière. Celle-ci n'est pas du tout concentrée vers le centre, comme prédit par les simulations du modèle CDM. Est-ce que nous nous trompons sur la nature de la matière noire ? Ou bien y a-t-il un mélange de matière noire baryonique et non-baryonique au niveau des galaxies ? La fraction de matière noire à l'échelle galactique est assez petite, et elle pourrait être entièrement baryonique, sans violer le maximum de densité de baryons permis par le modèle de concordance, c'est-à-dire 5% du total. La distribution radiale de la matière noire ressemble beaucoup à celle du gaz d'hydrogène, dans ces galaxies naines. Bien sûr le gaz d'hydrogène atomique détecté n'est pas suffisamment massif, il faudrait le multiplier par un facteur 7 pour expliquer les courbes de rotation entièrement. Deux solutions sont alors possibles : soit le gaz manquant est sous forme d'hydrogène moléculaire, indétectable lorsque l'enrichissement en carbone et oxygène est faible (comme dans les galaxies naines), ou bien il faut changer la loi de la dynamique Newtonnienne, à faible accélération, comme proposé par M. Milgrom en 1984. Bien que cette théorie ne soit pas encore acceptée par tous, les échecs actuels du modèle CDM amènent un regain de travail sur cette hypothèse.

2- Un problème grave empêche à la matière visible de garder assez de moment angulaire pour former des disques comme celui de la Voie Lactée. Dans l'effondrement et la fusion des galaxies, les baryons perdent leur moment cinétique par friction dynamique sur les halos de matière noire, qui sont très massifs. A l'équilibre, les disques de galaxies spirales dans les simulations sont dix fois trop petits par rapport aux observations. Il est possible que notre manque de connaissance de la physique des baryons, notamment les lois de formation d'étoiles, et surtout les phénomènes énergétiques qui en résultent, explosions de supernovas, vents stellaires, qui empêchent l'effondrement des baryons et régulent la formation d'étoiles, ou même les phénomènes énergétiques associés à la présence d'un noyau actif (trou noir) au centre de chaque galaxie, permettent de réduire les effets de friction dynamique, et retiennent un peu plus le moment angulaire des baryons. Les simulations numériques qui prennent en

compte aujourd'hui ces phénomènes de régulation n'arrivent pourtant pas encore à résoudre le problème, même si la situation s'améliore.

3- Enfin le modèle CDM prédit que toute galaxies spirale comme la Voie Lactée devrait être entourée d'au moins 400 satellites, ou 400 petites galaxies naines. Bien sûr des compagnons nains ont été découverts récemment autour de la Voie Lactée, mais il y en a tout au plus une douzaine, et il n'y en aura pas beaucoup plus. Où sont passées toutes les petites galaxies manquantes ? Se pourrait-il que les petits satellites sont trop peu massifs pour retenir leurs baryons, dès la première formation d'étoiles, les explosions de supernovas soufflent le gaz à l'extérieur des halos de matière noire ? mais alors on devrait avoir autour de chaque galaxie spirale des centaines de halos noirs sans matière visible ? ceci semble incompatible avec le manque de perturbations dans le disque dues aux passages de tous ces compagnons. De plus les expériences de lentilles gravitationnelles devraient sentir la présence de ces puits de potentiel. Là encore, il faudrait une matière noire d'une autre nature que celle qui est supposée couramment : des particules sans interaction spécifique mis à part la gravité, notamment ces particules seraient sans collision. Aujourd'hui l'hypothèse de dynamique modifiée bénéficie d'un regain d'espoir, depuis que l'existence de l'énergie noire est confirmée. Les théoriciens cherchent à trouver une explication commune à la matière noire et à l'énergie noire, et faire d'une pierre deux coups. Mais jusqu'à présent les efforts sont restés vains. Il faut dire que le modèle de dynamique modifiée rencontre de sérieux problèmes dans les amas de galaxies, car la matière noire domine non plus aux bords des objets, où l'accélération est faible comme dans les galaxies, mais au centre des amas de galaxies, où l'accélération est forte, et donc pas sujette à modification. Le mystère reste entier.

#### **Le générateur de masse négative de Nick Vamvakas de l'université de Rochester.**

Les objets sont constitués de matière. L'une de leurs caractéristiques est leur « masse », y compris les particules élémentaires dépourvues de masse au repos, mais dotées d'énergie. Elles réagissent à l'application d'une force extérieure avec l'effet attendu. Ce qui est plus étonnant, c'est que les particules possédant une « masse négative » montrent une réaction opposée à l'application d'une force.

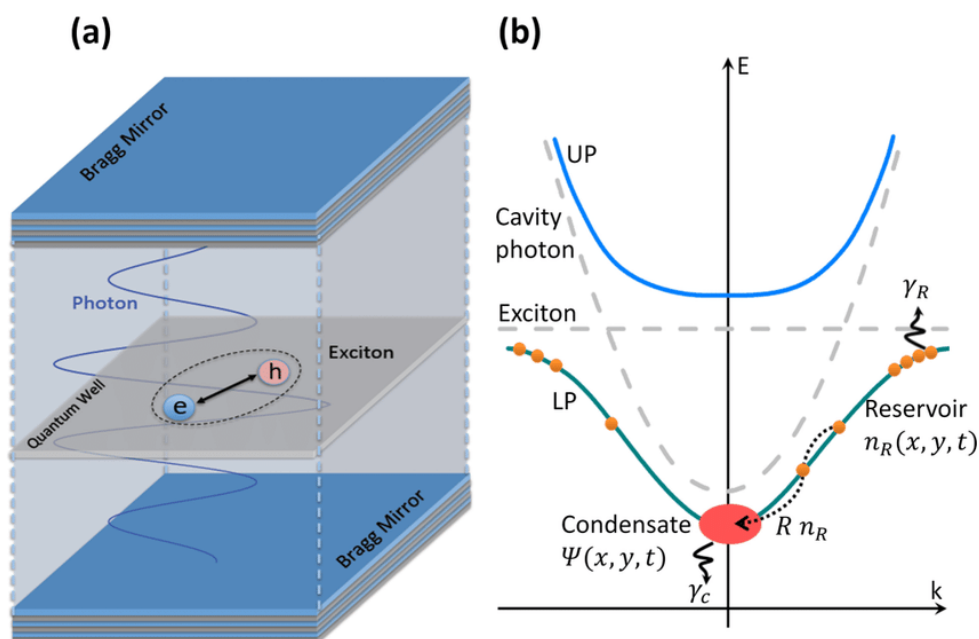


Fig.260 - Les chercheurs de l'université de Rochester ont cherché à produire des particules possédant une masse négative dans un matériau semi-conducteur d'épaisseur atomique. Selon Nick Vamivakas de l'institut d'optique de l'université de Rochester, les résultats de ces recherches sont à la fois intéressants et enthousiasmants du point de vue purement physique, et l'équipe a même créé un dispositif pouvant produire de la lumière laser en utilisant une quantité d'énergie progressivement faible.

Le dispositif pour produire de la matière négative est constitué de deux miroirs Bragg formant une microcavité optique destinée à confiner la lumière dans différentes couleurs du spectre selon leur espacement.

Du diséléniure de molybdène semi-conducteur est ensuite incorporé en couche mince dans la cavité. Il se produit une interaction avec la lumière piégée, et les petites particules appelées « excitons » du semi-conducteur se combinent avec les photons de la lumière confinée pour former des « polaritons ».

Ce processus de transfert d'identité d'un exciton se fait au profit d'un photon pour créer un polariton, un objet associé à une masse négative.

Et lorsque vous essayez de pousser ou de tirer la particule, elle se déplace dans la direction opposée à celle que vous imaginiez. Même si les applications pratiques sont encore lointaines, le laboratoire poursuit ses recherches sur certains aspects des résultats obtenus :

- Substrat de fabrication de laser : grâce aux polaritons, les lasers pourraient fonctionner de manière complètement différente des modèles classiques, puisque le système déclenche la production d'un faisceau laser avec une énergie d'entrée plus faible.
- Physique de la masse négative : le comportement réactif des polaritons dans des champs électriques et sous l'effet de forces externes doit faire l'objet de recherches plus approfondies.

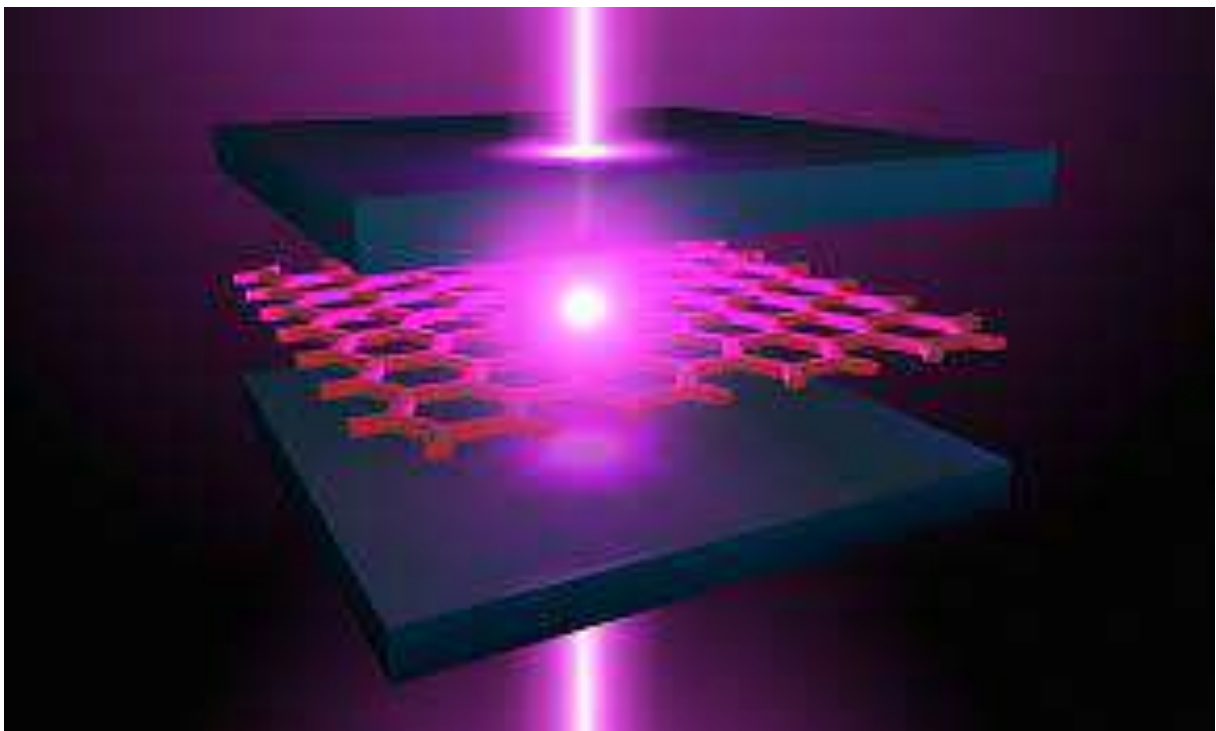


Fig.261 – Conception d'artiste du dispositif de Nick Vamiryakas de l'université de Rochester : en combinant la lumière laser et des excitons dans un semiconducteur en diséléniure de molybdène sur substrats de miroirs Braggs, le chercheur a produit en 2013 des polaritons, objets de masse négative.

Dans notre expérience quotidienne, si vous poussez quelque chose, il s'éloigne de vous. Mais les objets dont la masse est négative s'accélèrent vers vous. Cela ressemble à de la science-fiction, mais l'idée est théoriquement possible, et ses effets ont été observés dans des expériences récentes menées par les scientifiques de l'Université de Rochester, qui ont développé un dispositif qui peut créer des particules présentant une masse négative.

La deuxième loi du mouvement de Newton dit que la force sur un objet est égale à sa masse inertielle multipliée par son accélération ( $F = ma$ ).

Normalement, toutes ces valeurs sont positives : l'application d'une force positive sur un objet avec une masse positive entraîne une accélération positive, poussant l'objet vers l'avant. Mais si un objet a une masse négative, la force devient également négative, ce qui signifie que l'objet bougera dans la direction opposée - essentiellement, en se serrant contre votre main si vous essayez de le pousser. Au moins, c'est l'idée.

La masse négative n'a pour la plupart été démontrée que dans des analyses théoriques, bien qu'une expérience de 2017 effectuée par l'Université de Washington ait manipulé des atomes de rubidium avec des lasers pour créer un fluide agissant comme s'il avait une masse inertielle négative.

Maintenant, les chercheurs de l'Université de Rochester disent qu'ils ont développé un dispositif qui peut créer des particules présentant une masse négative, en combinant des photons de la lumière laser et des excitons dans un semi-conducteur.

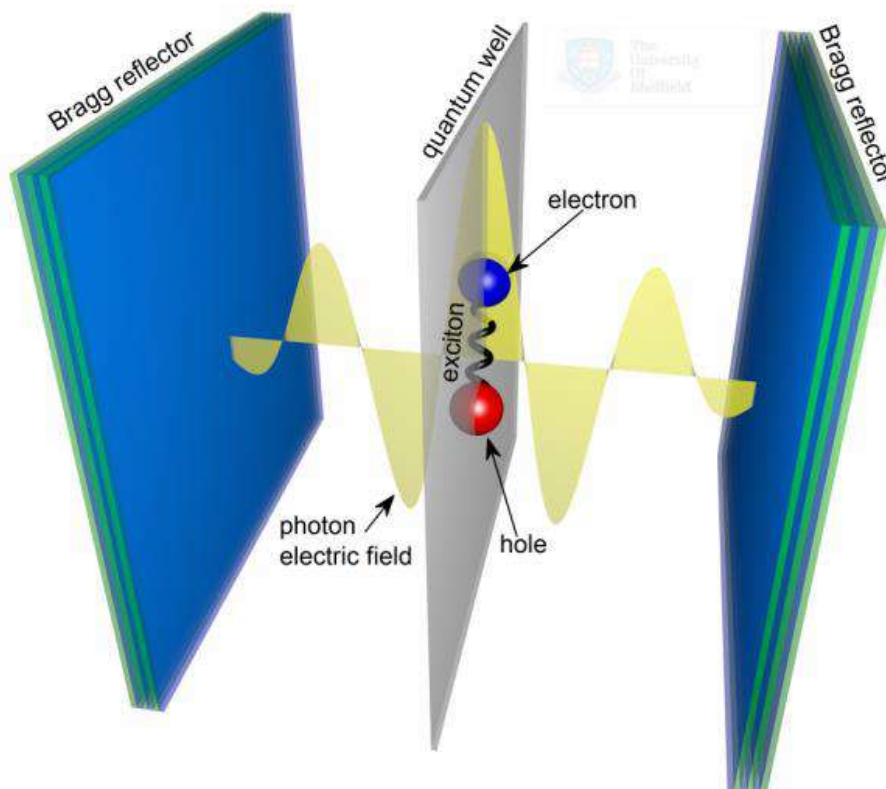




Fig.262 – Générateur de masse négative

*L'appareil est basé sur un laser. Normalement, la lumière est réfléchiée entre une paire de miroirs se faisant face. L'espace où cette lumière est confinée s'appelle la cavité optique, ou microcavité. Dans la microcavité optique de cet appareil, l'équipe a placé un semi-conducteur atomiquement mince en diséléniure de molybdène, où il pourrait interagir avec la lumière confinée. Les excitons dans le semi-conducteur, combiné avec des photons dans la lumière laser, sont confinés pour former de nouvelles particules appelées polaritons, qui ont une masse négative.*

« En poussant un exciton à renoncer à une partie de son identité au profit d'un photon pour créer un polariton, nous nous retrouvons avec un objet qui a une masse négative qui lui est associée, » dit Nick, auteur principal d'une étude décrivant le dispositif.

C'est une chose hallucinante de penser que si vous essayez de le pousser ou de le tirer, il va dans le sens opposé à ce que votre intuition vous dira. Nous imaginons des façons d'appliquer des poussées et des tractions - peut-être en appliquant un champ électrique à travers l'appareil - et ensuite étudier comment ces polaritons se déplacent dans l'appareil sous l'application d'une force externe », explique Nick. « Mais il se peut aussi que le dispositif que nous avons créé présente une nouvelle façon de générer de la lumière laser avec une quantité très faible d'énergie en entrée ». Un **exciton** est, en physique, une quasi-particule que l'on peut voir comme une paire électron-trou liée par des forces de Coulomb.

Une analogie souvent utilisée consiste à comparer l'électron et le trou respectivement à l'électron et au proton d'un atome d'hydrogène. Ce phénomène se produit dans les semi-conducteurs et les isolants. En 2008, le premier dispositif électronique basé sur des excitons a été démontré, fonctionnant à des températures cryogéniques.

En 2018, l'EPFL a mis au point un transistor basé sur les excitons qui peut fonctionner à température ambiante. Cette technique ouvre la voie à une panoplie de nouvelles possibilités en **excitonique**, branche de la physique appliquée qui, après celle de la photonique et de la spintronique, s'avère des plus prometteuses pour l'électronique du futur.

On distingue généralement deux sortes d'excitons :

- l'exciton de Mott-Wannier, dont le rayon (l'analogue du rayon de Bohr dans l'atome d'hydrogène) est nettement plus grand que le paramètre de maille du matériau cristallin dans lequel il se produit,
- l'exciton de Frenkel, beaucoup plus petit, qui se produit quand la constante diélectrique du matériau est plus faible.

L'électron et le trou d'un exciton de Mott-Wannier sont séparés d'environ  $d \sim 100-400 \text{ \AA}$  tandis que cette séparation est de l'ordre de  $d < 5 \text{ \AA}$  pour un exciton de Frenkel. Il existe toutefois un cas intermédiaire que l'on retrouve dans les cristaux moléculaires organiques où la distance entre l'électron et le trou correspond à une ou deux fois la distance intermoléculaire du plus proche voisin, on nomme cet exciton : l'exciton à transfert de charge.

Une autre façon de décrire un exciton est de le voir comme étant une onde de polarisation neutre dans le matériau. Dans les matériaux semi-conducteurs, l'exciton se manifeste par la présence d'un pic d'absorption situé à une énergie plus faible que l'énergie de bande interdite

du matériau. La différence entre les deux énergies est l'énergie de liaison de l'exciton, et le pic excitonique n'est observable que lorsque l'énergie de liaison n'est pas négligeable devant l'énergie thermique.

Dans un puits quantique, l'énergie de la transition excitonique peut être modifiée par l'application d'un champ électrique (grâce à l'effet Stark), ce qui est à la base d'un modulateur d'intensité lumineuse : le modulateur à électro-absorption.

Les **polaritons** sont des quasiparticules issues du couplage fort entre une onde lumineuse et une onde de polarisation électrique. Plusieurs cas de figure sont possibles :

1. L'onde de polarisation est un **phonon optique**, c'est-à-dire essentiellement une oscillation mécanique de deux atomes de charge opposée à l'intérieur d'un cristal. Les **polaritons phononiques** ont été beaucoup étudiés par la spectroscopie Raman dans les années 1970 – 80. Ils ont permis de mesurer la constante diélectrique à haute fréquence dans les semiconducteurs.
2. L'onde de polarisation est un **plasmon** dans un métal, c'est-à-dire essentiellement une oscillation mécanique collective du nuage électronique d'un métal. Aux longueurs d'onde susceptibles de supporter des plasmons, l'onde lumineuse ne peut pas pénétrer dans le métal, cependant le couplage peut avoir lieu à l'interface métal/air (ou métal/diélectrique en général). Une telle onde de surface est ainsi appelée **plasmon polariton de surface**.
3. L'onde de polarisation est un **exciton** dans un semiconducteur. La mesure de la relation de dispersion des **polaritons excitoniques** dans le matériau massif a permis de mesurer la force d'oscillateur des excitons, ainsi que leur masse.
4. Un cas proche du précédent est celui où l'onde lumineuse est confinée dans une microcavité et l'exciton est confiné dans un puits quantique. Les **polaritons de microcavités** sont des quasi-particules bidimensionnelles ayant une très faible masse effective, et sont un candidat intéressant pour l'étude de la condensation de Bose-Einstein dans les semiconducteurs. D'autre part, un oscillateur paramétrique optique à très bas seuil a été démontré dans ces structures. Cet OPO fonctionne grâce à une non-linéarité provenant des collisions polariton-polariton.
5. De la même manière on peut confiner l'onde lumineuse dans une cavité térahertz (THz). Les photons interagissent avec les transitions électroniques inter-sous-bandes des puits quantiques pour former des polaritons inter-sous-bandes de cavité.

La présence des polaritons est observée par la présence d'un **anticroisement** dans les relations de dispersion de la lumière et celle d'une résonance « matérielle » qui peut être couplée à la lumière.

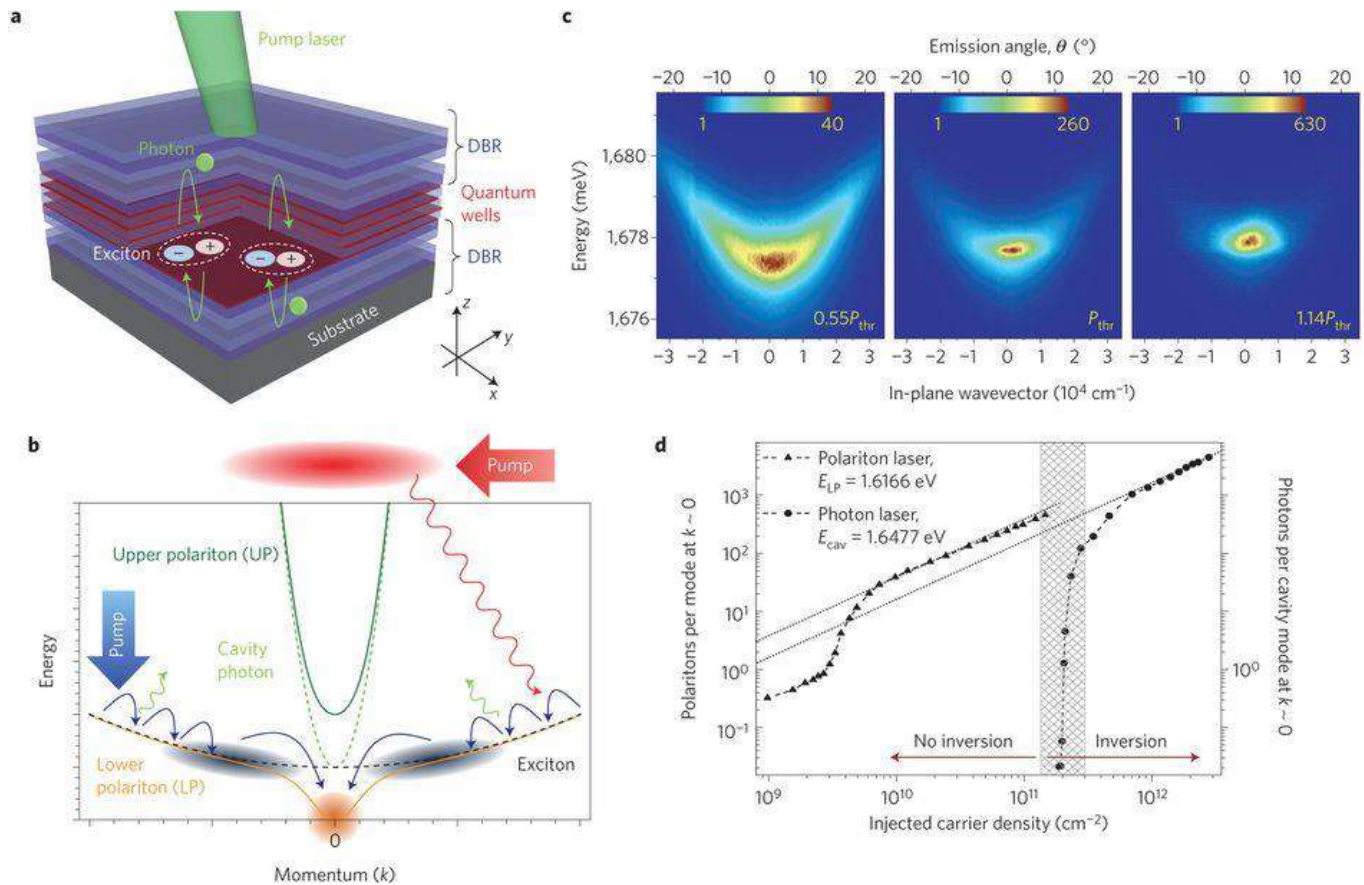


Fig.263 – Un modulateur à électro-absorption

### Comment est-ce qu'un fluide peut avoir une masse négative ?

Hypothétiquement, la matière devrait pouvoir avoir une masse négative, de la même manière qu'une charge électrique peut être négative ou positive. Donc, en théorie cela fonctionne, mais la notion de masse négative est un sujet qui porte à débat dans la communauté scientifique. En effet, les chercheurs se demandent si des objets de masse négative peuvent exister sans violer les lois de la physique.

La seconde Loi d'Isaac Newton est mathématiquement exprimée par la formule  $\mathbf{f} = m\mathbf{a}$ , (la force est égale à la masse d'un objet multipliée par son accélération). Si nous réécrivons cette formule de sorte à ce que l'accélération soit égale à une force divisée par la masse d'un objet, en considérant une masse négative, cela implique également une accélération inverse : vous pouvez vous imaginer pousser une petite flaque d'eau sur une table, et celle-ci accélérer dans le sens inverse de votre poussée pour remonter sur votre main ?

Bien que ça puisse nous sembler étrange, cela ne signifie pas pour autant que c'est impossible. D'antérieures recherches ont démontré des preuves que la masse négative pourrait bel et bien exister dans l'Univers, sans rompre la théorie de la relativité générale.

De plus, de nombreux physiciens pensent que la masse négative pourrait être liée à certains éléments que nous avons détectés dans l'Univers, tels que l'énergie noire, les trous noirs et les étoiles à neutrons, et que cette dernière pourrait nous aider à mieux comprendre ces phénomènes.

De ce fait, les physiciens ont vivement essayé de recréer une masse négative en laboratoire, Ils y sont finalement parvenus.

En effet, des chercheurs de l'Université de l'État de Washington affirment qu'ils ont réussi à obtenir un fluide d'atomes très froids qui agit comme s'il possédait une masse négative.

L'équipe suggère également que l'utilisation de ce fluide permettrait d'étudier certains des phénomènes se produisant dans l'Univers et que nous ne comprenons pas encore totalement. « *La première bonne nouvelle (avec cette découverte), c'est que nous avons le contrôle exquis sur la nature de cette masse négative, sans autres complications* », explique en avril 2017 l'un des chercheurs, Michael Forbes.

Comment s'y est-il pris ? Forbes et ses collègues ont refroidi des atomes de rubidium à une température juste légèrement au-dessus du zéro absolu (-273° Celsius) pour créer un condensat de Bose-Einstein.

Mis dans cet état, les particules se déplacent extrêmement lentement et, suivant les principes de la mécanique quantique, se comportent comme des ondes. Elles se synchronisent et se mettent en mouvement en unisson en devenant ce qu'on appelle un superfluide, qui s'écoule sans perdre d'énergie.

Conduite par Peter Engels, professeur en astronomie et physique, l'équipe a utilisé des lasers pour ralentir les particules, les rendre plus froides, et permettre aux particules chaudes et à plus haute énergie de s'échapper comme de la vapeur, refroidissant davantage le fluide.

Les lasers confinent les atomes comme s'ils étaient contenus dans un bol mesurant moins de cent microns de diamètre.

À ce stade, le superfluide de rubidium possède une masse normale. Briser le bol permettrait au fluide de rubidium de se répandre et de se dilater, en s'expandant comme si le rubidium situé au centre pousserait vers l'extérieur.

Pour créer de la masse négative, les chercheurs ont mis en œuvre un deuxième ensemble de lasers qui envoie des impulsions aux atomes pour les faire osciller d'avant en arrière. Ils ont changé leur manière de spinner (rotater et vibrer).

Maintenant, quand ils laissent sortir le fluide rubidium du bol, le fluide se précipite très vite dehors et se comporte comme s'il avait une masse négative. « Si on le pousse, il accélère vers l'avant. C'est comme s'il avait heurté un mur invisible », s'exclame Forbes.

Une masse négative peut être réellement produite dans des systèmes quantiques si on maîtrise l'ingénierie des interactions de dispersions dans le couplage spin-orbite des particules. Il s'agit de mesurer un condensat de Bose-Einstein en expansion avec un couplage spin-orbite, dont les caractéristiques de la zone de dispersion sont analogues à une masse négative. On observe toute une gamme de phénomènes dynamiques, incluant la brisure de la parité, et la covariance de Galilée, les instabilités et les auto-confinements.

Les observations et trouvailles servent à formuler des simulations de Gross-Pitaevskii, démontrant que les caractéristiques émergentes tels que les ondes de choc, les trains de solitons, etc. ont pour origine une dispersion « modifiée ».



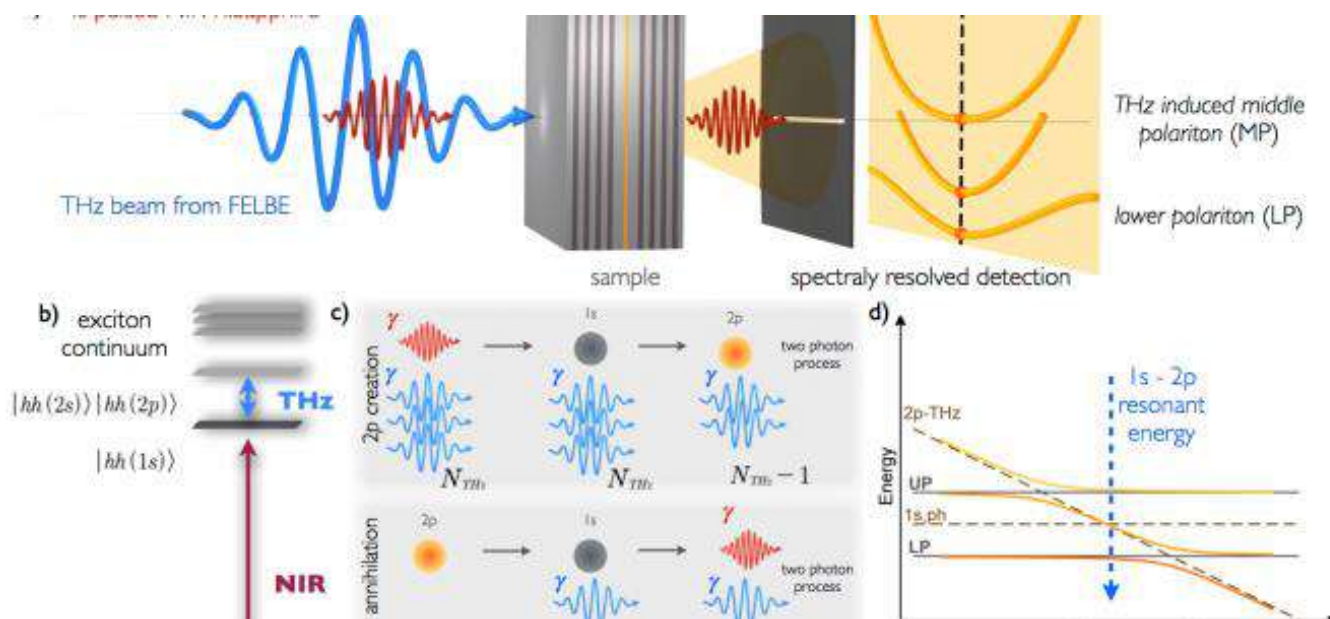


Fig.264 – Générateur de polaritons par excitons

Les transitions de phases menant aux phases quantiques de la matière condensée – telles que la superfluidité, la superconductivité – ont longtemps fasciné les scientifiques, car ces phénomènes amènent les vrais effets quantiques vers notre monde macroscopique.

Un superconducteur est un matériau, qui, à certaines températures, peut stocker du courant sans résistance et peut produire un champ magnétique.

Ceci est rendu possible par la liaison des électrons en « paire de Cooper » à une température critique qui dépend du matériau.

Si ces phénomènes sont bien compris, l'effort pourra porter vers la réalisation d'un système de circuits à très haute intégration solide dans lequel le condensat de Bose-Einstein peut être créé et manipulé électroniquement.

Les candidats les plus prometteurs sont les semi-conducteurs à microcavités, dans lesquels les photons sont confinés et fortement couplés à des excitations électroniques, conduisant à la création de polaritons par excitons.

Au-delà d'une densité de seuil critique, on observe une accumulation, une occupation du circuit, le développement d'un gaz de polariton en équilibre à 19 K, une augmentation de cohérence temporelle, et l'émergence d'une polarisation linéaire spatiale à longue portée qui sont les signes du développement spontané d'une phase quantique macroscopique.

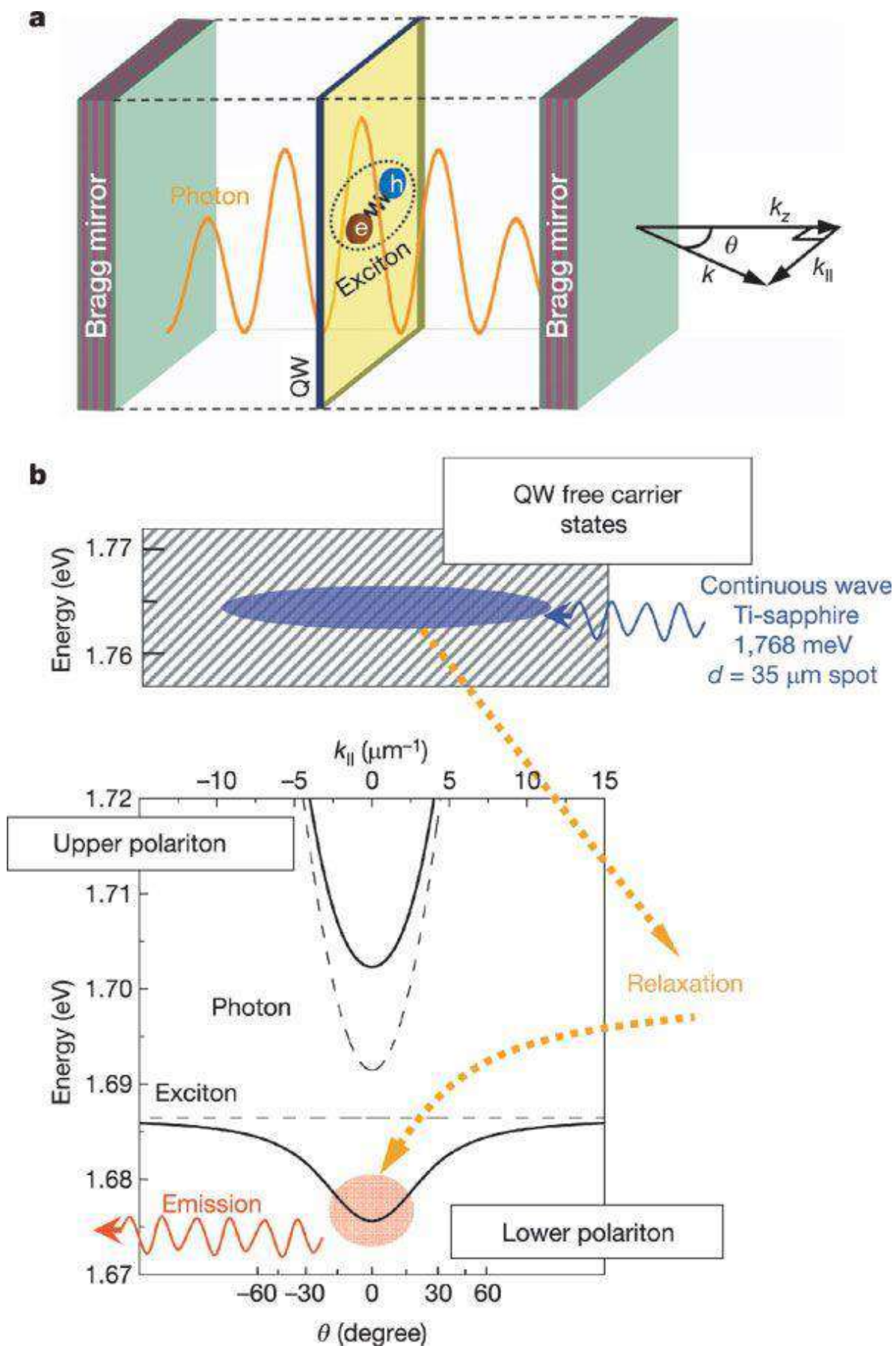


Fig.265 – Semi-conducteurs à microcavités pour la création de polaritons par excitons.

## DE CES VOYAGES HORS-NORMES, LEQUEL EST CELUI DU BIG HAUC ?

En début 2025, il existe 7 concepts de voyage hyper-rapide, dont 4 concepts « classiques » et 2 concepts inspirés, semble-t-il, de la rétro-ingénierie de HAUC.

Les concepts classiques :

**1/- La téléportation** : c'est un mode de transport de matière, dans lequel celle-ci est d'abord convertie en énergie par dématérialisation, puis reconstituée au point d'arrivée après que l'énergie soit transmise à travers l'espace.



Fig.266 - On connaît en fait trois « modèles » de téléportation. Aucun n'est pratiqué par les NHI.

### 1A – La téléportation par modification topologique de l'espace-temps

Ce mode de téléportation suppose que les NHI maîtrisent des forces et des énergies sans commune mesure avec celles connues aujourd'hui pour modifier la topologie de l'espace-temps et l'exploiter pour se projeter d'un point à un autre sans emprunter le chemin naturel.

L'objet projeté est déplacé grâce à un véhicule spatial qui plonge dans un trou noir (proposé par Carl Sagan), ou encore par un passage dans une autre dimension engendrant un raccourci (c'est ainsi que se déplace des personnages fictifs comme Superman). En dépassant la vitesse de la lumière, Superman peut arriver avant que les accidents ne se produisent.

Cette manière de se déplacer :

- N'exige pas la connaissance préalable de l'objet à téléporter, le voyage n'étant qu'un simple déplacement par un chemin inhabituel.
- La limite de la vitesse de la lumière n'est pas prise en compte.
- Ne duplique pas les objets et les personnes. L'objet déplacé conserve son intégralité physique et, pour un être humain, son esprit aussi.

Tout ceci est bien beau mais ne sont que considérations théoriques très hasardeuses, sans aucun lien avec le concret. On ne voit pas comment on peut avec ces méthodes construire des machines pour arpenter dans le temps. Personne ne sait formuler précisément et concrètement les constituants d'une telle machine, ni son mode opératoire.

### **1B – La téléportation par analyse/transmission/recomposition atomique**

Ce mode de téléportation suppose :

- Une analyse préalable de l'objet à téléporter
- Une transmission à l'aide d'ondes (électriques ou électromagnétiques) d'une description obtenue de l'objet
- La reconstitution de l'objet à l'arrivée, à partir des informations captées et avec des éléments (atomes et molécules) rassemblés sur place. L'objet téléporté ne voyage pas, ses éléments restent là où ils sont car ce serait trop coûteux en énergie de les déplacer.
- L'objet une fois téléporté est duplicable sur place à l'infini

La télécopie (fax) est une authentique téléportation fondée sur ce schéma. Ainsi une feuille recouverte de pixels (taches d'encre en quelque sorte) est analysée (avec un niveau de précision limitée par le scanner). Le résultat numériquement codé de l'analyse est transmis par les ondes ou le réseau téléphonique à une vitesse proche de celle de la lumière, et l'appareil destinataire (une imprimante par exemple) produit une feuille semblable à celle de départ, en exploitant l'information qui a voyagé.

Cette téléportation n'est pas de la science-fiction. Elle marche même pour des objets en 3 dimensions (en matières plastiques par exemple). Les machines de stéréolithographie peuvent analyser un objet par un laser qui en détermine la forme tridimensionnelle, forme qui est transmise à une machine laquelle reconstruit par ajouts de couches de résines superposées (ou par retraits de matière) un objet identique à partir de la définition géométrique. Une autre machine de peinture automatisée ferait la finition finale.

L'analyse chimique par spectrométrie de masse ou par électrophorèse sur gel (dans le cas des séquences d'ADN) permet de téléporter des composés chimiques dont chaque molécule serait identifiée et dont les proportions respectives seraient mesurées. L'ensemble de ces informations conduirait, après synthèse et mélange, à la reconstitution du composé initial. Actuellement seules des solutions simples ou des corps solides simples peuvent être téléportés, mais les scanners moléculaires destinés à l'analyse des protéines vont permettre de grands progrès dans la téléportation de molécules complexes. Ainsi, l'ADN et l'ARN de certains virus ont été entièrement séquencés, protéine par protéine. Dans un proche avenir,



téléporter certaines classes de médicaments, de nouveaux aliments, de nouvelles matières, etc... à des sites éloignés dans l'espace serait possible.

La limite de ce mode de téléportation, c'est que plus un objet est complexe, plus il faut l'analyser finement. Téléporter une biscotte est sans doute faisable, mais téléporter du vieux whisky est tout un vaste problème. Pour téléporter un être vivant, il faudrait analyser chaque atome de chaque molécule de cet être pour pouvoir ensuite le replacer à sa place exacte. L'analyse devrait être non-destructrice, car il est hors de question de découper quoi que ce soit d'un être humain pour l'analyser, ou encore arriver à le faire en moins de 3 minutes si c'est une analyse destructrice. Le problème est difficile, mais qui aurait pensé, il y a 2 siècles, qu'on réussirait à voir palpiter les organes internes d'un animal vivant sans avoir à lui découper la peau ?

Combien d'informations binaires (bits) faut-il pour décrire un être humain ? En indiquant la position, la nature, la vitesse de chaque atome composant un être humain, il faut  $10^{32}$  bits. Mais si on ne gardait que des informations pertinentes (inutile de décrire une par une la longueur exacte de chaque cheveux) et en utilisant des techniques sophistiquées de compression de données,  $10^{10}$  bits pourraient être suffisants (l'équivalent d'un carré de 10 km de côté rempli en CD-ROM).

Comment manipuler les atomes un par un pour reconstituer un être humain ? Le microscope à balayage à effet tunnel a permis en 1999 de lier un atome de fer à une molécule d'oxyde de carbone pour former une molécule de carbonyle de fer. Un homme est constitué de 60 types d'atomes différents (voir tableau suivant). Pour soulever un homme de 100 kg pendant une seconde, il faut 1.000 joules/s, c'est-à-dire 1.000 watts, et donc c'est le niveau minimal d'énergie à insuffler pour que l'homme reconstitué se remette debout.

Le problème de la reconstitution d'objets dont on connaît le plan n'est pas toujours facile. Ne rencontrera-t-on pas des molécules apparues grâce à des réactions utilisant des catalyseurs définitivement disparus ou inconnus ? Ne se peut-il pas qu'une molécule n'apparaisse que dans des circonstances très particulières que nous ne reproduirons jamais (cas du diamant qui exige de très fortes pressions ?) ou demandant des durées si longues que nous ne pourrions pas les réaliser (un cognac hors d'âge).

On est encore loin de la reconstitution d'un être complet, mais même si on ne reproduit pas parfaitement à l'identique, ce ne serait peut-être pas trop grave.

Faut-il analyser un cerveau jusqu'à un niveau quantique pour pouvoir restituer le mental ? Certainement pas. Les gens qui vont dans des hôpitaux pour subir des scanners IRM (imagerie à résonance magnétique nucléaire) subissent une altération d'un grand nombre d'atomes à leur état quantique sans que leur esprit ou leur mental n'en ressorte ébranlé. On peut très bien accepter l'idée que le cerveau peut être décrit à l'échelle atomique sans qu'on ait à se préoccuper des états quantiques de ses composants.

L'obstacle le plus difficile à surmonter est la téléportation de la vie et du mental. Même lorsqu'on assemble des atomes selon un plan exactement conforme à celui de son cerveau et de son système nerveux, analysés minutieusement sur un être vivant, on n'est pas sûr de pouvoir insuffler la vie à la masse de matière obtenue par synthèse à l'arrivée. Allons-nous obtenir une masse amorphe dépourvue de vie et de pensée ? Et même si on réussirait à

donner la vie à cette masse, aurait-elle le même esprit, le même mental, le même tempérament ? La même âme ?

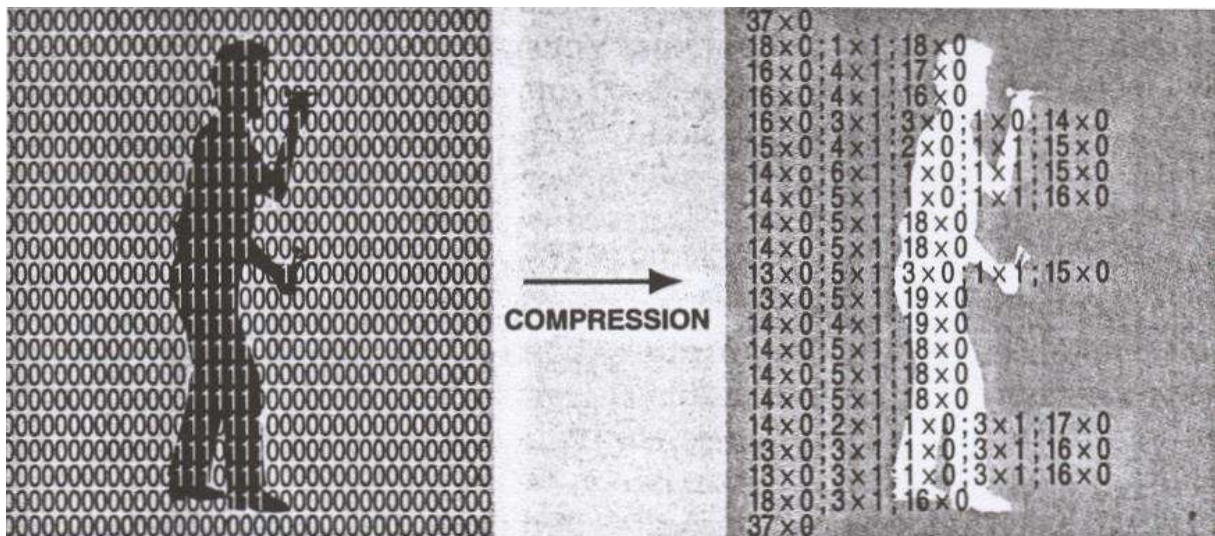


Fig.267 – Un être de chair et de sang est un maelström de bits. Téléporter, c'est maîtriser l'analyse et la transmission de l'information. Mais c'est quoi l'information ? C'est l'ensemble des symboles élémentaires qui doivent être reproduits sans erreur pour qu'une communication soit considérée comme un succès.



Fig.268 – Pour téléporter un être humain, il faut analyser et transmettre l'information correspondant à dix mille milliards de cellules de 200 sortes différentes.

Certains chercheurs pensent que l'esprit humain et le comportement d'un individu sont de nature algorithmique et serait donc équivalent à un programme informatique. Si on pouvait simuler un tel programme, il serait contenu dans  $10^{12}$  bits, c'est à dire l'équivalent de 100.000 livres de 200 pages. Reste à communiquer tout cela au cerveau synthétisé et le faire démarrer !

En résumé, pour téléporter un être humain, il faut posséder l'information correspondant à :

- Un millier de milliards de milliards de milliards d'atomes correspondant à ses
- Dix mille milliards de cellules d'environ 200 sortes différentes. Des informations sur chaque cellule sont indispensables. Les cellules du cerveau n'ont pas le même aspect ni le même mode de fonctionnement que celles du sang, et toutes les cellules sont nécessaires (y compris les quelques 3 kg de microbes par individu, les bactéries, les virus (un virus =  $10^7$  atomes) et autres champignons qui les accompagnent). Sans oublier les interactions chimiques entre cellules car elles doivent coopérer pour que le corps puisse fonctionner.

Un squelette compte 206 os pour un adulte, celui d'un enfant en compte plus de 300. Le code génétique de l'os de chaque être humain, se trouve dans le noyau d'une cellule de l'os de cet être. Plus particulièrement, l'ADN, l'acide désoxyribonucléique, se trouve dans le noyau de la cellule, qui est minuscule. Pour qu'un corps puisse se mettre en mouvement cela nécessite l'implication synchronisée d'au moins 570 muscles squelettiques importants sur les 639 muscles liés aux organes.

Il ne faut pas oublier qu'un être humain au départ n'est composé que d'une cellule fécondée, et donc que l'information complexe doit pouvoir être dérivée d'une petite quantité d'informations compactée. Savoir décrire avec précision les atomes et l'algorithme des pensées (incluant la connaissance) suppose la maîtrise d'environ  $10^{112}$  bits d'information c'est-à-dire 100.000 livres de 200 pages. En réalité, il y aura beaucoup moins d'information à transférer, car 1% seulement de la masse d'un homme est constitué d'information matière, le reste est constitué d'information sur son contenu en énergie, principalement les bosons de la force forte. Ensuite, il s'agit de transmettre ce volume d'information à distance, à la vitesse de la lumière, puis de reconstituer le corps par synthèse atomique et charger l'algorithme mental de l'individu dans la masse de chair. Il ne reste plus qu'à lui insuffler de l'oxygène et stimuler son cœur par un choc électrique pour obtenir la même personne « quantiquement » reconstituée dans n'importe quel endroit de l'espace-temps. Et on peut même ajouter une prière pour que cette personne reconstituée possède le même mental, le même tempérament, la même pensée, et la même âme que celle qui a été téléportée. Ah ha, qui veut expérimenter ce mode de téléportation ?

### **1C – La téléportation par analyse/transmission/recomposition quantique**

Il y a quelques années, le principe d'incertitude d'Heisenberg semblait interdire le mode de téléportation par analyse/transmission/recomposition atomique. Ce principe énonce qu'on ne peut connaître simultanément la position d'un objet et sa quantité de mouvement. Par conséquent, on ne peut pas faire de scanning parfait de l'objet à téléporter, la position ou la vitesse de chaque atome et électron serait susceptible d'être faussée, alors que ces mesures seraient nécessaires pour décrire l'original avec exactitude.

En 1992, une équipe de chercheurs composés de Richard Josza, William Wothers, Charles Bennett, Gilles Brassard, Claude Crépeau, et Asher Peres propose une méthode fondée sur *l'intrication*, un phénomène découvert par Albert Einstein dans les années 30, pour annoncer que l'intrication permettrait de contourner le principe d'Heisenberg. Le téléportage quantique est alors devenue *la seule* voie de recherche crédible sur la téléportation.

Ce mode de téléportation suppose :

- Une analyse préalable de l'objet à téléporter au niveau quantique
- Une transmission à l'aide d'ondes de la description des particules et du système quantique de l'objet. La transmission ne peut en aucun cas dépasser la vitesse de la lumière.
- La reconstitution de l'objet à l'arrivée, à partir des informations captées, avec des éléments rassemblés sur place ou de la matière transmise sous forme « d'énergie ». L'objet téléporté ne voyage pas, ses éléments restent là où ils sont.
- La nécessité de détruire l'original de l'objet téléporté pour le reconstruire à distance. L'objet téléporté n'est pas duplicable et il n'existe jamais plus d'une version à la fois.

### L'intrication

Le dictionnaire définit l'intrication comme étant un enchevêtrement d'état. Mais pour bien comprendre le sens de ce mot, prenons un exemple du monde réel et imaginons que vous avez 2 dés dans votre main. Si vous les lanciez tous les 2 en même temps, en retombant chaque dé va se comporter de manière indépendante et afficher un résultat aléatoire qui, dans 5 cas sur 6 en moyenne, est différent du résultat de l'autre dé.

On vous remet maintenant deux dés intriqués. Si vous prenez un seul de ces 2 dés, n'importe lequel, et que vous le lanciez, il se comporte comme n'importe quel dé normal. Si vous les lanciez tous les 2, ils affichent en retombant un même résultat (un double 2 par exemple). Si vous le relancez, ils affichent encore un même résultat en retombant (un double 5 par exemple), et ainsi de suite à l'infini. Chaque dé pris séparément est aléatoire, mais son double intriqué donne toujours le même résultat que le premier.

On dit alors que les 2 dés sont « intriqués ». Maintenant, si vous confiez l'un des 2 dés intriqués à une personne qui va partir à des milliards de kilomètres de la terre, et qu'il le lance comme vous (en même temps ou à un autre moment), en retombant son dé intriqué affichera immédiatement le même résultat que le vôtre.

Tout se passe comme si le résultat de votre dé influençait magiquement sur le résultat du dé de votre ami, et vice-versa, sans aucun délai (de transmission par exemple de l'information entre vous et votre ami à la vitesse de propagation des ondes). Cette propriété est fascinante, car la distance qui vous sépare de votre ami n'entre pas en ligne de compte et si on tentait de l'expliquer par la physique classique, la propagation des transmissions devrait se déplacer plus vite que celle de la lumière dans le vide !

### Principe de téléportation quantique

Le fondement de la téléportation quantique repose sur l'intrication. Lorsque 2 particules sont intriquées, on obtient toujours le même résultat lorsqu'on réalise la même mesure sur chacune



d'entre elles. L'intrication fournit donc le « même hasard » pour 2 mesures réalisées indépendamment par 2 personnes différentes, que l'on a pris l'habitude de désigner sous le nom d'Alice et de Bob. En outre, ces corrélations sont maintenues quelle que soit la distance qui sépare Alice de Bob dans l'espace et le temps : ils peuvent ignorer où ils se trouvent l'un et l'autre, ils peuvent être dans le futur ou le passé. Enfin on peut intriquer plusieurs particules, peut-être autant qu'on veut.

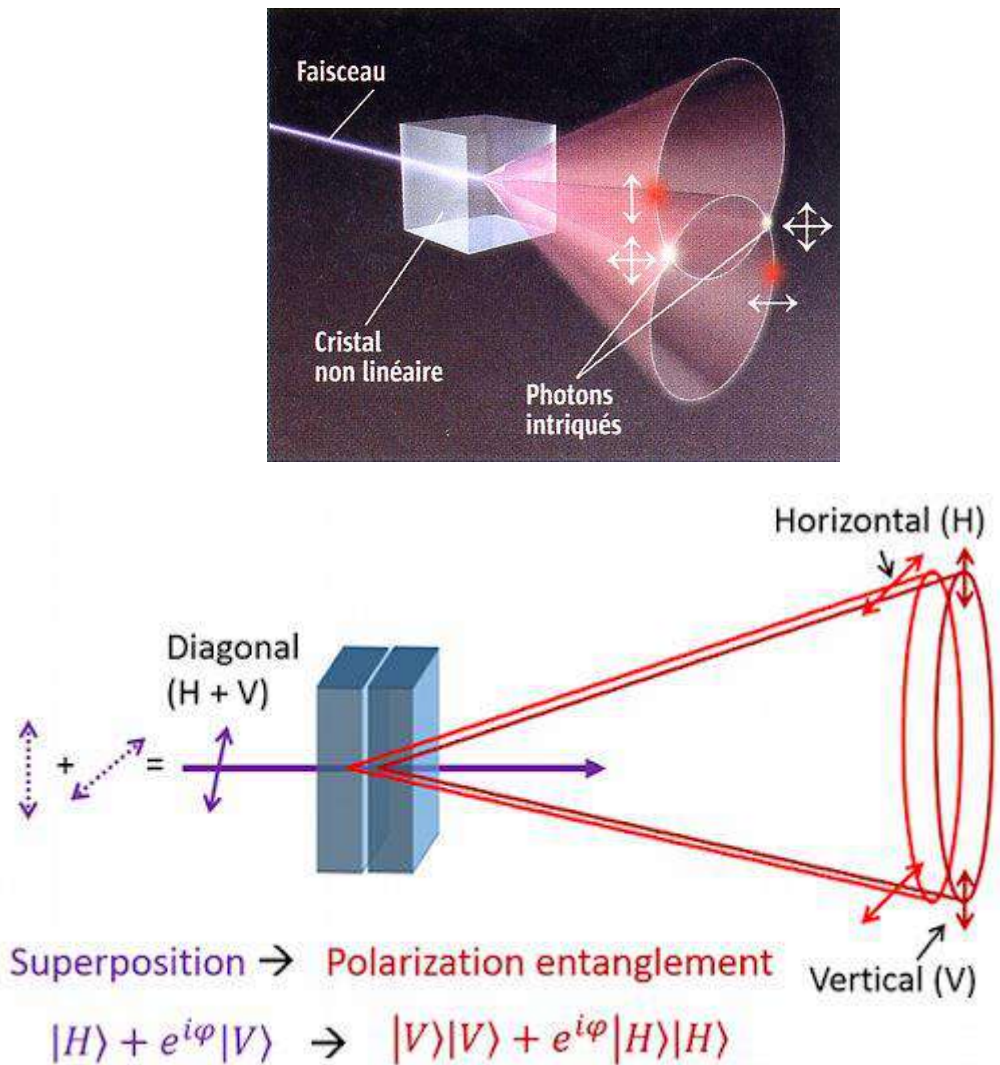


Fig.269 – Comment produire deux photons intriqués par un rayon laser passé à travers un cristal de borate de baryum.

L'intrication est une réalité quantique qui n'a pas d'équivalent dans le monde classique. Nul ne sait expliquer ce paradoxe (appelé paradoxe EPR, des initiales de Albert Einstein, Boris Podolski et Nathan Rosen), et pourtant on sait faire de la téléportation de photons (depuis 1997), d'atomes (depuis juin 2004) et peut-être très bientôt de molécules.

Pour téléporter des photons, il faut d'abord produire une paire de photons intriqués. La méthode la plus courante consiste à envoyer une impulsion laser à travers un cristal (de borate de baryum par exemple). Le cristal non linéaire convertit un photon en 2 photons (dans un état quantique de moindre énergie appelé polarisation) polarisés verticalement (cône du haut) et l'autre horizontalement (cône du bas). Le cristal est choisi tel que chacun des 2 photons se

trouvent quelque part sur la circonférence de 2 cônes. Si un photon se propage à la périphérie du cône du haut à gauche, le second se propage à la périphérie du cône du bas à droite. Avec un cristal et une lumière laser adéquats, les photons dédoublés se propagent parfois à l'intersection des 2 cônes. Dans ce cas précis, les photons n'ont plus d'état quantique individuel. On ne peut plus savoir lequel vient du cône du haut ou du bas : ils forment un système quantique unique. L'état de polarisation des photons n'est lors ni vertical ni horizontal, et le système est dans une superposition d'état. On dit que les 2 photons sont « intriqués ».

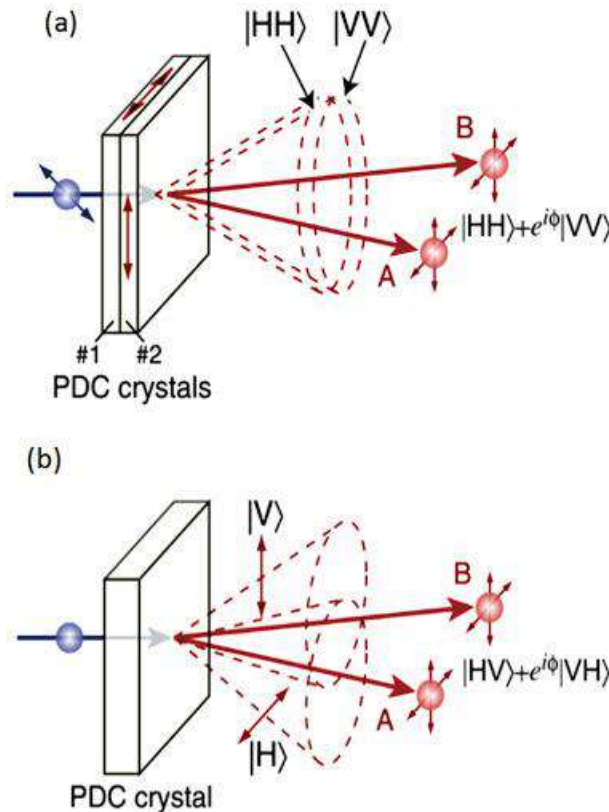
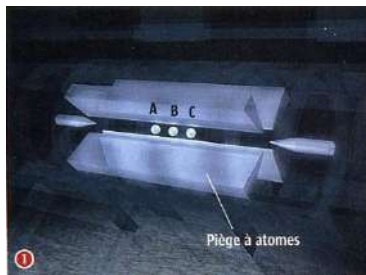


Fig.270 – Il existe plusieurs manières de créer des particules intriquées. Mais en intriquant deux particules, qu'est-ce que nous synchronisons au juste ? Des ondes, incluant les fluctuations du vide quantique ? Ou juste un principe anthropique qui permet de téléporter de la conscience ?

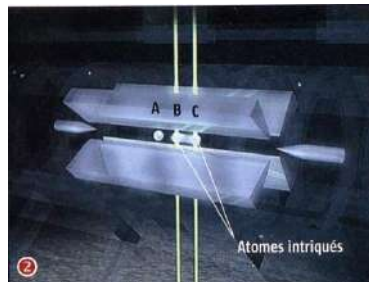
Exemples de cristaux non linéaires : niobate de lithium ( $\text{LiNbO}_3$ ), borate de barium (BBO), phosphate de titanyte et de potassium ( $\text{KTiOPO}_4$  ou KTP), phosphate de zinc-germanium ( $\text{ZnGeP}_2$ ), phosphate de cadmium silicone ( $\text{CdSiP}_2$ ), arsénide de gallium (OP-GaAs), phosphide de gallium (OP-GaP), sélénide de gallium argent ( $\text{AgGaSe}_2$ ).

#### Téléportation d'atomes

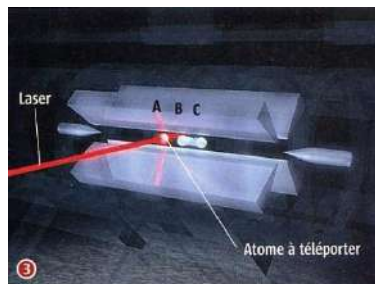
En juin 2004, 2 équipes de physiciens, l'une américaine, l'autre autrichienne, ont téléporté l'état quantique d'un atome. L'équipe autrichienne utilise 3 ions calcium, stockés dans un piège à ions. L'équipe américaine utilise des ions béryllium. Les 2 expériences sont assez similaires : seule la manière de coder l'information relative aux états quantiques des atomes changent.



Trois atomes (boules blanches A, B et C de gauche à droite) sont confinés en ligne à 5 micromètres les uns des autres dans un piège électromagnétique à température très froide.



A l'aide de faisceaux lasers, l'état quantique de 2 atomes (B et C) est préparé de sorte qu'ils se trouvent intriqués ; ils forment alors un seul et même système quantique.

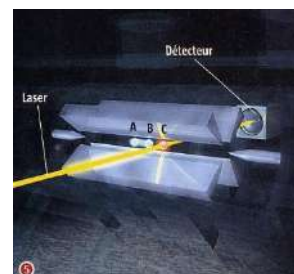


Le 3<sup>ème</sup> atome (A) est éclairé avec un laser de fréquence choisie (faisceau rouge). Il se retrouve alors dans l'état énergétique que l'on souhaite précisément téléporter.



On réalise une mesure conjointe de l'état des atomes A et B (mesure de Bell) en irradiant ces atomes (lumière bleue) et en détectant simultanément la lumière émise. L'intrication quantique entre les atomes B et C disparaît, et l'état de l'atome A est détruit par la mesure de Bell. L'atome C est à ce moment dans un état « mélangé » (comparable à l'état « superposé » du photon).

Le résultat de la mesure de Bell permet de placer l'atome C dans l'état téléporté (état de A avant téléportation).





Contrairement aux photons, les atomes ont une tendance naturelle à interagir avec leur environnement. Une des difficultés consiste donc à les isoler, afin que leur état quantique ne soit pas modifié du fait d'interactions indésirables avec leur environnement.

On imagine mal isoler un gros objet de son environnement, et encore moins une créature vivante qui respire de l'air et qui rayonne de la chaleur. Il faut aussi éviter que l'intrication de la paire d'atomes ne disparaisse rapidement.

Enfin, il faut s'assurer qu'on peut envoyer une particule intriquée à grande distance. En 1998, des expériences menées à l'université de Genève ont montré qu'on pouvait envoyer une particule intriquée à 50 kilomètres de sa partenaire. En 2017, l'université est arrivée à intriquer 16.000 atomes. Cette expérience d'envoi de particules intriquées a été renouvelée sur 143 kilomètres dans un faisceau lumineux par l'université de Vienne, et en 2017 les chercheurs chinois ont annoncé une transmission réussie sur 1.200 km de distance au Tibet.

Téléportation d'un être humain

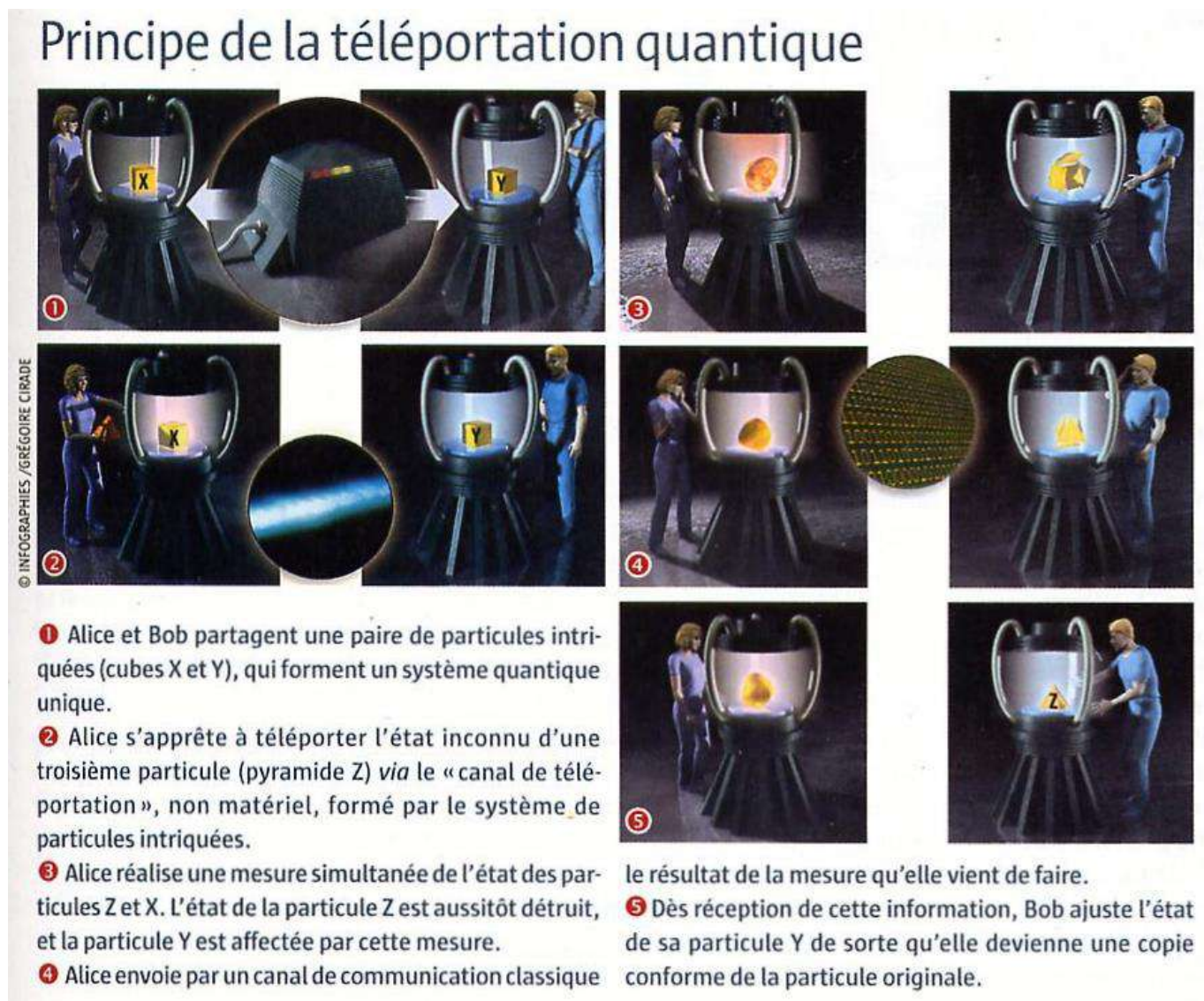


Fig.271 – Principe de téléportation quantique d'une particule entre Alice et Bob.





37

Fig.272 – Ce téléporteur quantique permet de transférer toute l'information de l'état quantique d'un système et non le système lui-même, dont la restitution dépend des performances des synthétiseurs de matière disponibles sur place.

Quels sont les vraies limites de la téléportation quantique ? Après l'atome, va-t-on pouvoir téléporter une molécule, un virus, ou un être humain ?

Revenons aux fondamentaux : pour téléporter des objets, il faut disposer d'un « canal de téléportation immatériel » : un système d'objets intriqués de la même sorte. Or la taille d'objets pouvant être intriqués est limité par le phénomène de la « décohérence », qui décrit le passage du monde quantique (celui de l'infiniment petit) au monde classique (celui de l'expérience sensible).



Fig.273 – La téléportation est un concept de science-fiction devenu réalité. Au moins pour les atomes, et pour bientôt les molécules, les virus, les médicaments, et peut-être un jour un être humain muni de son esprit, sa conscience et de son état d'âme.

Anton Zeilinger a montré que les fullerènes, molécules sphériques constituées d'une soixantaine d'atomes de carbone, peuvent se comporter comme des objets quantiques. De cette démonstration à l'étape suivante qui consiste à intriquer des fullerènes puis à les téléporter, il n'y a qu'un pas. Ceci dit, les fullerènes sont formés d'atomes identiques qui ne bougent pas les uns par rapport aux autres. Ce n'est pas très représentatif de la majorité des molécules pour lesquelles des fluctuations internes favorisent la décohérence. Toutefois, on s'attend dans un avenir proche à la possibilité de téléportation d'une molécule ou d'un virus. Mais quelle serait la signification d'une mesure de Bell sur un virus de  $10^7$  atomes par exemple ? Nul ne le sait.

Le 3 Janvier 2020 la revue Nature annonce que pour la première fois, une équipe de chercheurs a réussi à téléporter des informations d'une puce à l'autre sans qu'elles soient physiquement connectées.

Est-ce pour bientôt, la téléportation d'un tardigrade entre deux puces ? Ce qui nous donne espoir dans la téléportation quantique, c'est qu'il n'est peut-être pas nécessaire d'aller jusqu'à une précision quantique pour téléporter une personne avec son esprit et son âme.

Nous changeons d'état quantique tout le temps sans pour autant devenir une autre personne (c'est en tout cas l'impression que nous en avons. Inversement, les vrais jumeaux et les clones biologiques ne sont pas les mêmes êtres parce que le contenu de leur mémoire est différent).

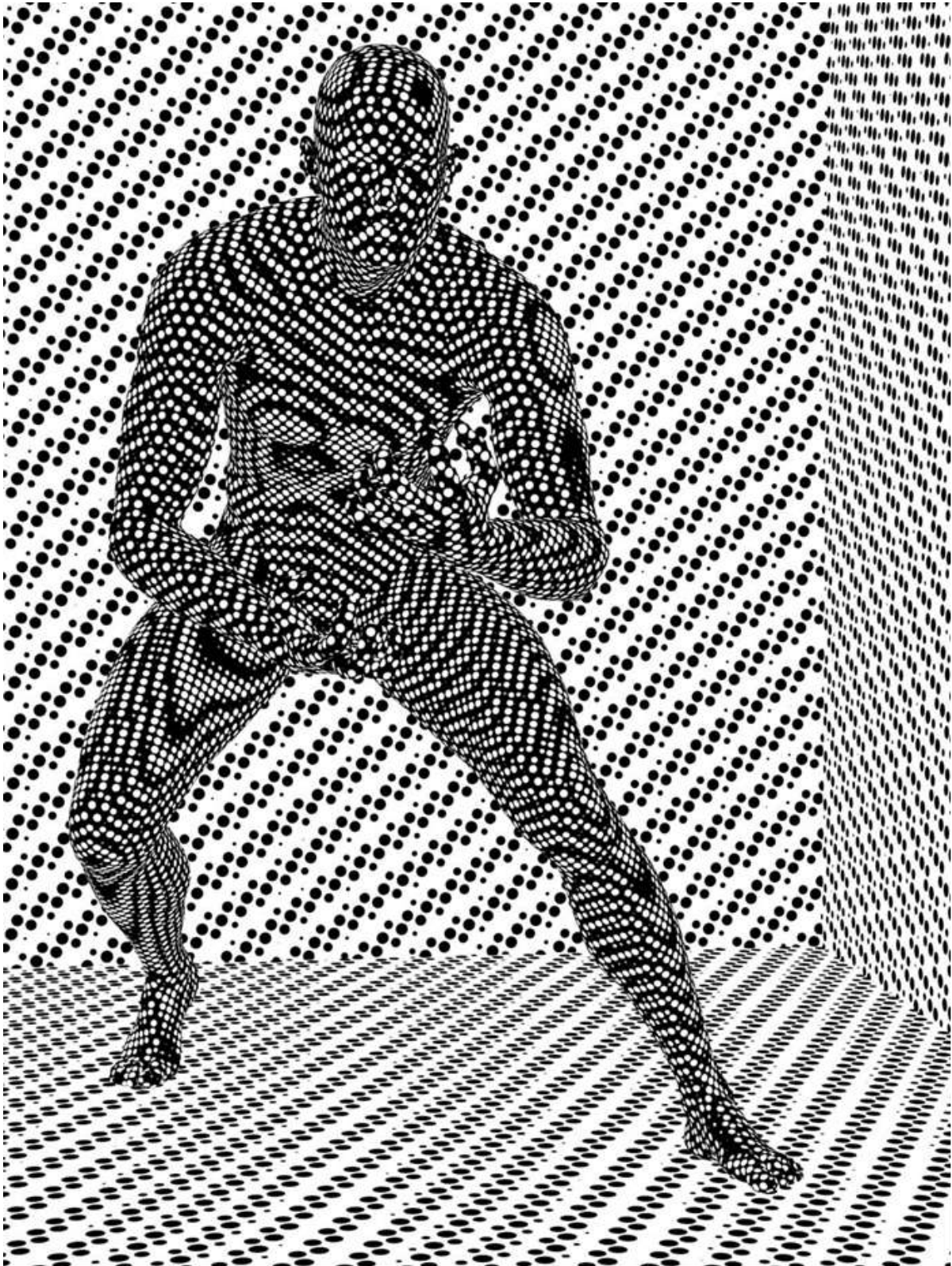


Fig.274 – *Vue d'artiste de la reconstitution d'un être humain téléporté par une synthèse moléculaire. La téléportation quantique semble être un moyen commode de voyager. Mais elle*



*n'a pas été retenue par les NHI pour venir jusqu'à nous. Pourquoi ? Tout simplement parce que le procédé ne permet pas de voyager plus vite que la lumière, et les NHI ont un besoin absolu de voyager beaucoup plus vite que la lumière.*

## **2/ Les recherches sur les voyages hyper rapides aux Etats-Unis :**

D'après la NASA, il existe 3 grands concepts théoriques pour voyager dans l'espace à des vitesses quasi-luminiques ou supraluminiques.

### **2A / - Le voyage supraluminique trans-espace/tri-espace.**

Dans ce concept de G. Fontana (université de Trento, Italie), un engin spatial doit entrer dans un espace-temps alternatif dans lequel les effets relativistes sont contournés, rendant le voyage supraluminique possible.

La théorie propose de construire un hyperespace à partir de l'espace-temps  $3 + 1$  et en se basant sur la Relativité Générale,

- Redéfinir le temps
- Se déplacer dans l'hypermespace, là où toutes les particules se déplacent à une vitesse supérieure à celle de la lumière
- Définir la topologie de l'hypermespace. Comprendre l'hypermespace aide à mieux comprendre l'inflation et l'expansion de l'univers

Il faut envoyer l'engin spatial dans l'hypermespace où le temps se mesure différemment, et où le déplacement supraluminique est non seulement toujours plus rapide que la vitesse de la lumière mais peut aussi aller jusqu'à l'infini.

Les problèmes de causalité n'existent pas dans le voyage dans l'hypermespace, ni au départ ni à l'arrivée. Pratiquement l'engin doit « quitter » notre espace-temps, voyager dans l'hypermespace, puis revenir dans notre espace-temps.

Dans ce type de voyage, la navigation est possible, la matière négative n'est pas indispensable.

Le modèle tri-espace est cohérent avec les découvertes actuelles dans de nombreux domaines scientifiques. Plusieurs théories plausibles existent pour rentrer dans l'hypermespace et en sortir.

La preuve d'un hyperespace et d'un espace fluide existe.



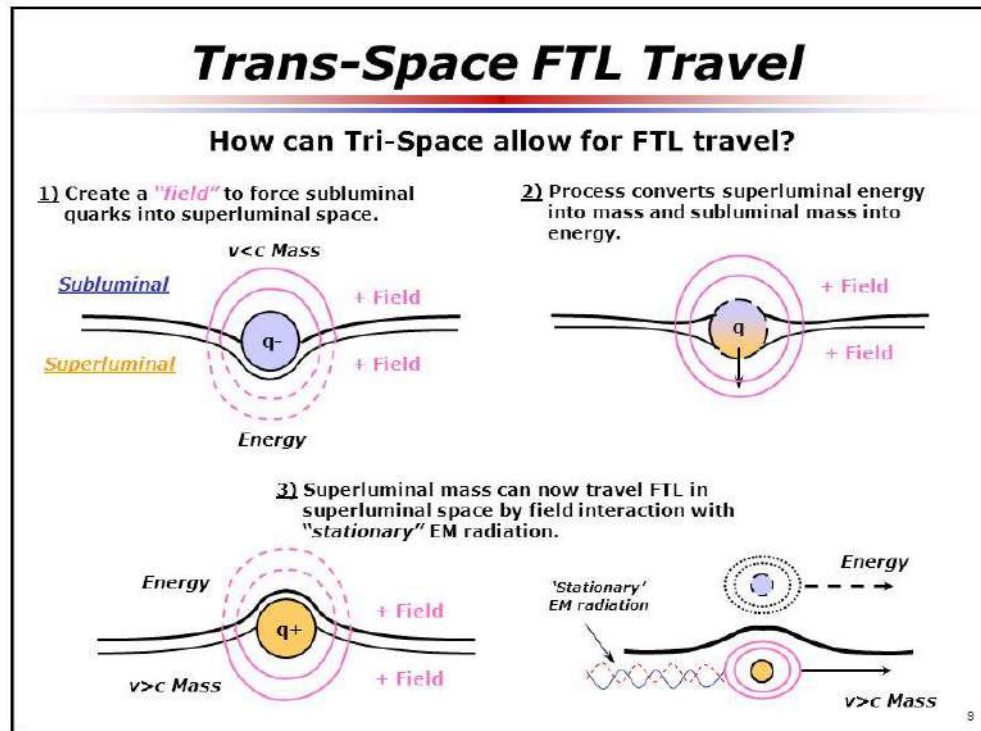


Fig.275 – D'après la NASA, ce mode de voyage Trans-espace/Tri-espace est toujours supraluminique et pourrait être réalisé par l'interaction d'ondes gravitationnelles à haute fréquence avec des particules d'hyper-matières, au travers de dispositifs électro-optiques fonctionnant en hyperspace.

Cette théorie suggère que l'univers contient trois espace-temps co-résidents : subluminaire ( $v < c$ ), lumineuse ( $v = c$ ) et supraluminique ( $v > c$ ), d'où l'appellation Tri-espace.

- Enlever l'énergie permet d'atteindre de hautes vitesses
- L'énergie-masse réelle, positive, ne peut exister que dans un seul espace à un temps déterminé
- Dans l'espace supraluminique, la masse restante (au repos) devient imaginaire et seules des vitesses supérieures à la vitesse de la lumière existent
- La masse supraluminique est faite d'équivalents tachyons et de particules subluminales
- La masse superluminaire a un effet gravitationnel répulsif dans l'espace subluminaire
- Chaque catégorie d'espace est inobservable d'un autre, mais la gravité opère dans les Tri-espaces.

A ce jour, cette théorie hautement mathématisée reste incomprise sur de nombreux aspects : espace-fluidique, hypothèse d'un espace supraluminique, et on ne sait pas encore comment la tester. C'est pourquoi je ne pense pas que le HAUC marche avec ce concept.

**2B /- Le couplage gravito-inertiel-électromagnétique.** Il s'agit de recourir à la Théorie du Tout pour unifier, amoindrir ou amplifier les trois forces de gravité, d'inertie, d'électromagnétisme dans une nouvelle perspective d'interaction de ces forces. Il existe trois théories : la Théorie Heim, la Théorie GEM et le MET basé sur le Principe de Mach de fluctuation de la masse.

## 2B1 / - La Théorie Heim de base et la Théorie Heim étendue.

Jusqu'à la fin de son activité de recherche, Einstein était préoccupé par une question qui jusqu'à présent était restée sans réponse : existe-t-il une interaction entre la gravité et l'électromagnétisme ? Existe-t-il des champs gravitationnels qui ne sont pas des champs cosmologiques, c'est-à-dire dont la source n'est pas statique ou provenant de grandes masses en mouvement ?

**La Théorie Heim**, développée par Burkhard Heim dans les années 70 – 80 est une des approches de la Théorie du Tout (Theory of Everything) et donne des indices sur l'existence de ces champs gravitationnels. Elle est hautement mathématisée et a pour but d'unifier la mécanique quantique avec la gravité dans un hyperespace à 6, 8 ou 12 dimensions appelés hyperespaces quantiques dans lesquels les particules fondamentales et leurs interactions sont prédites :

- Prédiction des masses du neutrino
- Prédiction de nouvelles particules
- Prédiction des états excités des particules existantes.

Notamment, la conversion des photons en « gravino-photons » via l'hypermespace quantique doit aboutir à des forces mesurables utilisables pour la propulsion. Walther Dröscher et Jochem Häuser ont étudié plusieurs manières de perfectionner cette théorie pour réaliser des concepts avancés de propulsion, à commencer par gagner la reconnaissance du milieu scientifique en faisant le lien entre cette théorie, le Modèle Standard et la mécanique quantique. La physique actuelle exige que la conservation de l'énergie soit strictement respectée et qu'elle ne permette pas d'extraire l'énergie du vide parce que les propriétés physiques du vide ne sont pas totalement connues. La densité d'énergie du vide calculée par la relativité générale (GR), la physique quantique, et la théorie des champs (QFT), diffère par un facteur de  $10^{108}$ .

Depuis 2002, des idées pour une théorie physique fondamentale, **appelée théorie de Heim étendue (EHT ou Extended Heim Theory)**, prédisent deux interactions physiques supplémentaires qui pourraient donner lieu à la génération de champs gravitationnels artificiels. Il va sans dire que ces idées sont hautement spéculatives et leur exactitude ne peut être prouvée que par l'expérience. Cependant, L'EHT fait des prédictions précises sur le type et le nombre d'interactions physiques possibles. Les expériences proposées peuvent être réalisées avec la technologie actuelle pour vérifier les prédictions théoriques.

L'idée principale de l'EHT est que l'espace-temps possède une structure interne supplémentaire, décrite par un espace de symétrie interne, appelé espace Heim, noté H 8, qui est attaché à chaque point du collecteur d'espace-temps. Les coordonnées internes de H 8 dépendent des coordonnées locales curvilignes de l'espace-temps. Ceci est analogue à la théorie de jauge dans la mesure où une transformation locale ou transformation de jauge est utilisée. En théorie de jauge, ce sont les particules elles-mêmes qui bénéficient de degrés de liberté supplémentaires, exprimés par un espace interne. Par conséquent, dans la géométrisation de la physique, c'est l'espace-temps, au lieu des particules élémentaires, qui doit être fourni avec des degrés de liberté internes. L'introduction d'un espace interne a des conséquences physiques majeures. La structure de H 8 détermine le nombre et le type d'interactions physiques et conduit ensuite à une poly-métrie. Cela signifie que l'espace-temps comprend à la fois une structure externe et interne. En général, seule la structure

externe est observée, mais comme on le sait depuis longtemps expérimentalement, la matière peut être générée à partir du vide. Ceci est un signe clair que l'espace-temps a des propriétés physiques supplémentaires surprenantes. Par conséquent, toute théorie physique qui vise à décrire une réalité physique doit tenir compte de ce fait. Étant donné que la Relativité Générale utilise uniquement l'espace-temps pur, seule une partie du monde physique est visible sous forme de gravitation. Cette idée a d'abord été conçue par le physicien allemand B. Heim. Un principe similaire a été mentionné par le mathématicien B. Finzi. Le tenseur poly-métrique résultant de ce concept est subdivisé en un ensemble de sous-tenseurs, et chaque élément de cet ensemble équivaut à une interaction physique ou une création de particule, et donc une géométrisation complète de la physique est atteinte. C'est, en résumé, la stratégie choisie pour atteindre l'objectif d'Einstein de géométriser la physique. Il convient de noter que cette approche contraste fortement avec la physique des particules élémentaires, dans laquelle les particules possèdent une existence propre et l'espace-temps n'est qu'un tissu de base. En EHT, la matière est simplement une conséquence des caractéristiques physiques cachées de l'espace-temps. Ces deux images physiques s'excluent mutuellement et l'expérience montrera quelle vue reflète finalement la réalité physique.

**La théorie EHT prédit une conversion de l'électromagnétisme à la gravitation, induite par le phénomène de rupture de symétrie (non connu à l'époque d'Einstein), et la Relativité Générale doit par conséquent être complétée par ces champs de conversion, c'est-à-dire les champs gravitationnels résultant de champs électromagnétiques.** Cela signifie que trois particules gravitationnelles supplémentaires (bosons) sont proposées, permettant la génération de champs similaires à la gravité, comparables à la génération de champs magnétiques.

Dans la Théorie de Heim étendue (EHT), la matière ordinaire (OM ou Ordinary Matter) décrit toutes les particules messagères (bosons de jauge), y compris le graviton, le photon, les bosons vectoriels et les gluons, ainsi que les leptons et les quarks. La matière non ordinaire (NOM) décrit des particules virtuelles de matière imaginaire qui ne se produisent pas dans les états initiaux et finaux d'une réaction. La matière imaginaire n'est pas un nouveau type de matière. Ces particules se présentent comme des états intermédiaires et sont peut-être des catalyseurs permettant de nouvelles interactions, telles que la désintégration d'un gravitophoton neutre à une paire graviton / quintessence ou à une paire  $\pm$  gravitophoton. Dans ce modèle, la matière noire peut être composée d'une nouvelle classe de particules, les leptons neutres (fermions). Les leptons neutres sont la seule classe de NOM qui existe sous forme de particules réelles plutôt que de particules d'imagerie. Les masses de leptons neutres sont proches de celles de leurs homologues chargés et beaucoup moins proches que celles des particules massives en interaction faible (WIMPS). Certaines prévisions d'EHT s'alignent de manière inattendue avec les nouvelles théories de la physique avancée. Comme mentionné précédemment, le Dr Erik Verlinde a développé les idées du Dr Ted Jacobson selon lesquelles la gravité est une qualité émergente de l'espace qui dépend des informations structurées «holographiques» qu'elle contient.

Dans cette optique, la gravité peut également être considérée comme une conséquence des lois de la thermodynamique. De même, l'EHT postule que quatre sous-espaces, représentant la formation de structures organisationnelles et de structures d'information, constituent les 16 différentes formes d'hermétrie, dont trois définissent des particules dont les champs combinés sont reconnus comme étant la gravité.

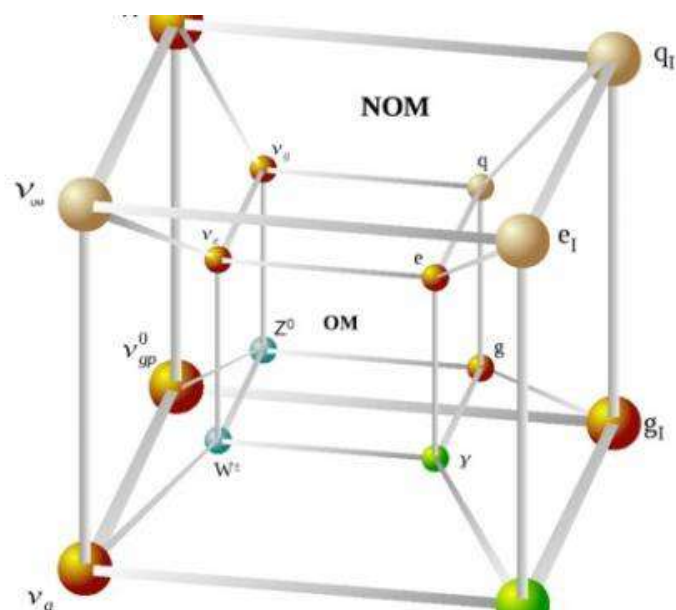


Fig.276 - En Théorie de Heim étendue (EHT), il existe deux types de matière, OM (Matière Ordinaire cube intérieur) et NOM (Matière Non Ordinaire cube extérieur), qui sont représentées chacune par huit formes hermétiques. Ainsi, l'hypercube à quatre dimensions devrait représenter toutes les formes de matière qui apparaissent dans l'Univers.

L'EHT donne lieu à six forces fondamentales, dont trois de nature gravitationnelle, et pourrait ainsi conduire à un nouveau type de propulsion sans propulseur. Ce qui suit sont des citations d'un article de 2012 de Droscher et Hauser. Il suggère que l'une des trois forces gravitationnelles agit sur l'espace-temps et sous-tend la constante cosmologique responsable de l'expansion de l'univers.

Il est postulé que l'énergie sombre négative (champ attractif) est attirée par la matière à l'intérieur d'une galaxie et que son antiparticule (champ répulsif) est repoussée par la matière intérieure et s'accumule dans le halo galactique où réside la matière noire. Cela en fait un candidat pour les explications de type MOND (Modified Newtonian Dynamics), une alternative majeure à la matière noire qui a été trouvée pour prédire avec précision la vitesse des étoiles dans les galaxies naines. «On suppose que l'énergie sombre est composée à la fois de champs répulsifs et attractifs et seule l'action combinée est perceptible dans l'espace vide. A l'intérieur des galaxies, en raison de la forte densité de matière visible, le champ attractif est neutralisé et une interaction gravitationnelle supplémentaire dont le médiateur sous la forme de l'accélération MOND doit être prise en compte. » Enfin, les auteurs ramènent leur discussion sur les implications pour la propulsion spatiale.

Lorsqu'un véhicule spatial est en présence de la décroissance des photons en gravitons et particules de quintessence, les gravitons sont absorbés par le véhicule spatial tandis que les particules de quintessence sont absorbées par l'espace-temps environnant, ce qui conduit à son expansion.

L'élan total est conservé par la force répulsive de la quintessence et entraîne l'expansion de l'Univers (énergie sombre). Dans le cas de la désintégration en gravitophotons non neutres, les gravitophotons négatifs agissent sur l'engin spatial et les gravitophotons positifs agissent sur l'espace-temps de telle sorte que l'impulsion totale est conservée.



## Géométrisation de l'espace, du temps et de l'énergie

Dans la Relativité Générale, la structure géométrique de l'espace-temps conduit à une seule métrique qui décrit l'interaction gravitationnelle. Les efforts pionniers d'Einstein dans la géométrisation de la physique se sont révélés infructueux lorsque plus d'interactions ont été découvertes et les tentatives de géométriser la physique ont été abandonnées. Einstein n'a pas réussi à la construction d'un tenseur métrique qui englobe toutes les interactions physiques. Presque en même temps, B. Heim au congrès spatial à Stuttgart, Allemagne 1952, et aussi B. Finzi, en 1955, ont publié des idées similaires sur la construction d'un tenseur métrique généralisé. Heim a publié plus de détails sur sa théorie dans la construction d'un tenseur polymétrique dans un espace 6D. En collaboration avec Heim, cette idée a été étendue à 8D. L'espace-temps einsteinien est indéfiniment divisible et peut être décrit par une variété de différenciables. Après dérivation, qui relie le tenseur métrique aux interactions physiques, cette image classique est utilisée, bien que l'espace-temps le plus probable est un champ quantifié.

La quantification de l'espace-temps semble jouer un rôle dans le concept de l'hyperespace, qui pourrait permettre des vitesses supraluminiques. Pour simplifier, la Relativité Générale peut être résumée par la seule phrase : la matière courbe l'espace-temps (la matière dicte à l'espace-temps comment elle doit se courber). A cet égard la gravité a un rôle unique, à savoir qu'elle courbe également l'espace environnant. Pour toutes les autres interactions physiques, si des charges ponctuelles sont supposées (image classique), l'espace n'est courbé qu'à l'emplacement de la charge. La Relativité Générale (GR) ne fournit qu'une seule métrique, qu'Einstein associe à la gravitation.

La question fondamentale est donc de savoir comment construire un tenseur métrique donnant lieu à toutes les interactions physiques. La réponse réside dans le fait qu'en EHT il existe un espace interne H 8. Contrairement à la GR, EHT emploie une double transformation comme spécifié dans les équations de tenseur métrique d'Hermétrie.

De cette double transformation, un ensemble de différents tenseurs métriques peut être construit, ce qui, à son tour, conduit à un ensemble d'équations géodésiques individuelles ayant la même structure que l'équation géodésique de Christoffel, mais dont la formulation est fonction de la charge spécifique et des symboles Christoffel inhérents à cette interaction physique spécifique.

L'équation du mouvement décrit un problème physique très difficile à comprendre. Tout d'abord, le nombre de charges physiques et leurs constantes de couplage doivent être déterminés. Il existe, selon EHT, huit charges, à savoir trois charges de couleur pour les quarks, deux charges faibles, une charge électrique et deux charges pour la gravitation, dont l'une est naturellement la charge gravitationnelle.

La deuxième charge pourrait être l'inertie ou la charge du vide. Ce n'est pas clair pour le moment. La double transformation donnée dans l'équation d'Hermetry représente l'aspect de la particule et conduit à des équations de valeurs propres (eigenvalue). Ces valeurs propres ont une dimension de longueur inverse. Dans ces équations de valeurs propres, les symboles Christoffel apparaissent.

En utilisant l'inverse de la longueur de Planck, on obtient une correspondance entre longueur et masse inverse. Puisque les particules et les champs forment une unité, la transformation

de l'espace-temps dans l'espace interne,  $M \rightarrow H 8$ , devrait représenter l'aspect du champ. Les coefficients métriques prennent donc un caractère énergétique. Cette brève discussion nécessite un programme d'approche mathématique, à savoir la détermination et la solution des équations de valeurs propres mentionnées ci-dessus ainsi que la dérivation des potentiels tenseurs pour les interactions.

La tâche n'est pas encore terminée, mais cette brève discussion aurait dû donner une idée de la façon dont l'introduction d'un espace de symétrie interne conduit à une correspondance entre géométrie et quantités physiques.

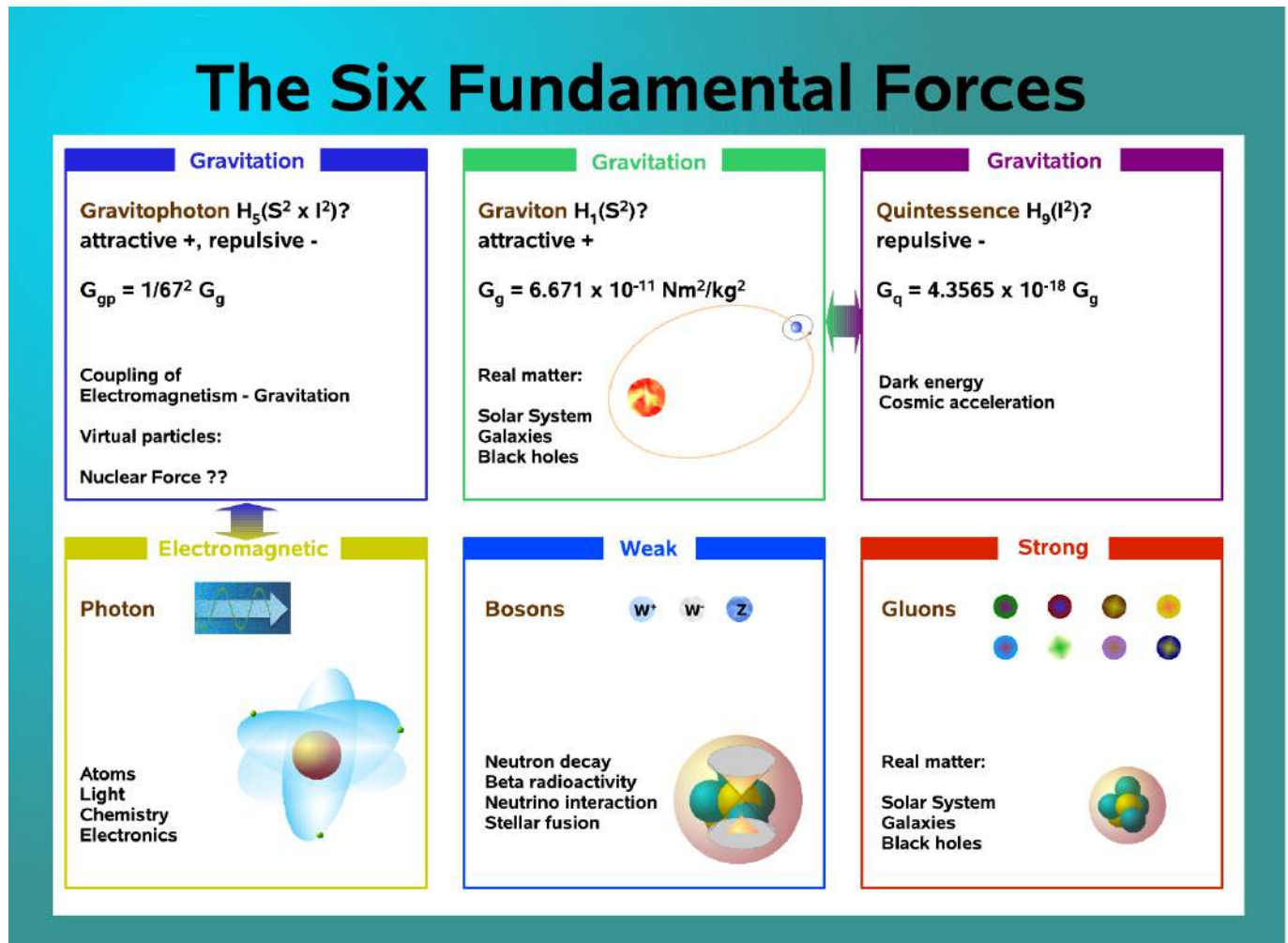


Fig.277 - La théorie EHT prédit deux interactions supplémentaires de type gravitationnelles et, conséquences des plus importantes, l'existence de deux particules messagères, appelées gravitophoton et quintessence. Autrement dit, il y a un total de six interactions physiques fondamentales. Le nom gravitophoton a été choisi en raison du type d'interaction, à savoir la transformation du champ électromagnétique (photon) dans le champ gravitationnel (gravitophoton). La flèche entre le gravitophoton et les boîtes électromagnétiques indique l'interaction entre ces particules messagères c'est-à-dire que les photons peuvent être transformés en gravitophotons. De la même manière, l'interaction de quintessence peut être générée à partir de gravitons et de gravitophotons positifs (force répulsive). Il est entendu qu'on génère d'abord un gravitophoton neutre qui se désintègre en une paire de gravitophotons négatifs (même signe que le potentiel gravitationnel) et positifs.

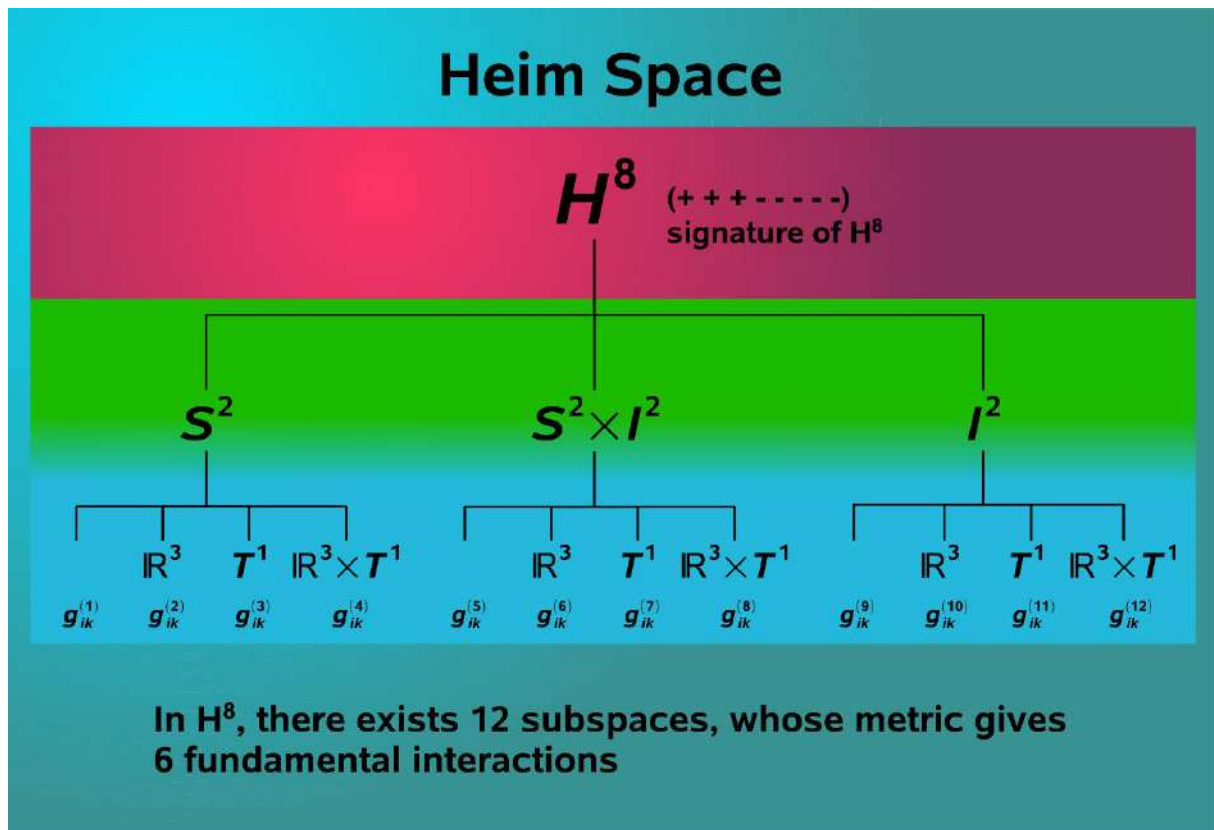


Fig.278 - En Théorie Heim étendue, chaque point dans l'espace-temps est associé à un espace Heim interne  $H^8$  qui a huit coordonnées internes. Celles-ci sont interprétées comme des coordonnées énergétiques. La longueur de Planck  $L_p$  est associée aux coordonnées spatiales de l'espace  $IR^3$ , la longueur de Planck  $L_t$  avec la coordonnée temporelle de l'espace  $T^1$ , et la longueur de Planck  $L_{mp}$  avec les coordonnées (négatives) des quatre organisations et informations supplémentaires, qui donnent naissance à deux sous-espaces supplémentaires notés  $S^2$  et  $I^2$ , respectivement. Par conséquent, l'espace Heim  $H^8$  comprend quatre sous-espaces, à savoir  $IR^3$ ,  $T^1$ ,  $S^2$  et  $I^2$ . Les 8 coordonnées  $\xi_n$  de  $H^8$  elles-mêmes sont des fonctions des coordonnées curvilignes  $\eta_m$ , c'est-à-dire  $\xi_n = \xi_n(\eta_m)$  de l'espace-temps physique, variété  $M_4$ . L'image montre l'ensemble complet des sous-espaces métriques qui peut être construit à partir du tenseur poly-métrique. Chaque submétrique est dénommée forme hermétrique, qui a une signification physique. Pour construire une forme hermétrique, les coordonnées de l'espace interne  $S^2$  ou  $I^2$  doivent être présentes. De plus, il existe trois formes hermétriques dégénérées, qui ne sont que des formes métriques partielles du photon et le potentiel des particules de quintessence. Ils permettent la conversion des photons en gravitophotons ainsi que la désintégration des gravitophotons en gravitons et particules de quintessence.

La Théorie Heim a été publiée en 1977, mais depuis ses prédictions n'ont pas été expérimentalement confirmées. Il est difficile dans ce cas de se baser sur cette conception pour pratiquer l'ingénierie de quoi que ce soit, donc je l'écarte dans le cas des Big HAUC.

**2B2 /- La Théorie GEM (Gravito-Electromagnétisme)** est une tentative de fusionner les équations et les explications sur la gravité et l'inertie avec l'électromagnétisme. Il faut savoir manipuler des mathématiques complexes sur les équations de champs d'Einstein, les tenseurs énergie-impulsion, les tenseurs des champs, etc... les équations sur la physique des

particules et quantique pour créer et manipuler la gravité à travers un contrôle précis des forces électromagnétiques avec les dispositifs suivants :

- Inducteur toroïdal
- Bobines
- Antennes
- Magnétrons

Le but est de générer un champ anti-inertiel pour assurer la protection du véhicule spatial des effets d'une accélération rapide. Le champ inertiel est en quelque sorte un amortisseur inertiel. La théorie GEM indique que **les particules chargées « voient » une géométrie de l'espace-temps différente, dépendante du ratio de charge par rapport à la masse, et donc il est possible de construire un engin « chargé » pour accéder à des espaces-temps différents selon l'état de charge de l'engin. C'est ce qu'on appelle un saut interdimensionnel. Ce n'est pas un saut dans un espace-temps physiquement différent, c'est un saut dans un espace-temps qui est toujours le même mais moins chargé.** Le changement de l'état de charge en terme gravitique est équivalent à un changement de l'état d'énergie qui passe du négatif au positif à l'extérieur du puit de gravité du système solaire. Depuis près d'un siècle, la théorie GEM a donné naissance à de nombreuses approches d'engineering, certaines ont été patentées, surtout celles qui concernent le contrôle de la gravité par le contrôle du champ électromagnétique. La société Orbital Technologies Corporation (aka Orbitec) dirigée par le Dr John Brandenburg est un des pionniers dans ce domaine. La Théorie GEM a quand même une preuve expérimentale solide, connue comme « l'anomalie de Pioneer et de Voyager » dans laquelle la sonde interplanétaire Voyager a été soumise, lorsqu'elle a quitté l'espace intra-solaire, à une accélération peu commune seulement explicable par une théorie complémentaire à la Relativité Générale.

**2B3/ - Le MET (Mach Effect Thruster) basé sur le Principe de Mach de la fluctuation de la masse.** Nous allons passer du temps sur le MET car c'est un des candidats sérieux expliquant le vol des HAUC.

La propulsion par la modification transitoire de la masse par effet Mach est basée sur l'hypothèse qu'un corps peut voir sa masse interne varier lorsque sa densité énergétique varie dans le temps alors qu'il est accéléré.

Ici, attention, ne pas confondre masse et masse interne. Un grain de café pesant un gramme projeté à la vitesse de 100 km/h développe une énergie cinétique de 0,39 joules. Ce même grain contient en permanence une énergie interne de 90 milliards de kilojoules. Cette énergie interne est appelée énergie de masse, alors que celle développée par le déplacement d'un objet est appelée énergie cinétique.

Théorisé en 1990 par le physicien et historien des sciences James Woodward, l'effet repose sur une formulation du Principe de Mach proposée en 1953 par Dennis Sciama. Le Professeur et Dr James Woodward, de l'université de Californie Caltech/Fullerton suggère que (ainsi formulée par D. Sciama) la Théorie de l'absorbeur de Wheeler et de Feynman rend compte de l'apparition instantanée des forces d'inertie sur un corps accéléré du fait de son interaction gravitationnelle avec l'ensemble des autres corps massifs présents à l'intérieur de l'horizon de causalité de l'Univers (principe de Mach).



Un dispositif propulsif basé sur ce principe de Mach et analysé par J. Woodward est appelé "Mach Effect Thruster" (M.E.T). Son principe consiste à coupler mécaniquement un objet de masse fixe à un objet de masse variable, puis à raccourcir la liaison mécanique lorsque la masse variable est minimale et à allonger cette liaison lorsque la masse variable est maximale.

La théorie originellement formulée par James Woodward indique que l'inertie de la masse devrait fluctuer s'il y avait un changement d'énergie de cette masse. En premier, faire changer l'énergie d'une masse revient à charger et à décharger un condensateur, si on considère que la masse est le condensateur. En faisant cela avec deux condensateurs, pendant qu'on fait aussi varier la distance entre eux deux (via un dispositif piézoélectrique), une force propulsive est générée.

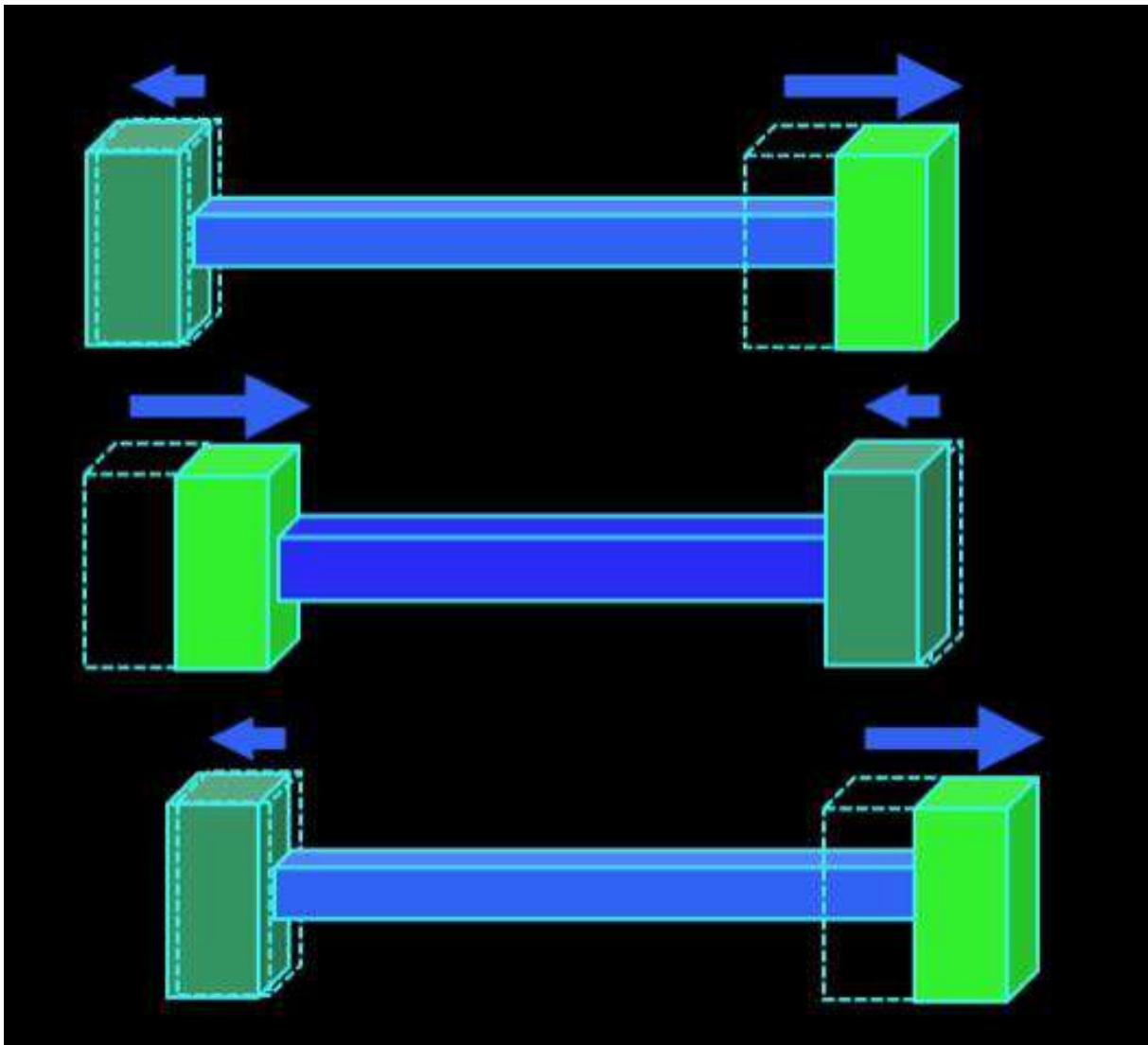


Fig.279 - L'inertie transitoire comme moyen de propulsion : Pendant que l'inertie du condensateur à gauche (en vert foncé) est plus forte et que celui de droite (en vert clair) est plus faible, le séparateur piézoélectrique (figuré par la tige en bleue) est étendu. Le condensateur à droite se déplace plus à droite que celui de gauche qui se déplace vers la gauche.

*Ensuite (dessin du milieu), pendant que l'inertie du condensateur à gauche en vert clair est plus faible que celui de droite (en vert foncé) qui est plus fort, le piézoélectrique bleu est raccourci (contracté). Le condensateur de droite se déplace moins vers l'arrière (vers la gauche) que le condensateur de gauche qui se déplace vers l'avant (vers la droite).*

*Et on recommence le cycle (dessin du bas, identique au premier).*

*Répéter le cycle fait mouvoir le centre de masse du système vers l'avant, donc vers la droite. Puisque le centre de masse d'un tel système se déplace **sans** qu'il y ait un mouvement opposé dû à la réaction de la masse, il apparaît comme avoir violé la loi de conservation de la quantité de mouvement. Mais l'a-t-il vraiment violé ?*

Comme l'inertie n'est plus constante, les équations habituelles ne s'accordent plus avec les expérimentations et nécessitent quelques reconsidérations, mais un groupe de scientifique assure que la loi de conservation n'a pas été violée. L'effet Woodward est très contre-intuitif car il peut paraître contraire au principe de conservation de la quantité de mouvement. Un hypothétique vaisseau spatial utilisant l'effet Woodward voit en effet sa quantité de mouvement varier mais le point important est qu'il ne constitue pas un système isolé. D'après le principe de Mach, le vaisseau doit son inertie à la présence des étoiles et autres objets célestes environnants. C'est donc à ces corps célestes qu'il emprunte une partie de leur quantité de mouvement, respectant ainsi le principe de conservation.

Le M.E.T. (Mach Effect Thruster) ne viole pas la 3<sup>ème</sup> loi de Newton, car il cumule simplement les conséquences de la variation de la masse. Il ne viole pas non plus le principe de la conservation de l'énergie car le système a besoin d'énergie électrique pour fonctionner. Il pourrait acquérir cette énergie à partir de panneaux solaires ou d'un réacteur atomique embarqué.

Le MET est actuellement vu comme une boîte noire – une dénomination utilisée pour désigner un dispositif dont les principes opératoires sont inconnus – et dont les programmes de tests doivent déterminer dans quelles circonstances il marche bien.

Un autre groupe voudrait que les équations qui concernent l'inertie prennent en compte la fluctuation de la masse pour faire porter plus loin les lois de conservation de la quantité de mouvement. En effet, il n'y a pas de **théorie unique et acceptée par tous les scientifiques qui explique la source de l'inertie**.

Le mot *inertie* a été créé par Kepler pour expliquer la tendance des corps à rester au repos, à s'opposer au mouvement.

Galilée et son disciple Jean Baptiste Baliani le formule différemment : « tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, à moins qu'il ne soit contraint, par des forces s'imprimant sur lui, à changer cet état ».

Newton définit dans sa première loi l'inertie comme : « la force inhérente à la matière est le pouvoir qu'elle a de résister. C'est par cette force que tout corps persévère de lui-même dans son état actuel de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite ».

Einstein, en Relativité Restreinte, énonce que l'inertie d'un corps dépend de l'énergie qu'il contient. Elle est donnée par la formule :

$$I = \frac{M}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Où M est la masse

v est la vitesse

c est la vitesse de la lumière dans le vide

l'inertie tend vers l'infini lorsque la vitesse tend vers c.

$$\lim_{v \rightarrow c} I = \infty$$

Dans la vie courante, l'inertie est assimilée à une résistance quand on pousse sur un objet. Pourquoi cette résistance ?

- Est-ce due à une propriété intrinsèque à la masse ?
- Est-ce l'action de l'espace-temps local, qui est une sur-structure du vide quantique au point zéro ?
- Est-ce que c'est à cause de l'action gravitationnelle des masses distantes dans l'univers qui s'exprime ici, localement ?

Selon Einstein et Mach, les forces inertielles de réaction doivent être comprises comme dues à l'action du champ gravitationnel de toute matière dans le cosmos sur les objets localement accélérés. Ceci est le « Principe de Mach », qualificatif formulé par Einstein lui-même.

Si l'énergie interne des objets accélérés par des forces externes change, un calcul relativiste mène à la prédiction que les masses de ces objets changent de manière transitoire durant l'accélération. De telles fluctuations de la masse peuvent être utilisées pour produire de la poussée sans éjection de matière propulsive.

Pour obtenir la poussée, il suffit de pousser un objet dont la masse fluctuante est plus massive, et de le tirer en arrière lorsqu'il est moins massif (ou vice versa).

Donc si nous produisons une fluctuation de masse dans un objet, nous pouvons, en principe, l'utiliser pour produire une force stationnaire sur l'objet, et la transformer en une force propulsive appliquée à l'objet, sans avoir à expulser une masse de l'objet.

Nous poussons simplement l'objet quand il est plus massif (lourd), et nous le tirons vers nous quand il est moins massif (moins lourd). Les forces de réaction durant les deux phases du cycle ne sont pas les mêmes à cause de la fluctuation (modification) de masse, créant ainsi une force nette lissée en moyenne par le temps.

La conservation de la quantité de mouvement locale est assurée par le flux de quantité de mouvement échangé avec le champ gravitique de la matière distante de l'univers.

L'origine de l'inertie n'a pas reçu d'explication consensuelle de la part des physiciens modernes. Néanmoins le Principe de Mach donne une explication assez particulière de l'inertie.

L'inertie c'est la propriété qu'on les corps à résister à une accélération. L'inertie est « l'autre nom » de la masse. Et le principe de Mach dit que « la source de l'inertie d'un objet vient de toutes les autres masses de l'univers.

L'idée d'une inertie locale résultant de l'influence de toutes les autres masses de l'univers a un sens si on comprend que l'espace n'est pas seulement une substance et une forme, mais aussi un tissu dont les contours et les creux sont déterminés par l'action des masses variées le courbant, l'étirant, et le distordant dans tous les sens de sa texture.

Mach s'appuie fortement sur la Théorie de la Relativité Générale d'Einstein, dans lequel la différence entre masse et inertie est démontrée distinctement.

Un autre physicien du nom de Dennis Sciama, sous la supervision de Dirac, avait formulé en 1953 une théorie indépendante de celle d'Einstein, mais qui finalement arrive à la même conclusion. C'est le principe de Mach : c'est bien la masse de l'univers qui crée l'inertie.

Sa publication « Origin of Inertia » démontre que si le champ gravitationnel est traité avec le même formalisme électrodynamique de Maxwell qu'un champ électromagnétique, alors l'influence gravitationnelle de toutes les matières de l'univers agissant sur un objet est mathématiquement équivalente à son inertie, si la gravité avait bien sûr, une influence instantanée.

Dennis Sciama avait commencé par formuler le principe de Mach comme des vecteurs de gravité, puis il l'avait reformulé en 1964 avec un formalisme de tenseurs équivalents à la Relativité générale.

Dans cet écrit, Sciama affirme que « les forces inertielles instantanées de tous objets en accélération sont produites par un champ inertiel basé en premier sur la gravité. Elles sont créées par la matière cosmique distante dans l'univers, se propageant dans les deux sens du temps à la vitesse de la lumière : **les forces inertielles sont exercées par la matière distante, et non par l'espace.**

Dans cette forme, le principe contient deux idées :

- Les forces inertielles ont une origine dynamique plutôt qu'une origine cinématique, et doivent donc être dérivées d'une théorie des champs (ou possiblement d'une théorie sur l'action à distance dans le sens de J.A. Wheeler et R.P. Feynmann).
- La totalité du champ inertiel est due aux sources, et donc pour résoudre les équations sur le champ inertiel, les conditions aux limites doivent être choisies de manières appropriées.

Tout ceci est aussi cohérent avec la « Solution de Hamein », dans laquelle la masse holographique de tout proton résulte de l'influence de tous les autres protons de l'univers agissant instantanément à travers les réseaux des micros trous de ver à l'échelle de Planck.

L'argument que le principe de Mach et la gravité relativiste mènent à la prédiction des fluctuations transitoires dans la masse des objets au repos, quand ils sont accélérés par des forces externes, est brièvement récapitulée dans le livre « Mach Principle, Mass Fluctuations and Rapid Spacetime Transport » écrit par James Woodward.



Dans des circonstances appropriées, de telles fluctuations de masse peuvent être employées pour produire des forces stationnaires (en ne prenant pas en compte que dans certains cadres référentiels on peut penser que de telles forces peuvent s'entre-annuler).

Selon Woodward, la dérivation des effets Mach est relativistiquement invariante, ainsi la conservation des lois sur la quantité de mouvement est satisfaite, il n'y a pas de nouvelle physique qui soit impliquée en dehors de la relativité générale.

Woodward suggère que la Théorie de l'Absorbeur de Wheeler-Feynmann pourrait être la bonne manière de comprendre l'action instantanée des forces inertielles en termes Machien.

Mais comment Woodward est-il passé de la théorie à l'ingénierie ?

Woodward pensait qu'on pourrait essayer d'accélérer un petit objet tout en variant son énergie. Par exemple, si l'objet est un condensateur qui est en train de vibrer à une haute fréquence, et qu'on s'arrange pour faire fluctuer sa charge au double de cette fréquence, la masse de ce condensateur devrait fluctuer aussi. Il est possible de vérifier ceci en faisant un petit montage avec un amplificateur stéréo et un haut-parleur qu'on aurait un peu bricolé pour faire vibrer le condensateur à par exemple 20 kHz, pendant que vous chargez et déchargez ce condensateur à 40 kHz. C'est une petite expérience tout à fait élémentaire qui vous permet de mesurer les petites fluctuations de la masse. Mais pour mesurer ces petites disruptions, votre problème majeur serait d'exclure de votre montage toutes les perturbations externes telles que les champs électromagnétiques, les vibrations parasites, les courants d'air, les variations thermiques, et encore plus de choses encore.

Pour traiter ces problèmes, Woodward utilise une balance à torsion très sensible. La balance est contenue dans un cylindre de lucite (Plexiglass ou polyméthacrylate de méthyl) d'environ 70 cm. Le châssis en bois est mis à niveau et stabilisé avec des briques de plomb pour minimiser les vibrations. L'appareillage est tellement sensible qu'il réagit aux moindres vibrations sismiques.

Le M.E.T (Mach Effect Thruster) est placé à l'extrémité d'une tige de torsion qui peut tourner horizontalement sur un axe vertical. Le terme torsion signifie que la tige a un rappel, sa rotation est limitée et proportionnelle à la poussée qui prend naissance à son extrémité. Quand le thruster est pointé dans une direction, la tige dévie d'une certaine manière. Quand le thruster est pointé dans une autre direction, la tige doit dévier d'une autre manière mais ne doit pas défléchir. En comparant les indications en direction dans des conditions opératoires différentes, les performances du thruster peuvent être évaluées.

Comme son propulseur MET a été construit à la main et de très petite taille, la force démontrée est minuscule. Woodward avait déclaré : « Les gens espèrent voir une démonstration de force de l'ordre de 100 micronewton ou 1 millinewton, mais ce dont j'ai juste besoin, c'est d'avoir une démonstration que cette force existe et de pouvoir étudier son profil. Nous sommes continuellement en train de transitionner entre les développements d'ingénierie et les investigations scientifiques, et la question est maintenant d'avoir des dispositifs qui fonctionnent bien plutôt que de vérifier si les effets existent ».

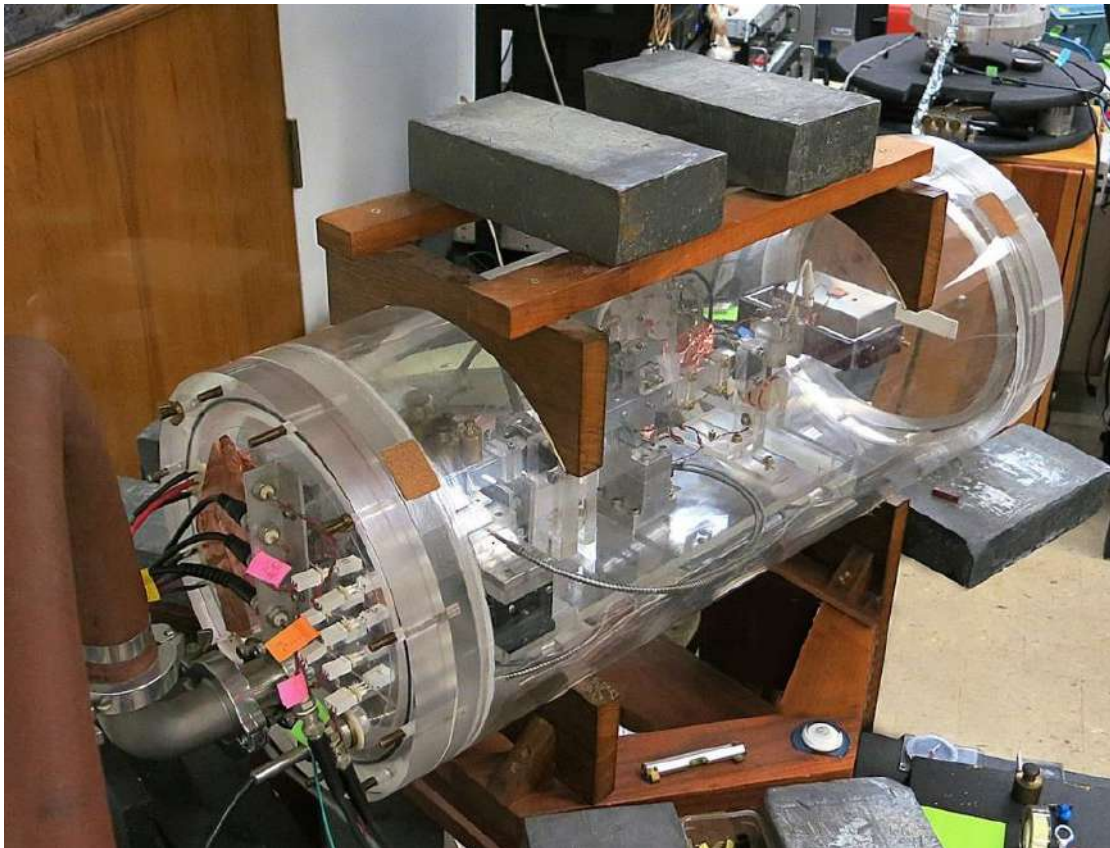


Fig.280 – Banc de mesure en lucite du Mach Effect Thruster

On a demandé à Woodward pourquoi il n'avait pas essayé d'obtenir plus d'argent de fonds privés et il avait répondu, après une longue réflexion, que « **Ceux qui sont les grands acteurs dans le domaine de la propulsion avancée se sentent obligés de dissuader d'autres personnes d'étudier des alternatives sérieuses à leur propre domaine d'activité.**

Je pense qu'ils croient avec ingénuité qu'ils rendent un service au public en disant surtout ne dépensez pas d'argent dans cela, il est impossible que cela marche. Sans penser pourquoi leurs propres plans à eux, ne marchent pas».

Woodward avait commencé à construire ses appareillages avec ses fonds propres, installant progressivement son laboratoire dans son bureau à Fullerton. Il faisait la chasse aux pièces d'occasion sur internet.

Quand il avait besoin de petites pièces qui n'existaient pas dans le commerce, il avait appris à les faire ou à se les fabriquer par un camarade machiniste responsable de l'atelier de mécanique de l'université. Après un labeur acharné dans son labo, il écrivit un livre pour expliquer dans le détail comment on peut construire son M.E.T.

La recette actuelle pour fabriquer un Mach Thruster consiste à empiler des disques piézoélectriques qui sont similaires à ceux du commerce en matériaux ferroélectriques (PZT = Pb ZrTi ou titano zirconate de plomb), vendus pour des applications d'ultrasons. En général, si on applique en transverse un champ électrique à une telle pile de disques en PZT, ils s'allongent et se contractent selon la puissance du champ et la direction de ce champ. La pile de disques PZT est faite de plusieurs disques mécaniquement connectés en série et

électriquement connectés en parallèle (tous les disques reçoivent le même potentiel électrique appliqué entre leurs électrodes).

Ceci est réalisé par commutation de la polarité d'un disque à l'autre tel que chaque électrode se trouve en face d'une autre électrode de même polarité pour éviter les courts-circuits. Woodward utilise des électrodes en laiton qui sont collées avec de l'époxy entre chaque disque.

L'assemblage tient avec des vis en acier inox vissées sur les deux capsules du bout, le plus gros en laiton (percé de trous) et le moins gros en alu. Les boulons sont bien serrés pour s'assurer que les disques sont bien comprimés par les capsules.

Woodward ne cacha rien de sa méthode. Il avait écrit un livre publié par Springer, et des articles publiés en 1990 dans le Foundations of Physics Letters, vol. 3 Numéro 5 des articles sur le M.E.T.

Le 25 janvier 1994 un premier Brevet US numéro 5.280.864 lui fut attribué : "Method for transiently altering the mass of objects to facilitate their transport or change their stationary apparent weights", suivi d'un deuxième en 2002 : "Method And Apparatus For Generating Propulsive Forces Without The Ejection Of Propellant", puis un troisième en 2016, cette fois-ci pour le Space Studies Institute pour couvrir les « réalisations réalistes des effets Mach ».

L'histoire personnelle de Woodward mérite d'être racontée. Woodward sait depuis ses études en High School (au lycée) que les fusées sont handicapées par le principe de la réaction de la masse : il faut éjecter des gaz chauds à l'arrière pour propulser vers l'avant un véhicule spatial, et il faut donc emporter une masse très lourde de carburant pour pouvoir envoyer une toute petite masse dans l'espace. Avec un tel handicap, on ne peut pas aller bien loin.

Son intérêt pour un autre type de propulsion spatiale ne l'a pas quitté depuis son adolescence. Et il a un caractère trempé, d'une opiniâtreté peu commune.

Après un diplôme de premier cycle en physique, il attaqua son deuxième cycle et avait vite compris que jamais ses patrons, à l'université ou dans l'industrie, ne lui permettraient de faire des recherches comme il le voudrait. Il a donc changé d'orientation pour faire un doctorat en histoire scientifique, qu'il a obtenu à l'université de Denver dans le Colorado, pour pouvoir gagner tranquillement sa vie comme enseignant et consacrer le reste de son temps à ce qui le hante : la gravité, la masse, l'inertie.

Estimant que **« si quelqu'un ne travaille pas sur le problème qui l'intéresse, il ne pourra pas le résoudre en comptant sur les autres »**,

il a travaillé en solo et a monté en 1989 avec ses propres économies un labo dans son bureau à son domicile à Fullerton en Californie, pour étudier en profondeur le Principe de Mach, ce qui d'après lui, est la seule chose qui ait un sens sur la gravité.

Mais que dit Ernest Mach sur la gravité ?

Mach, ce physicien Autrichien contemporain d'Einstein (1838-1916), et dont le nom est associé à la mesure d'une vitesse, comme « Mach 1 » lorsque l'avion atteint la vitesse du son au niveau de la mer, avait déclaré ceci : **« l'action à distance est la seule façon dont la réalité est »**.

Mach avait suggéré à Einstein une expérience de pensée bizarre : que se passerait-il s'il ne reste plus qu'un seul objet dans l'univers ? et Mach avait indiqué à Einstein, que selon sa propre Théorie de la Relativité, cet objet ne pourrait pas avoir de vitesse, parce que la théorie dit qu'il faut au moins deux objets pour pouvoir mesurer la vitesse relative de l'un par rapport à l'autre.

Et donc lorsqu'un objet n'a pas de vitesse, et qu'il est tout seul dans l'univers, il n'a pas de masse mesurable non plus, parce que toujours selon la Théorie de la Relativité d'Einstein, la masse varie avec la vitesse.

Et Mach conclut que **la masse inertielle de tout objet n'existe que parce que l'univers contient de multiples objets.**

Ce qui veut dire que la masse inertielle d'un objet dépend et est en interaction avec tous les autres objets de l'univers.

Lorsqu'un gyroscope tourne sur son axe, il résiste à toute poussée parce qu'il est en interaction avec la Terre, les étoiles, et toutes les galaxies observables de l'univers et peut-être plus... Et que si tous ces objets lointains n'existaient pas, le gyroscope n'aurait pas d'inertie !

Einstein était tellement intrigué par cette démonstration qu'il l'a nommée « le Principe de Mach ».

Ce principe n'avait eu aucune application pratique, et il y a peu de gens qui sachent distinguer une masse pesante d'une masse inertielle, jusqu'à ce que James Woodward en fut convaincu et défende mordicus que « **sous certaines circonstances, la masse peut momentanément changer** ».

Nous pensons que la masse est une quantité fixe, mais il n'en est absolument pas ainsi. On peut changer la masse d'un objet. Changer de masse ? Est-ce-que cela a un sens ?

Oui, en nous laissant guider par la Théorie de la Relativité d'Einstein.

Nous savons tous que la masse peut être convertie en énergie, puisque chaque jour les centrales nucléaires transforment la masse de quelques grammes d'uranium en énergie électrique.

Nous savons aussi par Einstein que la masse augmente avec la vitesse, même si cette augmentation de masse est très faible aux vitesses qui nous sont habituelles.

Comment démontrer que la masse n'est plus un absolu ?

Pour tenter la démonstration, il faut déjà avoir des idées bien claires sur l'inertie, la masse et la gravité, surtout la gravité quantique.

Ensuite imaginer un montage pour perturber la masse et la modifier dans la direction qu'on veut.

Enfin la réalisation du modèle numérique et du modèle « en dur » qui apporte la preuve, et les mesures qui vont avec pour les soumettre aux critiques des pairs.



Arrêtons-nous une minute et essayons de voir comment la masse est vue par Newton et Einstein.

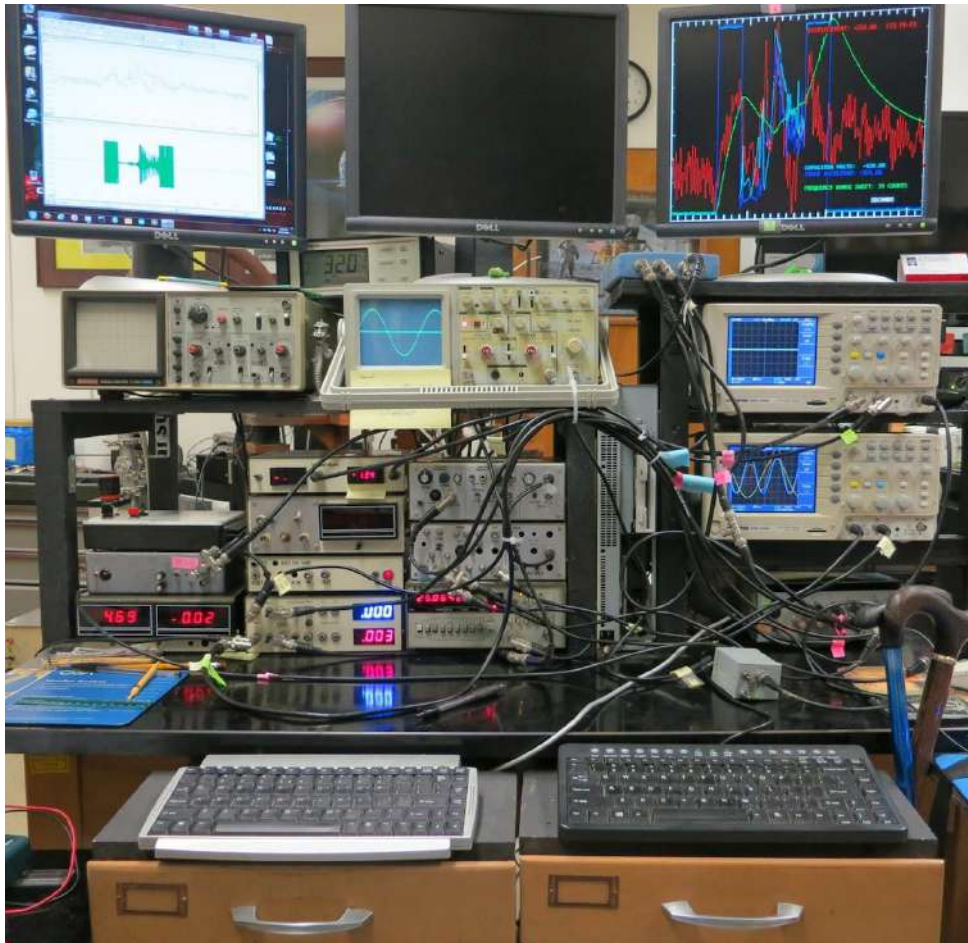
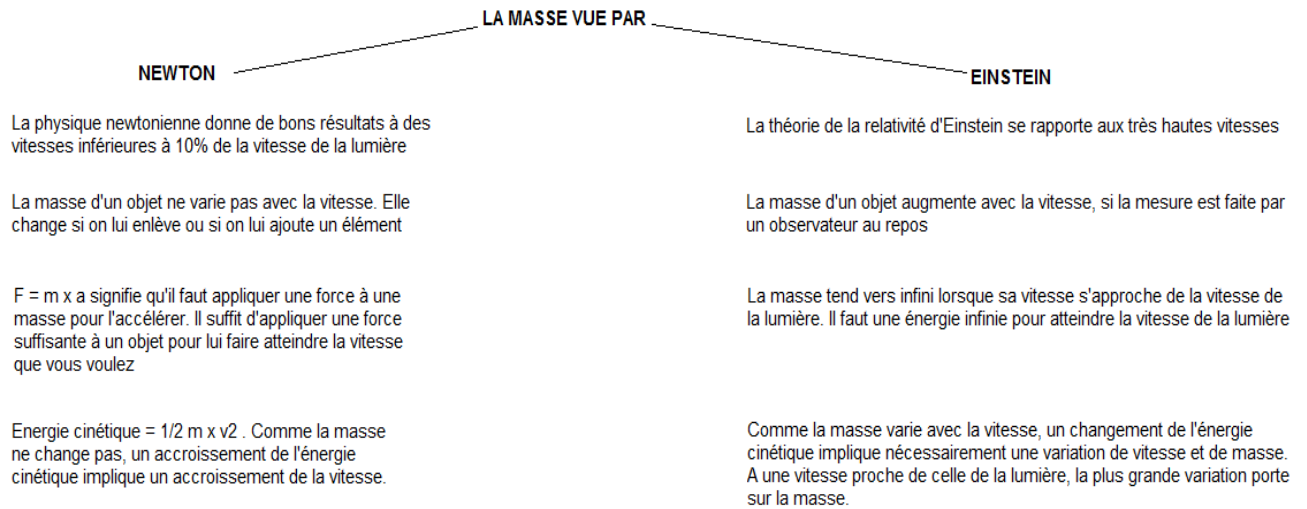


Fig.281 – L'appareillage derrière le Mach Effect Thruster : la courbe rouge trace le voltage du dispositif. C'est le signal qui va dans l'amplificateur. La courbe verte est l'accéléromètre. La courbe bleue indique le voltage de l'onde qui traverse le condensateur. Cet appareillage prouve que la propulsion par fluctuation de la masse est une réalité.

Il est intéressant de noter qu'il n'est pas toujours nécessaire de disposer d'un grand laboratoire bien équipé et de beaucoup de financement pour faire de grandes découvertes. Construire quelque chose dont le principe dépasse celui des fusées demande beaucoup d'opiniâtreté, d'intelligence et d'habileté. Une personne seule, dans un petit bureau, utilisant des moyens modestes à bas prix, pour démontrer que les étoiles sont à notre portée, qui dit mieux ?

Woodward et son équipe se sont en fait consacrés à améliorer les expériences plutôt qu'à ajouter des travaux théoriques. Après des années de modifications pour tenter d'amplifier les effets du M.E.T, les condensateurs de fluctuation d'inertie et les actuateurs piézoélectriques sont fusionnés. Une pile de disques piézoélectriques sert maintenant à la fois aux fonctions de fluctuation d'inertie et de mouvement oscillatoire. L'énergie de puissance qui affecte l'inertie inclut le mouvement mécanique aussi. Woodward explique de la façon suivante comment on peut prouver l'apparition d'une poussée en faisant ce montage avec du matériel acheté dans le commerce :

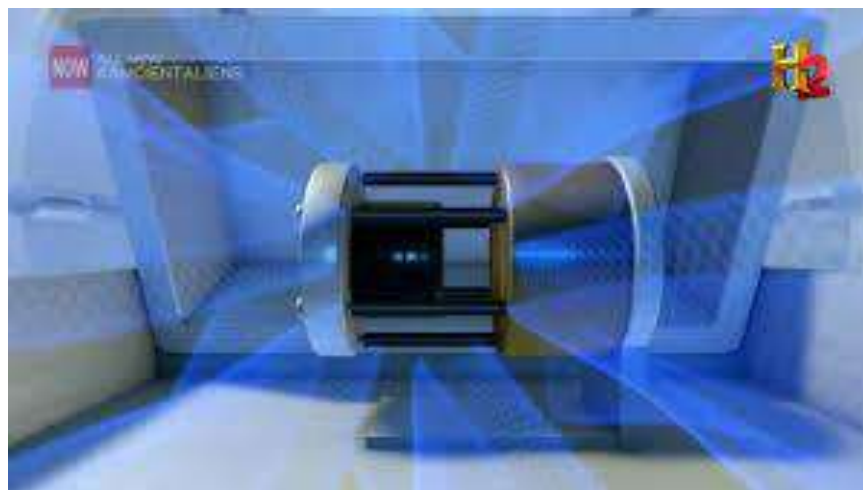


Fig.282 – Un des premiers MET réalisés avec du matériel acheté dans le commerce

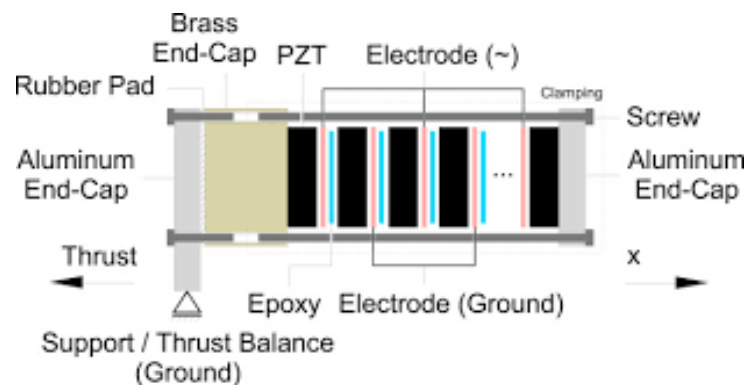


Fig.267 – La figure du bas montre un prototype MET monté sur un banc (Support/Thrust balance) destiné à mesure sa force de propulsion. L'assemblage est constitué, de gauche à droite, d'un disque en aluminium vu de profil (Aluminium End-Cap) soutenant deux tiges

*tenues aux bouts par 4 vis (Screw). L'assemblage comprend un tampon en caoutchouc servant d'amortisseur (rubber pad), un cylindre en laiton (brass end-cap) servant de masse de ballast, de disques en PZT servant de masses fluctuantes et de séparateurs qui sont des disques électrodes (en rose) reliés suivant le montage, intercalés de disques en époxy (en bleu), et finalement à droite un disque en aluminium refermant l'ensemble (aluminium end-cap). Ce qui n'est pas dessiné, c'est tout l'appareillage électronique qui alimente l'ensemble en électricité pour expander et rétrécir les disques piézoélectriques.*

*C'est le système de contrôle montré en partie dans la Fig.281 qui déclenche les pulses, les oscillations... suivant des lois mathématiques qui fait naître la poussée par un changement transitoire de la masse.*

« En faisant fluctuer la masse d'un objet on peut, du moins en principe, l'utiliser pour produire une force stationnaire sur l'objet, et ainsi générer une force propulsive sans avoir à éjecter de la masse (sous-entendu la masse du propergol brûlé) du système. Il suffit simplement de pousser l'objet lorsqu'il est plus lourd, et de l'attirer lorsqu'il est plus léger. La force de réaction pendant les deux parties du cycle ne sera alors pas la même, en raison de la fluctuation de masse, de telle sorte qu'une force positive sera produite en moyenne temporelle.

Cela peut ressembler à une violation de la conservation de la quantité de mouvement. Mais l'invariance Lorentzienne de la théorie garantit qu'aucune loi de conservation n'est violée. La conservation locale de la quantité de mouvement est préservée par le flux d'impulsion dans le champ de gravitation qui est échangé avec l'essentiel de la matière distante de l'univers ».

Le Dr James Woodward, de l'université de Californie Caltech/Fullerton, et Paul March (Lockheed Martin) ainsi que d'autres scientifiques expliquent que l'inertie est ressentie par un objet en accélération à cause des effets de toute la matière présente dans l'univers.

Et Nembo Buldrini ajoute que l'effet Mach est produit quand un objet tout entier est accéléré dans une direction, son énergie interne change durant ce processus.

Ceci porte un nom : la conjecture du Vrac (the Bulk conjecture).

Ainsi, un objet a une énergie de masse différente lorsqu'il est au repos ou lorsqu'il subit une accélération. L'énergie de masse ne viole pas l'invariance Lorentzienne, mais dépend de l'observateur.

Comment cette énergie change quand les forces d'inertie sont prises en compte ?

Si on pouvait faire en sorte que la masse d'un objet fluctue rapidement, la poussée moyenne en durée sur l'objet, en raison du principe de Mach, non seulement pourrait produire une force directionnelle apte à propulser un engin spatial, **mais aussi produire, d'après la théorie, de la matière négative.**

# THE "MACH EFFECT" EQUATION

QUANTIFIES THE MAGNITUDE OF THE PREDICTED MASS FLUCTUATIONS IN ACCELERATED OBJECTS:

$$\delta m_0 \approx \frac{1}{4\pi G} \left[ \frac{1}{\rho_0 c^2} \frac{\partial P}{\partial t} - \left( \frac{1}{\rho_0 c^2} \right)^2 \frac{P^2}{V} \right]$$

- The linear term in  $P$  [the power delivered to a capacitor] is the "impulse engine" term.
- The quadratic term in  $P$  is the "wormhole" term (because it is always negative), normally a factor of  $1/c^2$  smaller than the impulse engine term.

Fig.283 – Cette équation quantifie la magnitude de fluctuation de masse d'un objet soumis à une accélération. Parmi les termes entourés de vert, le  $P$  désigne la puissance délivrée au condensateur, ou la puissance d'impulsion du MET (Mach Effect Thruster). Parmi les termes entourés de bleue, le  $P$  désigne le terme « trou de ver » (parce qu'il est toujours en négatif).

Les dispositifs dérivés de cette théorie pour créer une fluctuation de la masse sont :

- L'accélération des ions diélectriques dans des condensateurs chargés soumis à un champ électromagnétique oscillatoire, afin de créer une force nette résultant de la réaction des masses de l'univers sur la masse des condensateurs
- Des matériaux piézoélectriques, des transducteurs, des squeezometers (mesureurs de pression surfacique)
- Un appareillage électronique qui produit des impulsions électriques sur des condensateurs en accélération et une seconde alimentation électrique qui produit sur les condensateurs une force périodique à la fréquence de la fluctuation de la masse, de manière à ce que la poussée sur le condensateur quand il est plus massif se passe toujours dans une seule direction, et la traction dans la direction opposée se passe toujours quand il est moins massif.

Des Propulseurs à Effet Mach (MET) ont été développés avec des matériaux électro-strictifs et ont prouvé la validité du principe. D'abord linéaires, ces moteurs ont été perfectionnés sur une idée de Duncan Cumming en rotors, sur lesquels sont montés des réseaux de condensateurs à haut voltage et à haute densité d'énergie, ces rotors étant pris en sandwichs entre des accéléromètres. L'avantage des rotors est qu'ils tournent, provoquant une accélération des condensateurs pendant qu'ils sont électriquement excités par de la haute fréquence (dizaines de kilohertz). Le montage en rotor a permis de prouver, une fois de plus, que l'Effet Mach est réel, et que l'accélération du Vrac (Bulk) et les fluctuations d'énergie peuvent être excitées indépendamment.

Réalisation pratique :



- Monter un réseau de 8 condensateurs de haut voltage et de haute densité d'énergie sur un rotor, entre deux accéléromètres et faire rotater l'ensemble
- Appliquer un voltage à haute fréquence aux condensateurs et surveiller les fluctuations du signal avec les accéléromètres à la fréquence de l'Effet Mach (seconde harmonique).



Fig.284 – Les huit condensateurs d'un réseau : ils sont orientés perpendiculairement entre eux

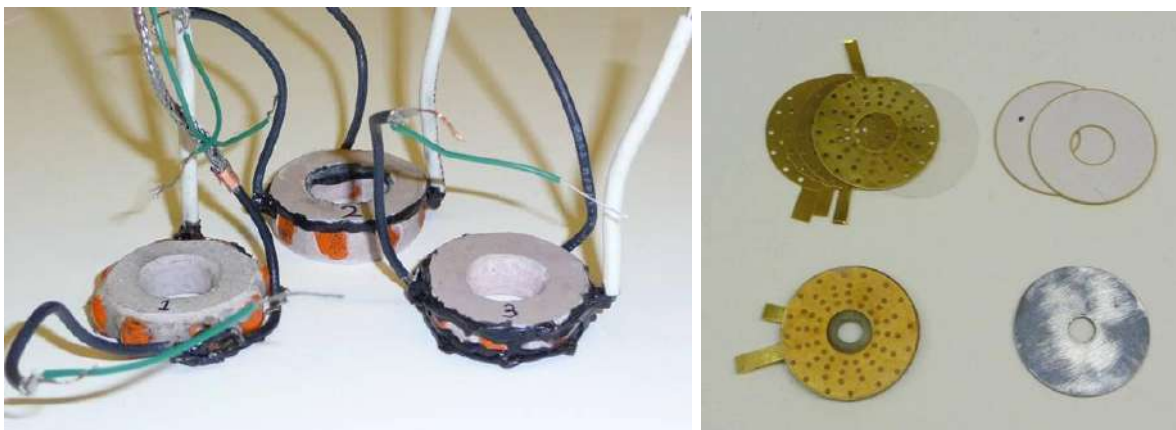


Fig.285 – Ensemble de 3 réseaux. A droite, composants d'accéléromètres.

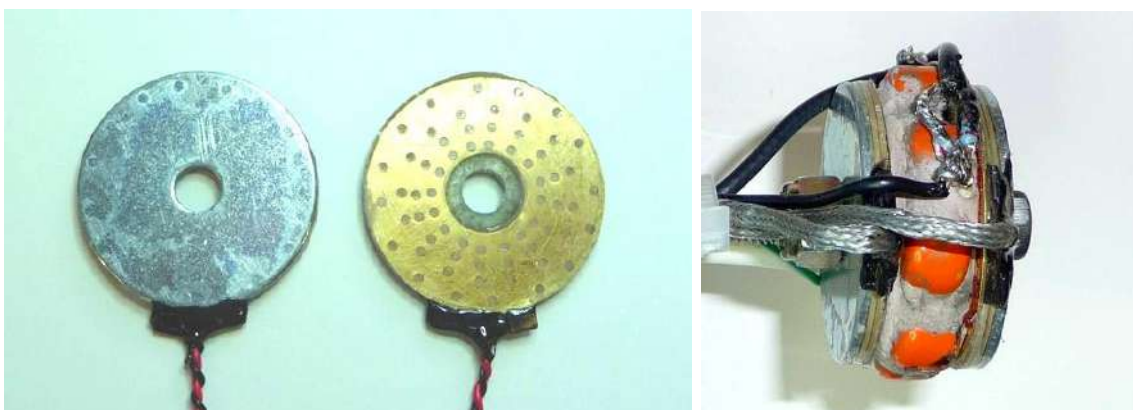


Fig.286 – Accéléromètres prêts au montage. A droite, un élément complet du réseau, comportant 8 condensateurs pris en sandwichs entre deux accéléromètres.



Fig.287 – Les étapes de la fabrication d'une bobine/transformateur

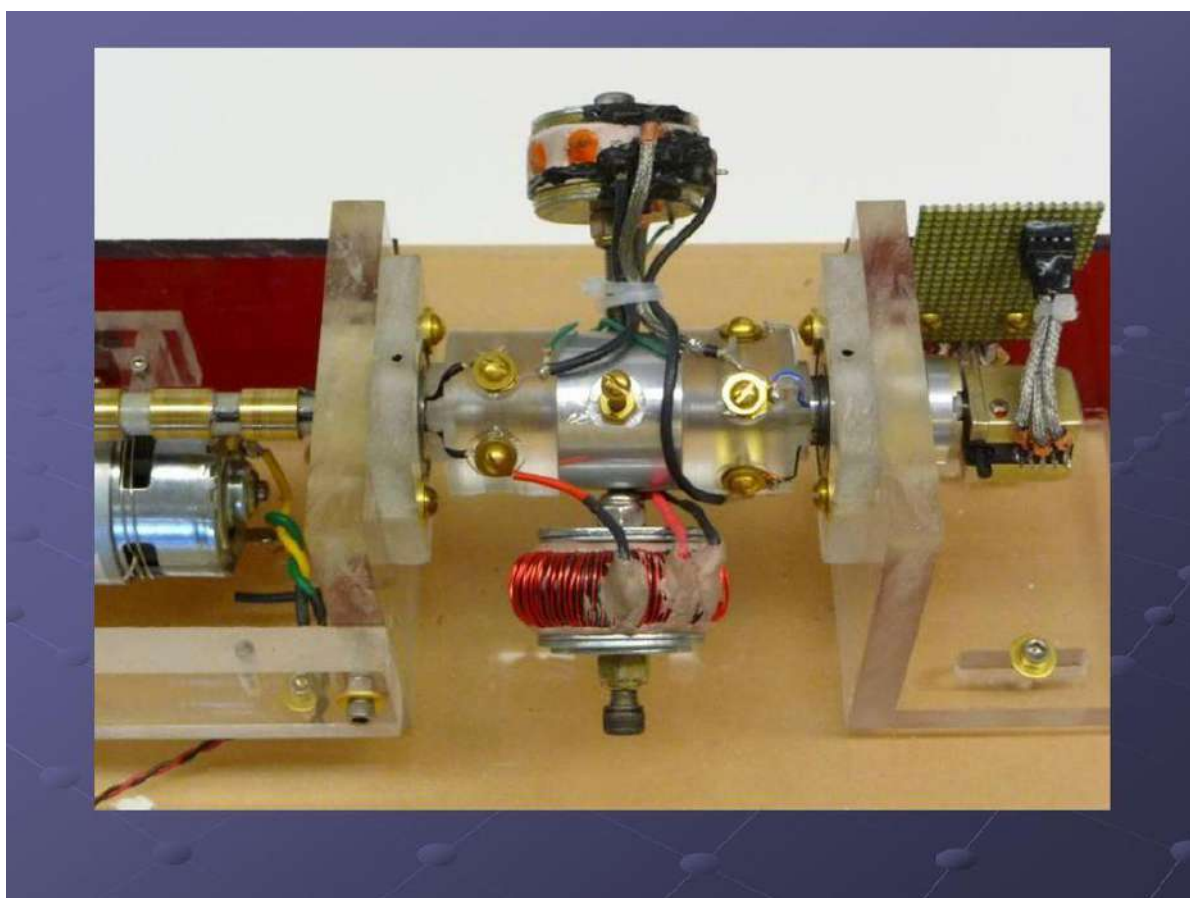


Fig.288. - Les éléments finis : rotor et transformateur sont montés sur un banc de test

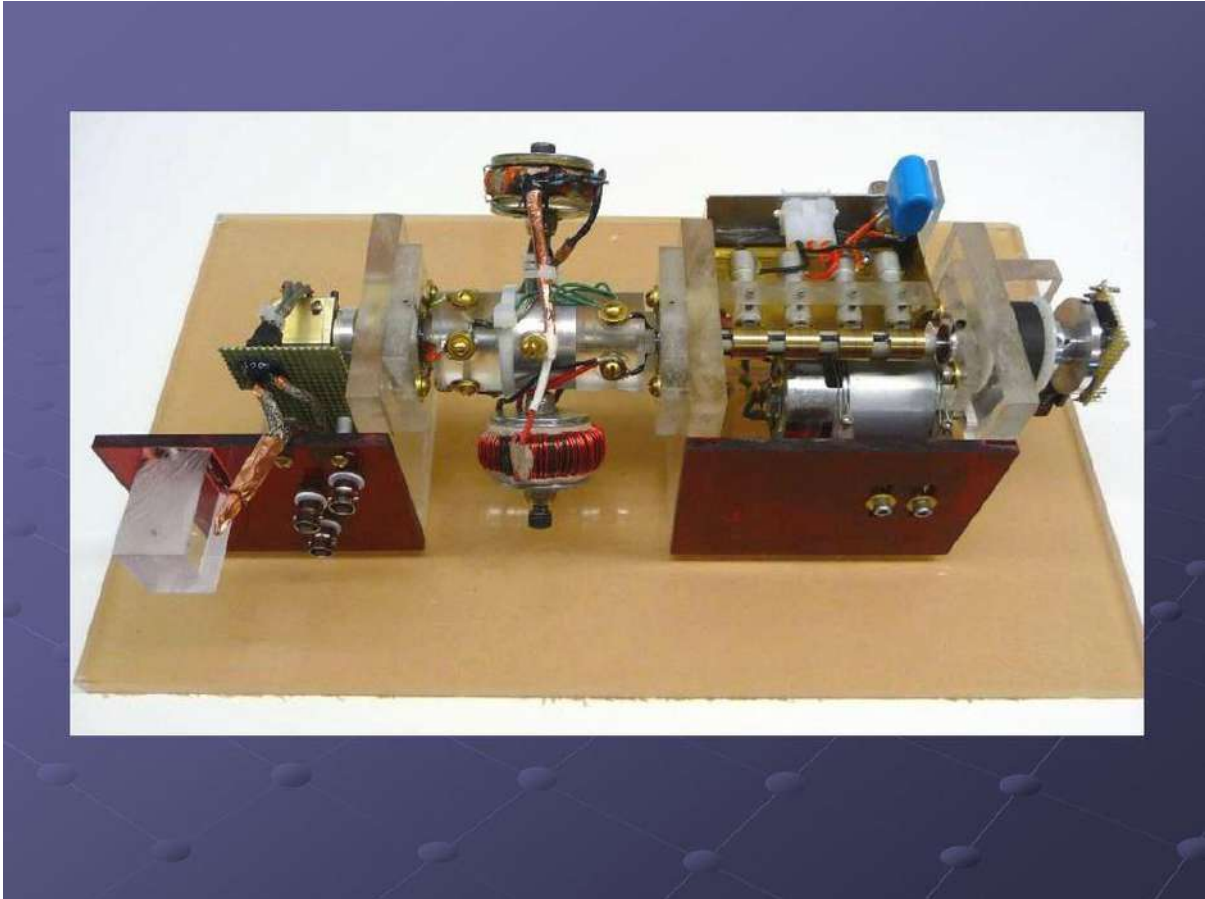


Fig.289 – Trois versions du système de rotation du réseau ont été construits pour le test. Celui-ci est le dernier modèle : l'instrumentation est de qualité militaire, ainsi que les colliers et bagues. Il présente un aspect plus abouti que le premier montage conçu par James Woodward pour son MET (Mach Effect Thruster) linéaire.

Les MET sont miniaturisables et échelonnables en puissance. Assemblés en réseaux, le gain de ces moteurs peu être augmenté par décalage de phase, exactement comme le font les radars AESA (active electronically scanned array). Le faisceau résultant du décalage de fréquence peut être orienté à volonté avec un modulateur. Ainsi, avec un seul moteur on peut théoriquement piloter avec précision un engin spatial par vectorisation d'un faisceau unique.

Si la capacité de ce type de moteur est prouvée pour la production d'une énergie négative ou d'une masse négative, alors ce moteur peut servir à distordre l'espace-temps et équiper un HAUC de type Aculbierre-White.

Mais il y a des perspectives plus intéressantes encore : la capacité « d'emprunter » de la quantité de mouvement aux masses restantes de l'univers, qui sont en mouvement en permanence depuis que le monde existe. Donc, avec des MET on pourrait aussi construire des machines pour déplacer des masses en échangeant leur quantité de mouvement avec la quantité de mouvement des masses qui nous sont proches dans l'univers.

Faire voler des vaisseaux spatiaux à des vitesses supérieures à celle de la lumière et déplacer ou tracter sans lien physique des masses en échangeant leur quantité de mouvement avec la quantité de mouvement des galaxies les plus proches, cela nous fait penser « aux rayons tracteurs » des films de science-fiction ou au cas controversé du bûcheron Travis Walton



frappé par un rayon (et sans doute soulevé jusqu'au HAUC qui l'a enlevé pendant 5 jours) devant ses six collègues le 5 novembre 1975 à Snowflake (Arizona).



Fig.290 – Illustration du « rayon poussoir/tracteur de masse » dans le cas controversé du bûcheron Travis Walton enlevé par un ovni.

La quantité de mouvement est définie comme la masse multipliée par la vitesse. La conservation du mouvement s'applique avec les variables de vitesse usuellement décrites sous forme de vecteurs dans un cadre à deux dimensions. Un vecteur porte à la fois une direction et une magnitude (une grandeur).

Une exigence pour déterminer la conservation du mouvement est que le référentiel inertiel (ou cadre de référence de l'observateur) doit être fixe. Les référentiels inertiels sont bien définis pour des vitesses constantes et la conservation du mouvement se tient pour tous ces cadres. Pendant l'accélération ou un changement dans l'accélération, la conservation du mouvement s'applique dans un référentiel inertiel local de vitesse instantanée, et non à l'accélération des coordonnées de référence, comme c'est mesuré par l'observateur accéléré. Bien que l'échange d'énergie et de quantité de mouvement avec la matière distante garantisse une conservation globale d'énergie et de quantité de mouvement, cet échange de champ est fourni sans coût matériel.

Pour cette raison, quand l'échange de champ est ignoré, un propulseur sans carburant se comporte comme un dispositif à énergie gratuite. Ceci apparaît évident dans une analyse newtonienne : si une puissance constante produit une poussée constante, alors l'énergie en entrée est linéaire avec le temps et l'énergie cinétique en sortie est quadratique avec le temps. Il existe cependant un point mort de l'opération (en temps, en distance ou en vitesse) au-delà duquel plus d'énergie est en sortie qu'en entrée.



Plus longtemps il lui est permis d'accélérer, plus cet effet est prononcé comme l'a prédite la physique newtonienne.

Un Mach effect thruster est fondé sur le principe de Mach, il n'est pas un transducteur électrique cinétique, c'est-à-dire qu'il ne convertit pas l'énergie électrique en énergie cinétique. Un Mach effect thruster est plutôt un transistor gravinertiel qui contrôle le courant du flux gravinertiel, en entrée et en sortie de la masse active du thruster. La puissance primale du thruster est contenue dans le flux du champ gravitationnel, pas dans l'électricité qui alimente le dispositif. Si on échoue à reconnaître ce flux, c'est comme échouer à reconnaître le vent qui pousse une voile.

Les Effets Mach sont par nature relativistes, et si on considère un engin spatial qui accélère avec un dispositif à Effet Mach, le propulsif n'est pas en train d'accélérer avec l'engin spatial, ainsi la situation doit être traitée comme un référentiel en accélération, et non comme un référentiel non-inertiel où  $F$  n'est pas égal à  $m.a$ .

Keith H. Wanser, professeur de physique à la California State University, a publié en 2013 un article sur les problèmes de conservation de quantité de mouvement des Mach Thrusters. Que disent les pairs de Woodward ?

En 2003, Hector Brito de l'Instituto Universitario Aeronautico et Sergio Elaskar du National Scientific and Technical Research Council, en Argentine, ont répliqué les expériences sur l'effet Mach et rapporté des poussées de l'ordre de 50  $\mu$ N.

En 2004, Paul March, de Lockheed Martin Space Operations, qui a travaillé sur le sujet depuis 1998, a présenté avec succès la réplique des Tests de Woodward au STAIF.

En 2006, Paul March and Andrew Palfreyman ont reporté des résultats expérimentaux supérieurs de deux ordres de magnitudes aux prédictions de Woodward.

En 2013, le Space Studies Institute a annoncé le Exotic Propulsion Initiative, un projet privé financé pour répliquer les expériences de Woodward et si elles sont prouvées, de développer des systèmes de propulsion exotiques. Gary Hudson, président et CEO de SSI, a présenté le programme au NASA Institute for Advanced Concepts Symposium en 2014 et a confirmé de manière définitive l'existence de l'effet Woodward.

En 2017, la NASA finance à travers la NIAC ( NASA Innovative Advanced Concepts) le projet Mega Drive.

Le 27 septembre 2017, le Docteur Heidi Fearn de la NASA, présentait à Denver son programme de propulsion par effet Mach pour une mission interstellaire (Mach Effects for In Space Propulsion Interstellar Mission, dans le cadre du NIAC (Nasa Innovative Advanced Concepts), autrement dit des Concepts avancés innovatifs de la NASA. Il s'agit de l'application des Effets Mach pour la propulsion dans l'espace profond, c'est-à-dire vers un autre système solaire. L'équipe du Dr. Heidi avait reçu 3 tâches :

- Améliorer les dispositifs actuellement étudiés en laboratoire pour fournir des poussées durables et pratiques

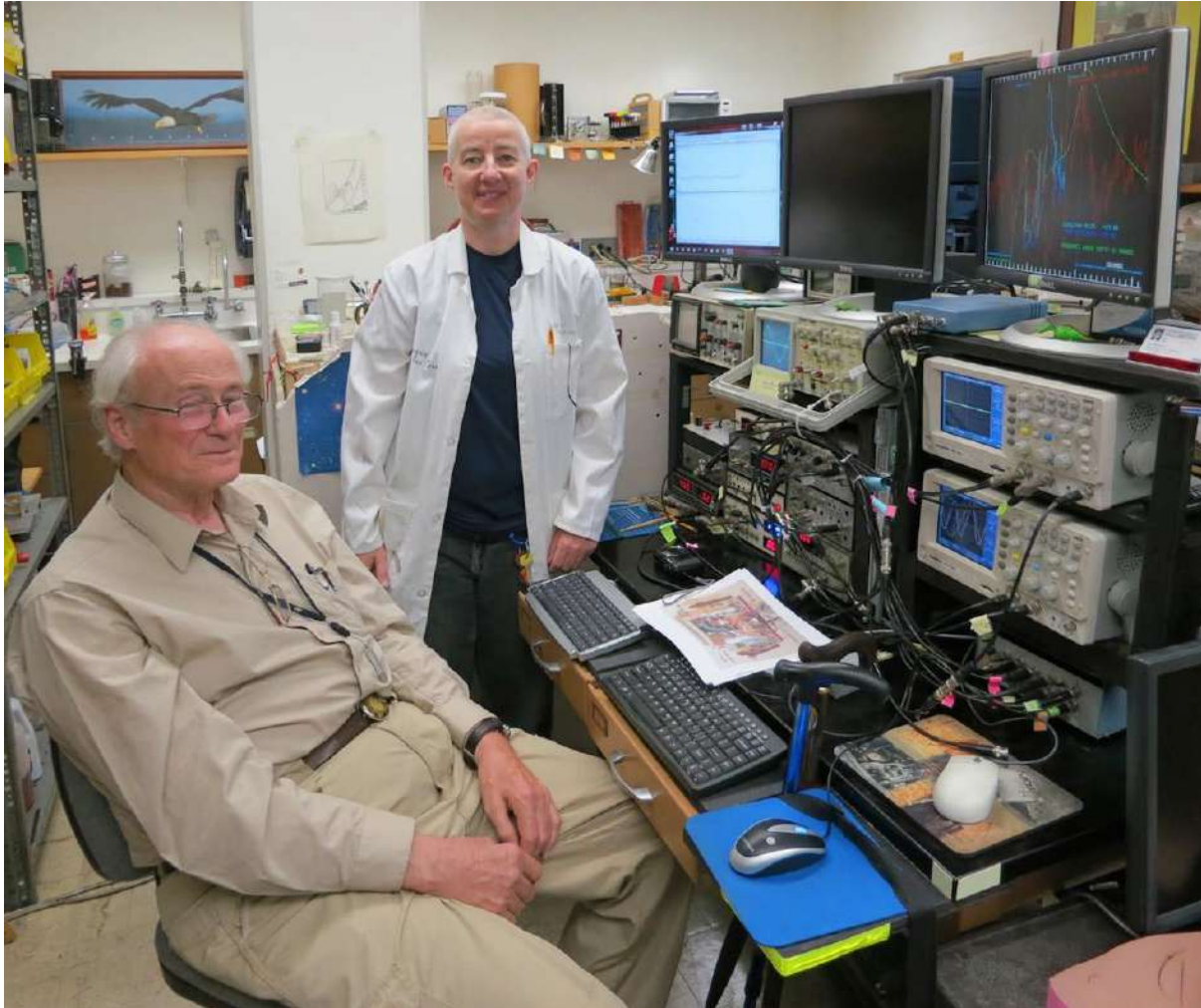


Fig.291 – Le professeur James Woodward, Docteur en physique, et sa collaboratrice le Dr Heidi Fearn, spécialiste en optique quantique à l'université Fullerton, en Californie. Elle est d'origine anglaise, et travaille avec lui depuis plus de 20 ans. Elle a obtenu son doctorat de physique à l'université d'Essex en Angleterre et enseigne à Fullerton depuis 1991. Aujourd'hui elle dirige à la NASA l'un des programmes les plus ambitieux pour construire un engin spatial capable d'aller sur Proxima B, une planète habitable comparable à notre Terre mais située dans le système Proxima du Centaure à deux étoiles, le système stellaire qui nous est le plus proche et qui possède deux « soleils ». S'il fallait aller vers cette planète avec la fusée la plus rapide concevable en 2025, le voyage prendrait 75.000 ans. Fearn va monter une équipe pour étudier la réalisation du projet IMES (Interstellar Mach Effect Starship) de la NASA qui ne sera aboutie que dans 25 ans. Mais si elle y arrive, on aura un engin qui va ramener le voyage de 75.000 ans à 20 ans. Aussi incroyable que cela puisse paraître, la sonde IMES-1 va d'abord se rendre du côté de l'anneau d'Einstein du Soleil, une région où elle va orbiter et capturer toutes les images de Proxima B amplifiées par l'Effet de lentille du soleil, ce qui nous permettra de visualiser avec beaucoup de détails ce qui se passe sur cette planète. Ensuite la Mission IMES-2 déposera sans doute une sonde sur la planète elle-même. Après cette mission, IMES-3 va se mettre en orbite d'une galaxie pour récolter des images précises des planètes habitables appartenant à d'autres galaxies.

- Concevoir et développer des systèmes de génération électriques et de contrôles pour produire du courant alternatif afin d'améliorer le rendement du MEGA « Mach Effects » drive.

- Utiliser les résultats obtenus sur les 2 points ci-dessus pour construire une sonde IMES capable de livrer 400 kg de charge sur Proxima du Centaure, avec un rendez-vous sur Proxima b dans 20 ans avec un unique vol aller. Les données obtenues doivent être reçues sur Terre 5 ans plus tard après ce rendez-vous, étant donné la distance.

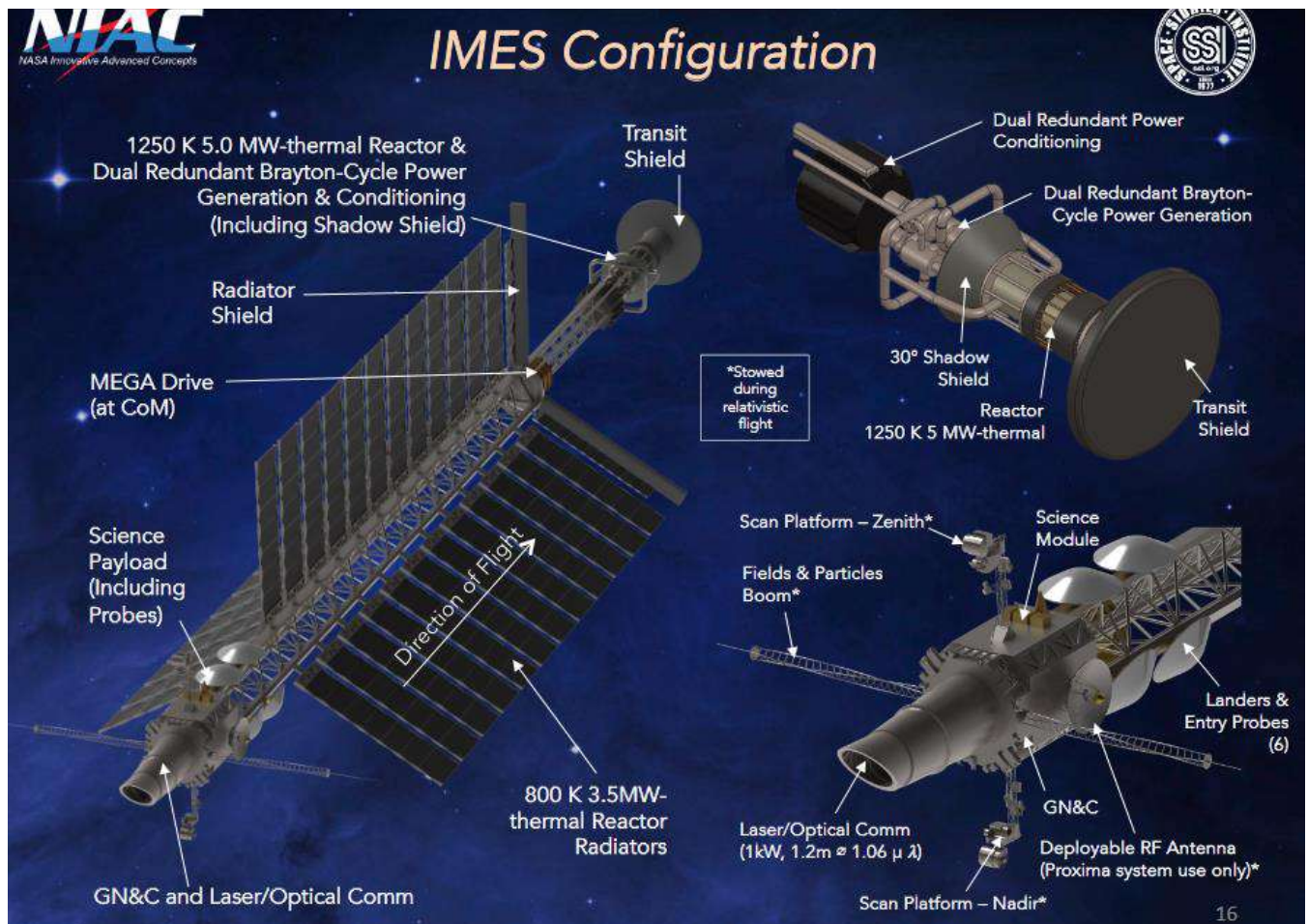


Fig.292 – Configuration de la sonde IMES-1 (Interstellar Mach Effect Starship) : la sonde au complet est à gauche. Elle est alimentée par un réacteur nucléothermique à fission, avec une double régénération par cycle de Brayton et des radiateurs thermiques, bref une technologie bien maîtrisée. L'avant est protégé des poussières spatiales et micro-météoroïdes par un bouclier. Le réacteur est très éloigné du compartiment scientifique, qui contient : les équipements de communication avec la Terre (laser), l'équipement de scanning, les antennes radiofréquence, les équipements de mesure de champs et d'analyse de particules, et divers autres équipements scientifiques à définir. Le système de propulsion, relativement compact, est installé à l'avant des radiateurs. Il est constitué d'éléments intégrés de propulsion à effet Mach, sans aucun doute à faisceaux pilotables comme un radar ASAE pour assurer la vectorisation de poussée de la sonde IMES-1.

Le défi est de voler pendant deux décades à une vitesse relativiste, puis d'explorer pendant plusieurs années l'environnement de destination et faire parvenir ces données sur Terre, sans défaut. La fiabilité du matériel doit être totale, sur une durée de 30 ans. Evidemment, il faut voler « sans carburant » embarqué, sans éjection de la masse et en évitant l'infernale « équation des fusées de Tsiolkovski ». En échangeant « gratuitement » son mouvement avec le mouvement des masses de l'univers. Vous rendez-vous compte du défi ?



Il faut exclusivement utiliser de l'énergie électrique fournie par le réacteur nucléaire compact à fission et se baser sur l'assistance gravitationnelle des planètes géantes comme Jupiter et bien sûr compter sur les MEGA Drive pour voler, piloter sur les 3 axes, et freiner.

L'IMES est un moyen beaucoup mieux pensé que les voiles spatiales. S'il existe un moyen pour un vaisseau spatial d'inter-réagir avec l'espace-temps avoisinant pour se déplacer dans n'importe quelle direction, et d'être seulement limité par l'énergie embarquée disponible, ce moyen ne peut être qu'une propulsion par disruption de la masse.

Ce détail – interrégir avec l'espace-temps pour induire du mouvement – est matière de découverte pour la physique. Cela le rend plus difficile à saisir, plus dur à expliquer et plus dur à résoudre.

C'est plus facile d'affronter des défis basés sur la physique connue, car il y a toujours des principes opératoires à citer. Avec le vol spatial par la disruption et la fluctuation de la masse, les principes opératoires sont des travaux toujours en construction – semblables à des questionnements permanents plutôt qu'à des paquets de recettes prêts d'emplois.

Bien que les théories pour des déplacements supraluminiques existent, les physiques requises pour obtenir de l'énergie négative font toujours l'objet de débats. Résoudre cela est déjà un prérequis pour ingéniérer un vol superluminique.

Le Dr Fearn avait déclaré : « nous avons construit des modèles de simulation mathématiques qui « collent » avec les expériences, et nous savons maintenant comment échelonner la force de poussée par rapport au voltage. Par exemple, en appliquant un voltage de 225 volts, nous pouvons créer une poussée de 4 micronewtons-force ».

En fait la NASA a annoncé qu'ils sont arrivés à une poussée de 100  $\mu$ newtons-force et prêts à construire des moteurs plus performants en utilisant des matériaux relevant de l'état de l'art, et non des matériaux de bricolages.

Les exigences de la mission IMES, d'après le FINAL REPORT – NIAC PHASE II Mach Effects for In-Space Propulsion: Interstellar Mission Period under review: April 2018 - August 2020 sont les suivantes :

- l'engin spatial doit survivre à une mission de longue durée estimée à 25-30 ans, avec la puissance maximale du réacteur disponible pendant 20 ans.
- la charge utile doit être au moins de 400 kg, mais plus si possible.
- l'engin doit être autonome dans ses opérations (pas de maintenance) comme dans sa navigation.
- la transmission des données vers la Terre doit s'effectuer à la cadence de 1 GB/an ou mieux, sur une distance supérieure à 4 années-lumière.
- l'engin doit survivre à une vitesse de 0,4 C (40% de la vitesse de la lumière soit 120.000 km/s)
- à l'exception des radiateurs et de la structure centrale, les structures de protection de la charge ne doivent pas être déployées pendant la croisière intersidérale.



- Le module Mega Drive doit être situé le plus près possible du centre de masse de l'engin, en utilisant une attache rigide reliée aux composants du générateur de puissance.

L'engin spatial IMES-1 mesurera 44,7 m de long. Poids 15 t. Composition :

- Les sources de puissance sont : un réacteur nucléaire de 1250 K, 5 MW thermique, 1,5 MW électrique ; un système redondant de 2 générateurs à cycle de Brayton ; un système de conditionnement de la puissance ; un système de contrôle de puissance thermique (radiateurs)
- Les blindages de protections Shadow Shields et radiateurs 800 K, 3,5 MW thermiques.
- Les propulseurs Mega Drive et leurs contrôleurs d'attitude
- Le système autonome de guidage, de navigation et de contrôle (GN&C)
- Les sous-systèmes de communication (1,06 micron 1 kW télescope laser de 1,2 m)
- La charge utile d'exploration scientifique, incluant une charge secondaire qui est un lander (atterrisseur).

Une de ses premières missions consistera à aller au voisinage de la zone de focalisation de la lentille gravitationnelle pour y capturer des photons pour analyse spectroscopique et d'obtenir une image magnifiée de Proxima b.

Comment la NASA compte-t-elle y arriver ? :

2018 : Design par ordinateur du propulseur de 5 mN ; perfectionnement de l'électronique, du mécanisme de refroidissement, et du feedback du contrôle de fréquence ; test de l'utilisation de la poussée, formalisation de la mise en forme du pulse-shaping avec les signaux phasés d'entrée.

Finalisation CONOPS (design and concept of operations), Design du test sur orbite d'un Cubesat avec Mega Drive.

2022 : Taux de répétition des pulses définis et poussée transiente prouvée, routinement et gains en expérimentations ; réseaux des propulseurs modélisés pour augmenter la puissance à 20 mN ; test de lévitation dans le vide d'un cube, test de spin d'un Cubesat.

2027 : Modèle opérationnel bon pour le vol, poussée de 1 N pour chaque module ; réseaux de 100 modules de propulsion testés. Détails figés du générateur de puissance ; boucles de contrôles réalisés avec succès.

2037 : Réseau de 1.000 propulseurs testés.

## Shakedown Cruise to the Solar Gravity Lens?

To the Sun's gravity lens focus...capture photons for spectroscopy and perhaps get an image of Proxima b from the Einstein ring

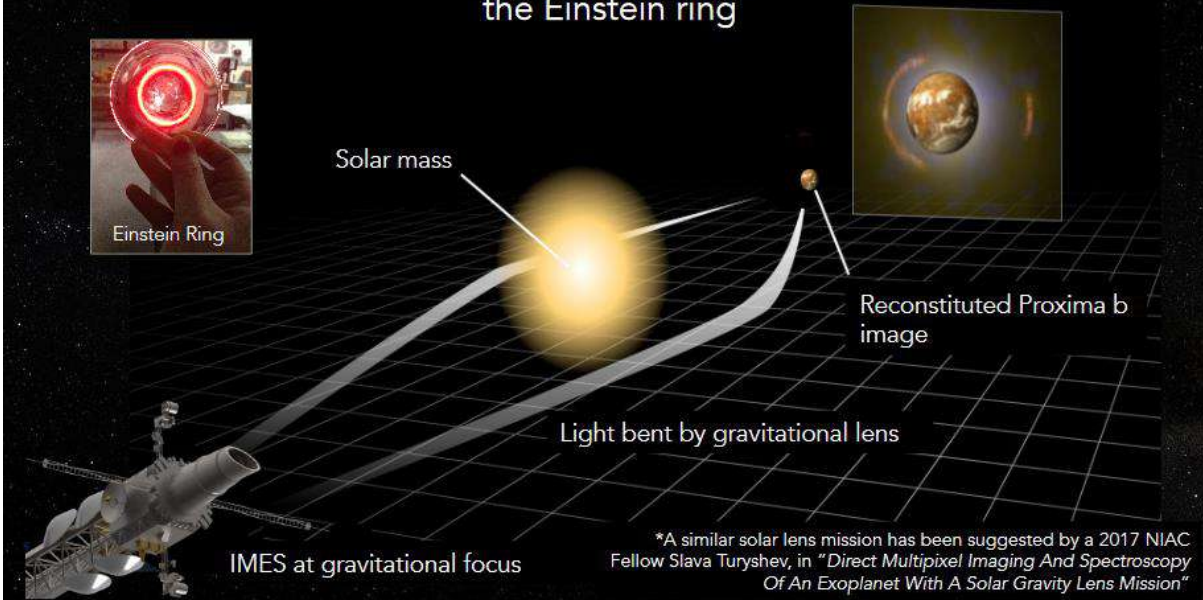


Fig.293 – La mission de l'IMES-1 : capturer l'image magnifiée par la lentille gravitationnelle solaire de Proxima B, la planète habitable la plus proche, en orbitant du côté de l'anneau d'Einstein.

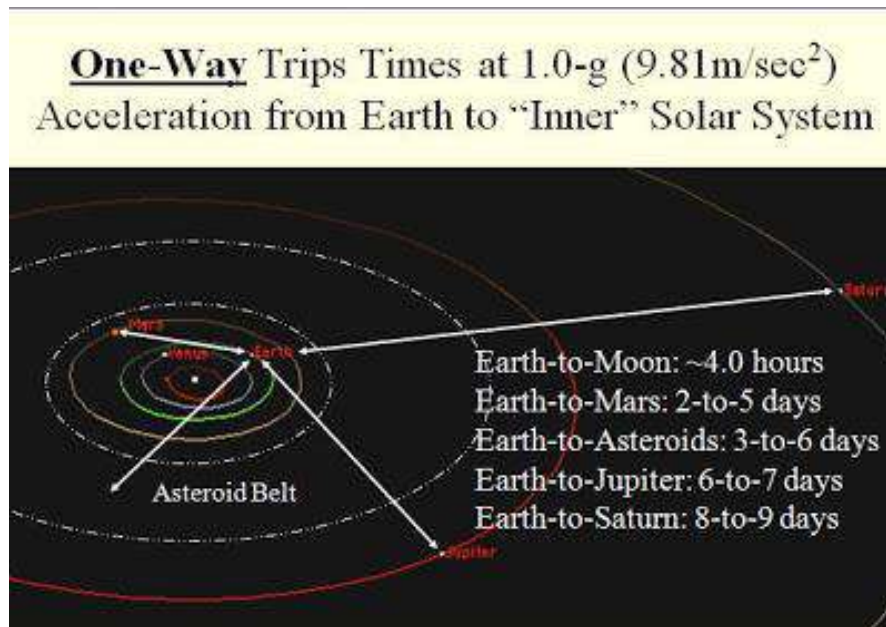


Fig.294 – Si l'IMES devait aller sur la lune, le trajet ne prendrait que 4 h. Durée du trajet pour Mars : 2 à 5 jours. Ceinture des astéroïdes en 3 à 6 jours, Jupiter en 6 à 7 jours et Saturn en 8 à 9 jours. Mais aucun de ces voyages intra système solaire n'est prévu dans les missions de l'IMES.

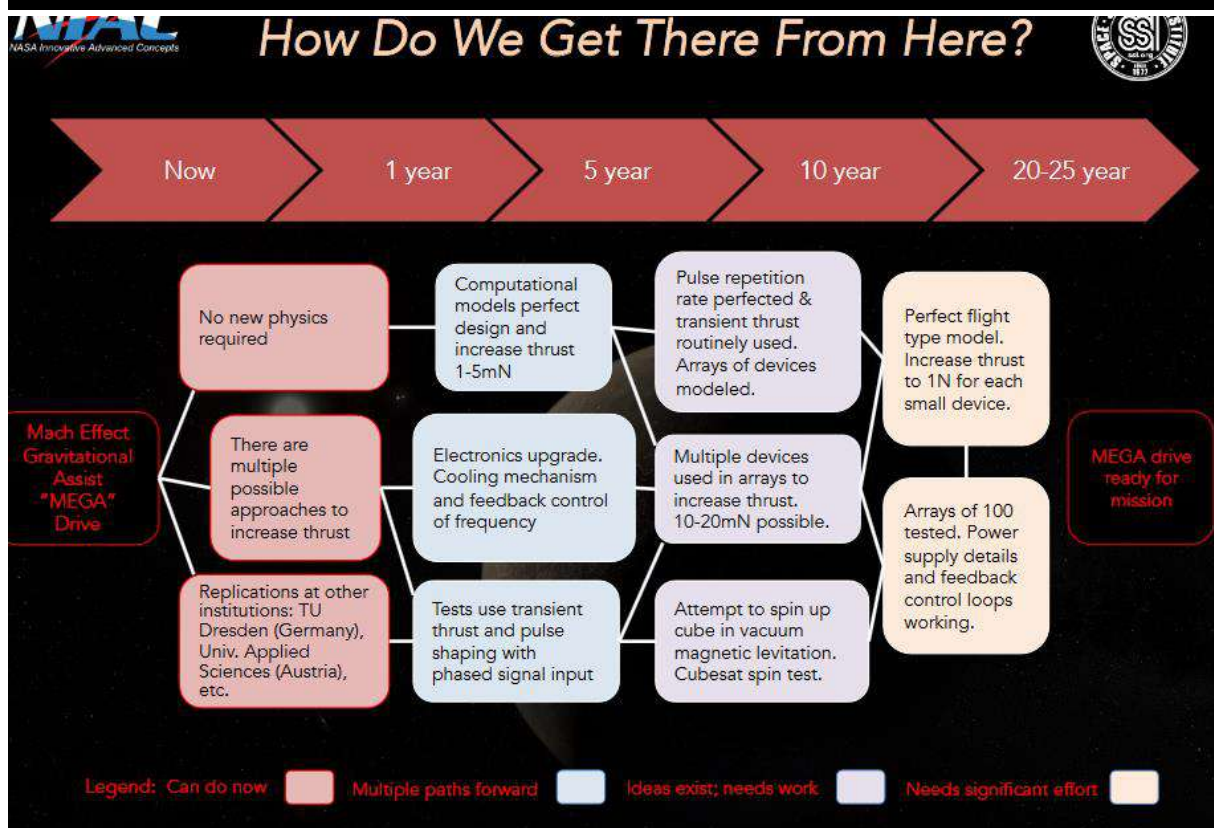
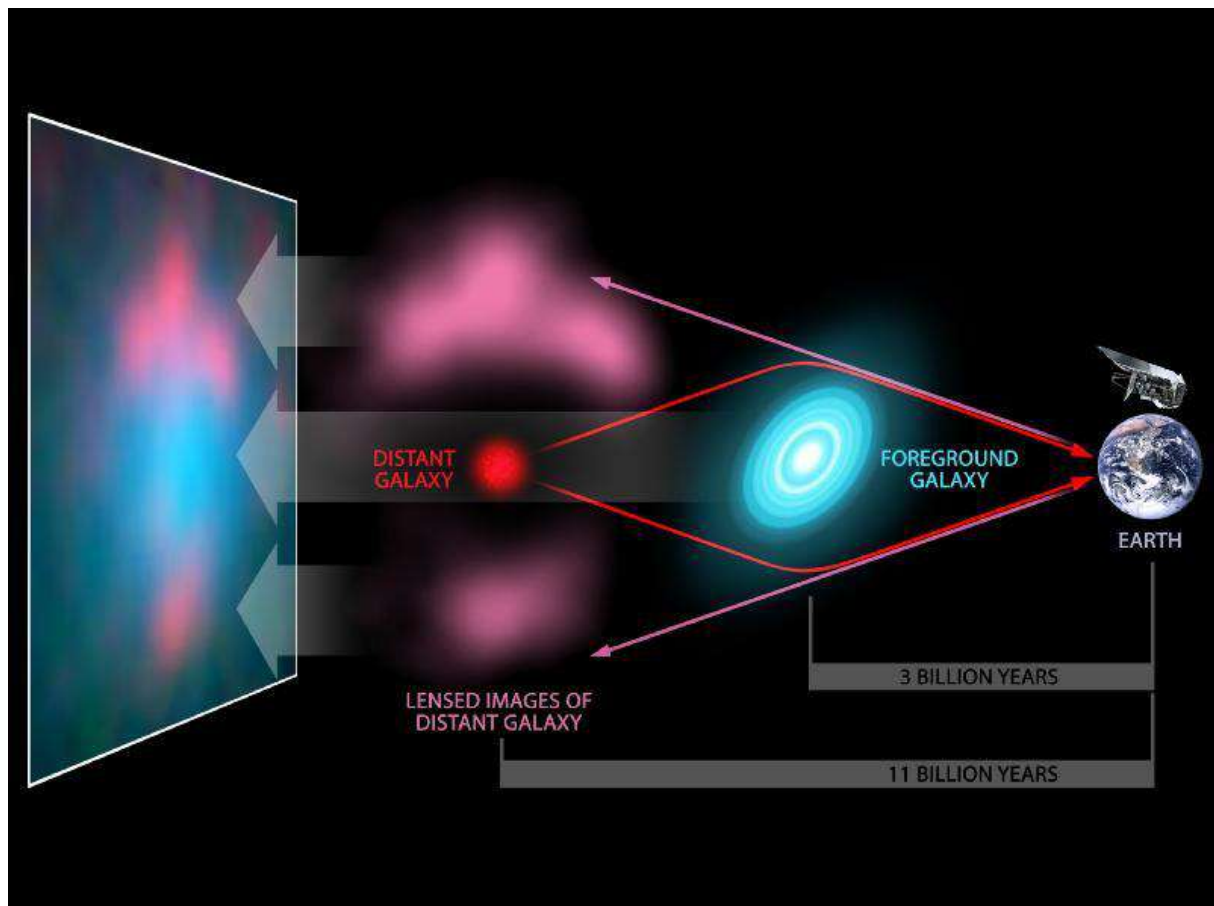


Fig.295 - Le tableau montre le plan de route établi par la NASA pour l'IMES (Interstellar Mach Effect Starship) pour les 25 prochaines années.



## IMES Subsystems and Scale



- Principal Subsystems of 15,000 kg spacecraft:
  - Prime Power
    - Reactor (5MW-thermal, 1.5 MW-electric)
    - Power Generation
    - Power Conditioning
    - Power Thermal Control (radiators)
  - Shields (Transit & Radiator)
  - MEGA Drive Propulsion & Attitude Control
  - Autonomous Guidance, Navigation & Control (GN&C)
  - Comm Subsystem (1.06  $\mu$  1kW Laser telescope)
  - Science & Exploration Payload
    - Secondary Payload (Lander?)



15

Fig.296 - Echelle comparative d'un IMES (Interstellar Mach Effect Starship) avec un lanceur lourd SLS Block II de 111,5 m de long. L'IMES est un vaisseau interstellaire de 44,7 m de long pesant 15 Tonnes, qui comprend 6 systèmes : le système de génération électrique, basé sur un réacteur nucléaire et ses systèmes de conversion électrique et contrôle thermique ; le bouclier protecteur et les radiateurs thermiques ; le système de propulsion basé sur des MEGA Drive (Mach Effect Gravity Assist) et les contrôleurs d'attitude ; le système autonome de navigation et de guidage et ses contrôleurs ; les systèmes de communication dont un télescope laser, les systèmes scientifiques embarqués pour l'exploration de la planète habitable Proxima B. La sonde IMES va être très probablement lancée du sol par une fusée starship de Space-X. Une fois sur orbite la Starship va libérer l'IMES qui va rejoindre la planète Jupiter pour bénéficier de l'effet de fronde gravitationnelle de Jupiter pour gagner en vitesse et quitter le système solaire, en direction du système stellaire Proxima du Centaure. Elle va alors augmenter son accélération et sa vitesse jusqu'à atteindre 120.000 km/s et garder cette vitesse sur la moitié du parcours, puis commencer à décélérer pour se mettre en orbite de Proxima B et larguer son atterrisseur sur Proxima B. IMES va rester en orbite de Proxima B pour servir de relais de transmission entre l'atterrisseur, qui déposera un véhicule équipé d'un laboratoire scientifique, de sondes diverses, de drones d'exploration. Ce véhicule va récolter des données qui seront transmises vers l'IMES qui renverra immédiatement les informations vers la Terre. La Terre ne recevra ces informations que 4,3 ans plus tard, tant la distance qui nous sépare de Proxima B est considérable. A partir du moment où l'IMES quitte le système solaire, tout doit se dérouler en autonomie, avec une fiabilité totale, si on veut que la mission soit une réussite.



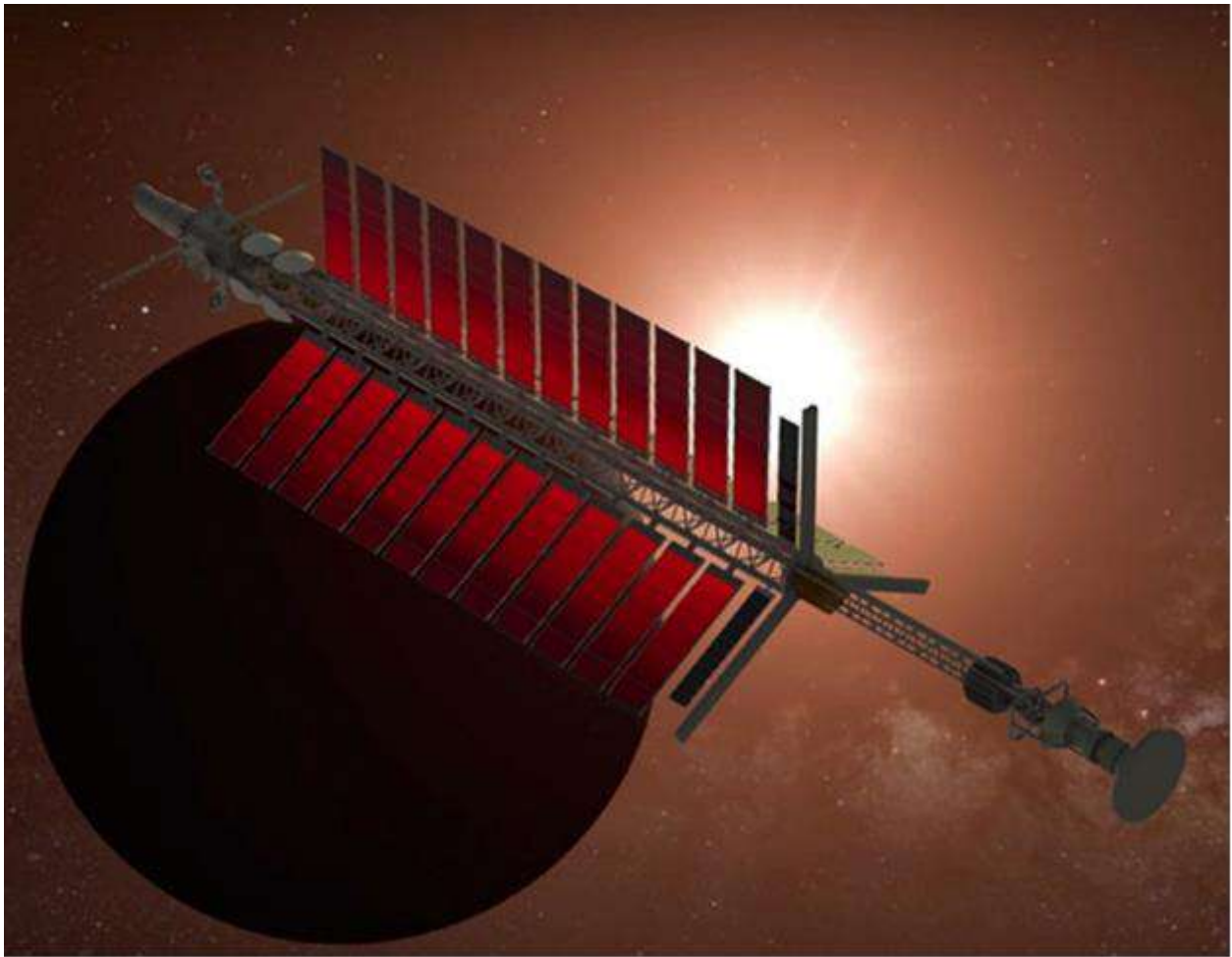


Fig.297 – L'IMES est un vaisseau interstellaire non habité, capable de déposer une charge scientifique sur l'exoplanète habitable Proxima B, mais elle pourrait aller beaucoup plus loin encore et nous ramener des images d'autres planètes habitables situées dans notre Galaxie. Pour aller plus loin, il faudrait envisager d'autres modes de propulsion.

Finalement, qu'est ce qui est vraiment nécessaire pour produire l'effet Mach ? C'est à la fois **l'accélération du Vrac et la pure énergie mécanique engendrée par la disruption de masse (inertie)** qui est à l'origine de la poussée observée.

Ce mode de propulsion très économique est sur la bonne voie. Une des plus grandes tâches de la théorie des cordes est de dégager les grands principes de l'univers connecté – qui n'est pas seulement une description de la gravité quantique à très petite échelle, mais aussi une description des caractéristiques de la gravité à très grande échelle et son interaction avec l'inertie. Mais il reste à développer beaucoup de fondements théoriques : comment les forces de réaction telles que l'énergie et le moment cinétique ou la quantité de mouvement sont effectivement convoyés par les masses distantes de l'univers vers une masse localement accélérée ? Est-ce - via les forces de réaction des radiations émises, convoyés par les allers-retours de flux de moménergie (énergie et moment) – que des champs de force gravitationnelle de l'Univers donnent réalité à l'inertie dans l'univers ? Ou alors faut-il aller vers d'autres explications, comme semble penser l'équipe de White, qui affirme que nous vivons dans une réalité hyperdimensionnelle, à 11 dimensions, où le moment gravitationnel et l'énergie, où la moménergie, se propagent dans des dimensions supérieures et qu'il va falloir les maîtriser aussi ?

### 3/ - Les concepts « inspirés ».

Ce sont des concepts décrits depuis 2004 par des scientifiques qui travaillent pour le Pentagone, et soutenus par le Pentagone dans des Legacy Programs.

#### 3A/ - Le système de propulsion à double hélice « Onion Drive »

Un groupe « d'enthousiastes » composée de Paul E. Potter, du Dr. Hal Puthoff (à l' Institute For Advanced Studies - Austin, Texas), Jeff Savage, Richard Robson, Betty Luca et quelques autres ont entrepris en 2004, d'analyser le vol de toutes les apparitions de HAUC pour en tirer des enseignements scientifiques susceptibles d'éclairer les recherches sur la propulsion avancée. D'après eux, il y a en gros 3 modes de déplacements de HAUC :

- Mode plasma pulsée rotatoire, la plus courante
- Mode pliure de l'espace-temps, comprenez manipulation de la gravité et de l'espace-temps
- Mode harponnage, alias l'Onion Drive.

C'est sur ce dernier que nous allons nous focaliser car c'est le plus étrange. Imaginez deux avions, l'un à hélice, l'autre à réaction. Lequel va le plus vite ? L'avion à réaction, bien sûr.

Sauf dans un seul cas : celui où l'avion à hélice transforme son hélice en une hélice à plasma, et la fait tourner très vite pour transformer le plasma en un vortex que l'avion projette à la vitesse de la lumière devant lui pour le chevaucher : un avion entraîné par une tornade de plasma qu'il a lui-même créée et qui l'aspire sur des milliers de kilomètres.



Fig.298 – *Représentation d'artiste de deux UAP pratiquant le mode de propulsion Onion Drive. Ce concept explique le phénomène par lequel les OVNI sont observés en train de projeter un faisceau d'énergie devant eux et semblent se diriger vers ce faisceau - Ils sont donc attirés plutôt que propulsés par les forces générées par les OVNI. C'est ce qui est apparu dans les images vidéos des OVNI observées et filmées au-dessus du Mexique.*

Imaginez maintenant qu'au lieu d'être une tornade de plasma, c'est une tornade d'énergie noire divisée en petites pulses, que l'avion projette devant lui. Ces pulses vont aspirer l'avion

comme un trou noir, sur la durée qu'il faut pour parcourir l'espace qu'il faut, suivant la dimension de la pulse, avant que la force de succion ne se dilue.

L'avant crache alors une autre charge, qui l'attire sur la même trajectoire, ou une autre trajectoire, suivant la direction de vol voulu par le pilote. Et ainsi de suite jusqu'à la destination finale. Chaque « pulse » dans une direction donnée est une « pelure » d'oignon, d'où le nom « Onion Drive ».

Le théorème de l'Onion drive est né de l'observation d'UAP (alias OVNI) en Europe, à Mexico et au Belize. Les observateurs ne s'expliquaient pas pourquoi certains OVNI crachent devant eux une lueur, parfois sur des centaines ou des milliers de kilomètres, parfois quelques dizaines de kilomètres seulement. Ils ont aussi constaté que ces OVNI chevauchent toujours ce qu'ils ont « crachés » et une fois chevauchés ils vont de plus en plus vite. Ils ne s'expliquaient pas non plus pourquoi les OVNI crachent plus souvent des pulses qui suivent une trajectoire courbe vers le sol, et peu de fois une trajectoire droite vers le ciel, jusqu'à ce que quelqu'un leur explique que vu d'un OVNI, l'atmosphère terrestre est une couche courbe bien mince, et donc lorsqu'un OVNI vole en atmosphère sur une trajectoire qui suit le sol, il est bien obligé de cracher courbe.

La conséquence de cette découverte, c'est que peu importe la forme que prend un OVNI (disque, cigare, globe, etc...) qui pratique l'Onion drive, tous génèrent ce qui semble être « un champ électromagnétique rotatoire qui prend sa source au centre de l'engin, et ce champ semble dissocier les particules atomiques pour créer un déséquilibre des charges, à la fois sur l'engin et sur l'atmosphère qui l'entoure.

En même temps l'engin génère un champ électromagnétique rotatoire qui va de plus en plus vite pour s'étirer et se transformer en un filament de vortex prenant pour origine le centre de l'engin et en général en allant tout droit devant mais qui peut aussi s'incliner et s'étirer dans la direction voulue par le NHI qui le pilote ».

D'après les lois de l'électromagnétisme, une fois que le filament vortex est créé il devient extrêmement stable, car le plasma confiné par ses propres champs électriques est persistant et auto-entretenu.

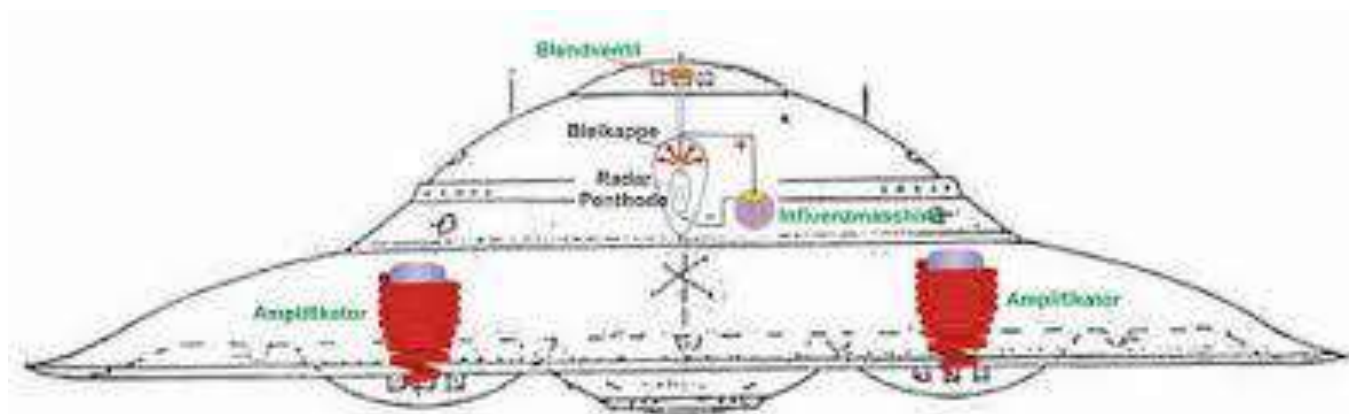


Fig.299 – D'après les partisans de cette théorie, l'OVNI est capable de générer de l'énergie négative (comment ? ils ne le disent pas), puis de convertir cette énergie en un très fort champ magnétique (comment ? ils ne le disent pas) pour le recouvrir.

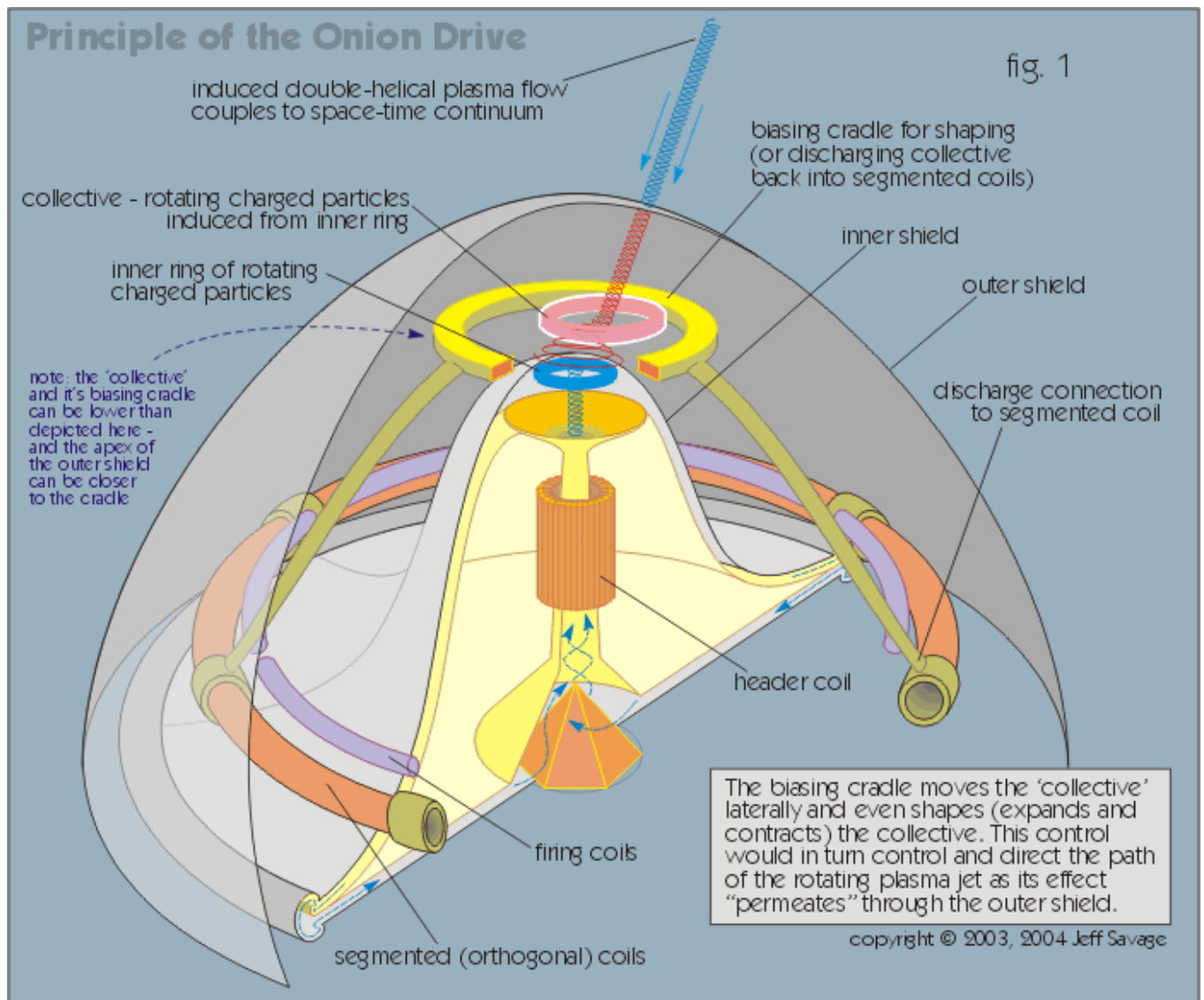


Fig.300 – Vue en coupe d'un OVNI fonctionnant suivant le principe de l'Onion Drive.

Le filament du vortex avec son potentiel de « vide électrique » réagit avec la courbure du dôme présumé métallique de l'engin pour induire une réaction avec l'air environnant, ou l'énergie du point zéro, ou les deux. Le contrôle de l'interaction du vortex avec le milieu ambiant est le secret de l'OVNI pour manipuler la gravité. Le contrôle de la quantité d'énergie noire que l'OVNI envoie devant lui pour l'aspirer vers l'avant fait penser à un trou noir calibré pour n'aspirer que la masse de l'engin, mais un trou noir qui s'éteint au fur et à mesure que l'OVNI s'approche de son horizon. Et c'est à ce moment que l'OVNI envoie un autre filament qui prend le relai du précédent. Et ainsi de suite.

Ceci nous fait dire que le NHI qui pilote l'engin possède un contrôle extrêmement précis et fin du temps, et du dosage des filaments, ce qui lui permet de contrôler impeccablement la trajectoire de l'engin.

L'OVNI ne traversera jamais le trou noir qu'il a placé devant lui pour l'aspirer. En pulsant de manière répétitive devant lui des barres de lumière qui le tirent en retour, l'OVNI se déplace dans n'importe quel élément. Ces barres de lumière sont des filaments intriqués de plasma rotatif électriquement polarisés et luminescents, à très haute charge.



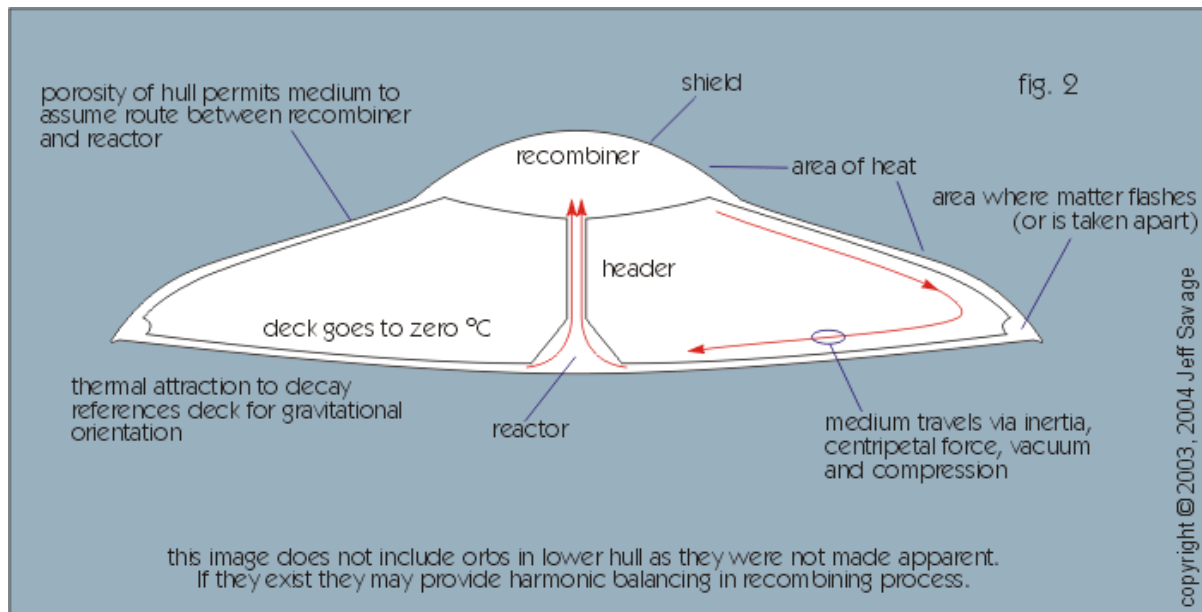


Fig.301 – L'OVNI projette une barre de lumière (pas forcément visible) devant lui et la chevauche. Pour changer de direction, il projette une autre barre dans une autre direction et la monte. C'est le vortex causé par la barre de lumière qui aspire l'OVNI vers l'avant. Et comment les occupants de l'OVNI peuvent -t-il endurer de telles forces de gravité ? Ils doivent créer une contre-force de gravité autour du centre de l'engin. Au-delà de la zone de protection, l'effet de la gravité peut être très handicapante, sinon mortelle. Comment ? ce n'est pas expliqué par les auteurs de cette théorie.

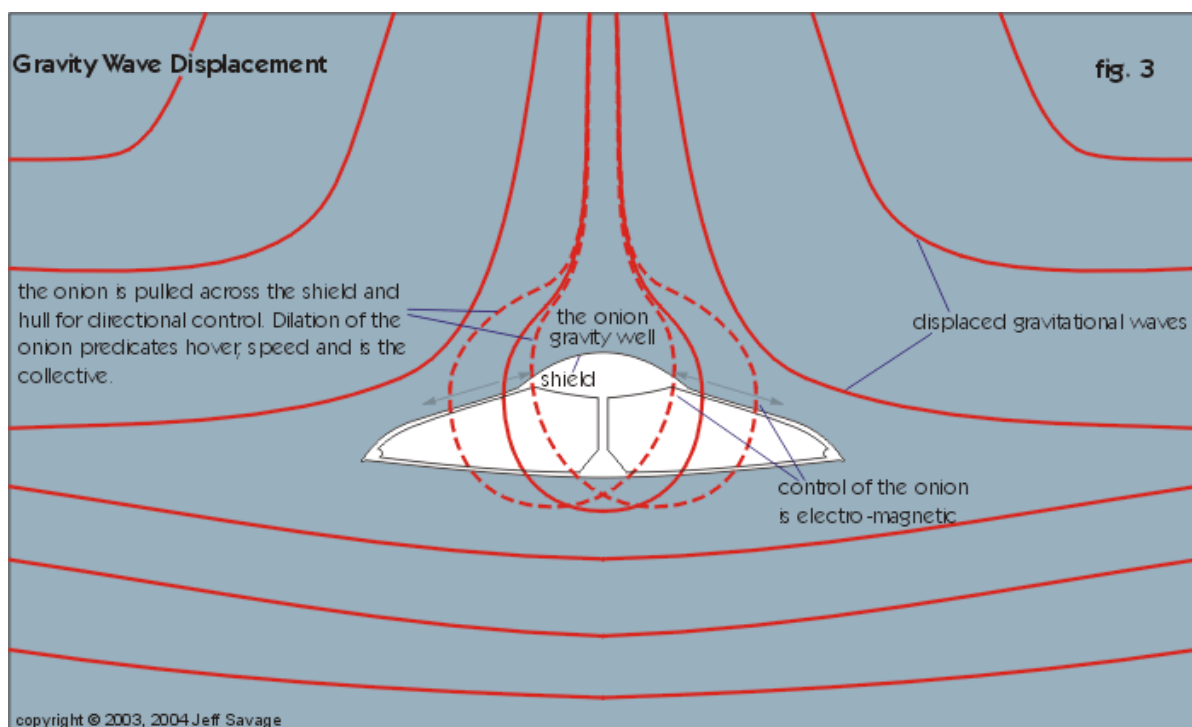


Fig.302 – L'Onion Drive n'est pas un mode de vol anti-gravité, mais un système de propulsion à faisceau projeté qui provoque un déplacement d'ondes de gravité, mais le fait qu'il ait la capacité de projeter ce déplacement à n'importe quelle distance devant lui signifie qu'il a la capacité d'ajuster son degré d'accélération, et qu'il peut ajuster l'alésage de ce canon signifie qu'il peut considérablement ajuster sa vitesse (et son potentiel à faire des choses comme

*manipuler la gravité-espace-temps). Il énergise alternativement l'énergie et stocke en grande quantité de l'énergie électrique dans un champ magnétique, puis renvoie ce grand stock d'énergie dans le centre de l'engin. En écrasant ce champ avec un autre champ qui lui est transversal, il densifie et redirige l'énergie électrique à l'extérieur vers le dessous du centre de l'engin pour transformer cette énergie électrique en une force propulsive de grande puissance et vitesse.*

Ces deux champs magnétiques, alternativement générés et écrasés, s'opposant l'un l'autre, assurent un mouvement continu, l'excitation de l'énergie électrique et, en conséquence, une génération très visible de photons à haute énergie autour d'eux. Dès lors, chaque fois que l'engin énergise ses champs électriques, de la lumière blanche et colorée se diffuse tandis que les électrons changent leur vitesse et leur direction. En résumé, l'Onion Drive génère un champ électromagnétique rotatif qui prend source au centre de l'OVNI. Ce champ est configuré de manière telle à dissocier des particules atomiques qui créent un déséquilibre de charges positives et négatives à l'intérieur de l'OVNI et au milieu externe à l'OVNI. Simultanément avec la création de ce champ électromagnétique, qui maintenant est devenu un champ électrique polarisé confiné à l'intérieur de l'OVNI, le champ électromagnétique tout entier est accéléré jusqu'à créer un vortex projeté comme un jet ou un filament étendu à partir du haut du dôme de l'OVNI. Ce jet peut être orienté au gré de l'OVNI dans toutes les directions. Selon les lois mêmes de l'électromagnétisme, une fois que le filament vortex est généré, il devient extrêmement stable, en raison des champs magnétiques associés à son plasma et de l'effet de pincement dans ces champs (de la même manière que la gaine électriquement chargée rotative d'une tornade devient auto-confinante une fois qu'elle a été établie). Le filament vortex avec son potentiel de « vide électrique » réagit avec la courbure du dôme métallique supérieur de l'engin pour induire une réaction dans l'air environnant correspondant à la forme et à l'angle de projection du filament vortex. Le contrôle de cette réaction du filament vortex avec l'air environnant, ou le champ d'énergie du point zéro du vide, est le secret du contrôle de la manipulation apparente de la gravité par l'OVNI. Ce contrôle revient au même que dans l'exemple du trou noir qui aspire tout ce qui se trouve à portée de son horizon des événements vers son point de singularité. Seulement dans ce cas, dans le cas de l'OVNI, seule une section finie de ce « trou noir » qu'il crée devant lui est traversée avant que ce filament vortex ne soit autorisé à s'éteindre, celui-ci étant alors remplacé par une autre impulsion du filament vortex qui est projetée dans l'air plus loin devant l'OVNI et ainsi de suite.

Les observateurs relatent des cas où l'OVNI envoie à plusieurs reprises une « barre de lumière » sur sa propre trajectoire - ces barres de lumière sont des impulsions de plasma rotatif polarisé électriquement, luminescentes par les charges électriques extrêmement élevées du plasma. Pourquoi seulement par impulsions courtes ? Notre atmosphère est courbée et si l'OVNI doit voyager autour de la courbe terrestre, il doit émettre de courtes impulsions modifiant sa trajectoire au fur et à mesure - sinon il partirait en ligne droite et disparaîtrait dans l'espace. Les barres de lumière ou les faisceaux projetés devant l'engin sont - chevauchés - par l'OVNI sur plusieurs milliers de mètres presque jusqu'à leur extrémité avant qu'un autre faisceau de plasma rotatif ne soit projeté sur une trajectoire légèrement différente plus loin devant lui.

Le concept Onion Drive est trop fantaisiste pour être crédible. Je ne le retiens pas pour expliquer le vol du big HAUC.

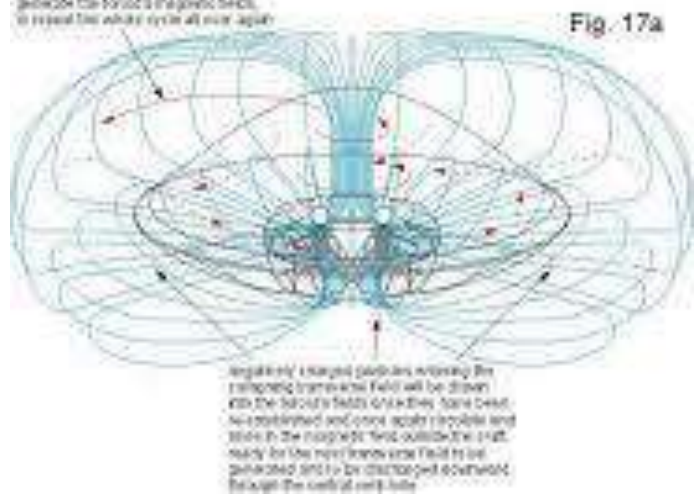
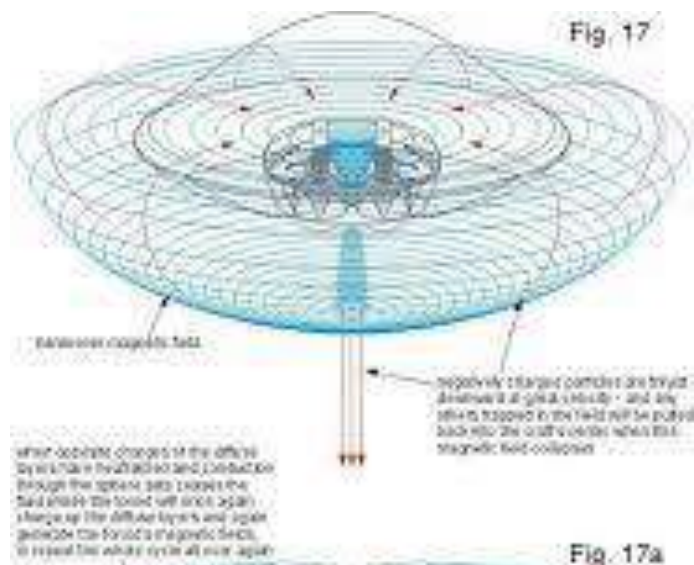
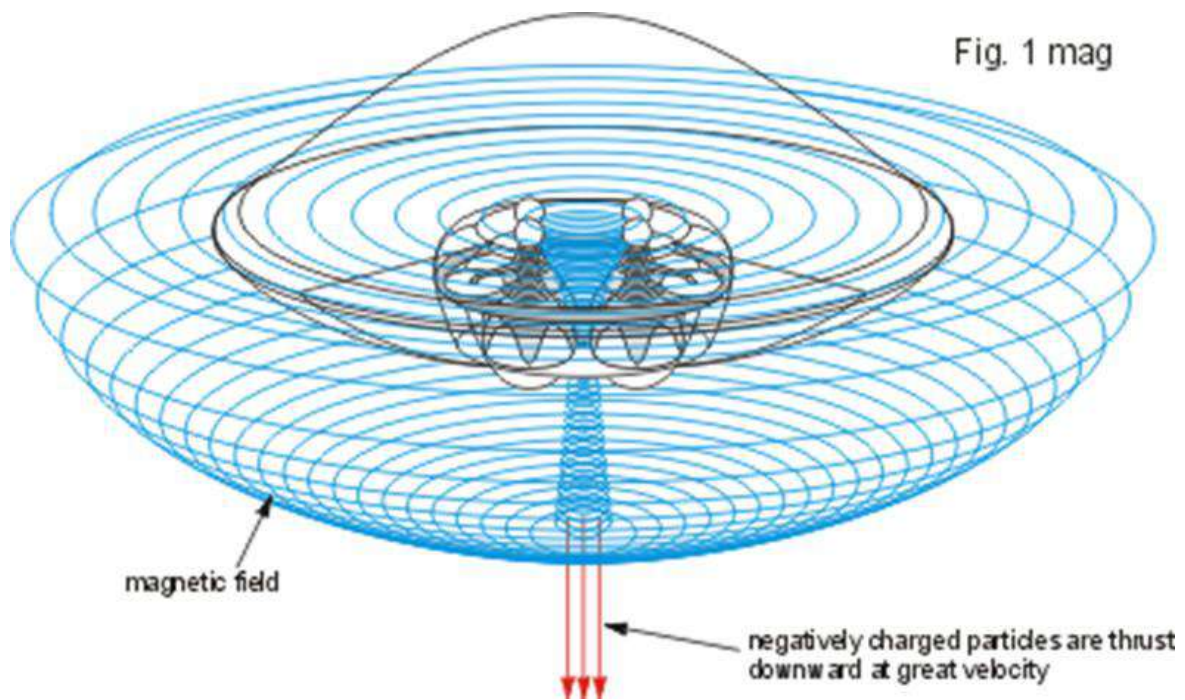




Fig.303 - L'OVNI de la forêt de Rendlesham, une affaire controversée.

### **3B/ - La propulsion par la masse négative**

Il existe un concept de propulsion signalé par ceux qui prétendent avoir accès à l'épave de l'OVNI tombé le 26/12/1980 dans la forêt de Rendlesham, à côté de la base militaire de la Royal Air Force à Woodbridge dans le Suffolk, en Angleterre. A l'époque, Woodridge était utilisé par l'US air Force pour stocker des bombes nucléaires de l'OTAN.

L'épave partiellement détruite a été récupérée par des employés de l'Institut Batelle (Suisse), qui l'ont initialement amenée dans une installation de la British Aerospace Corporation

Lors de l'accident, une partie de la structure a été ouverte, permettant un accès à l'intérieur. L'épave a été démontée et expédiée vers une installation de Lockheed au Nevada. Il semblerait que cet OVNI utilise de la matière négative comme source de propulsion.

La matière négative n'est pas de l'antimatière.

La matière négative est une des solutions pour expliquer l'énergie noire. Le champ gravitationnel d'un objet constitué de matière positive amène tous les autres objets, y compris ceux de matière négative, à se déplacer vers lui.

Le champ gravitationnel d'un objet constitué de matière négative aurait l'effet inverse, ce qui amènerait tous les autres objets constitués à la fois de matière positive (ce que nous voyons et avec lequel nous interagissons) et de matière négative à s'en éloigner.

Cette propriété de gravité inverse est proposée comme étant à l'origine de l'énergie noire, car des amas de matière négative, maintenus ensemble par des charges électriques, repousseraient toute autre matière et conduiraient à l'univers en expansion.



Le système de propulsion est composé de conteneurs sphériques dotés de trois coques intérieures. La coque la plus externe contient des modules octogonaux ionisés qui semblaient flotter dans le vide. La coque centrale est remplie d'un fluide visqueux violet foncé, de texture similaire à celle du mercure.

La coque la plus interne est constituée d'une sphère solide faite d'un matériau très dense. Bien que le but des coques extérieures et intérieures soit resté un mystère, les ingénieurs ont pu vérifier que le fluide visqueux à l'intérieur de la coque centrale présente les propriétés de la matière négative.

Dans leur tentative de reproduire le système de propulsion, les ingénieurs ont imaginé positionner la matière négative selon un motif géométrique à l'intérieur de la structure d'un engin réingénié, et à placer une masse positive devant elle dans la direction du mouvement souhaité.

La matière négative repousserait la masse positive et la masse positive attirerait la matière négative vers elle, ce qui entraînerait une accélération perpétuelle dans la direction du mouvement. Les masses positives devraient être appliquées et retirées rapidement pour contrôler l'engin. L'eau serait utilisée comme masse positive.

Les ingénieurs ont imaginé un récipient magnétique sphérique pour la masse négative ionisée et l'ont enfermée d'une sphère plus grande divisée en sections. L'eau pourrait être pompée à l'intérieur et à l'extérieur des sections extérieures pour créer des changements rapides de masse positive afin de diriger l'engin.

En relativité générale, une masse négative en mouvement provoque la divergence de lignes géodésiques spatio-temporelles parallèles.

L'effet est similaire à celui observé dans un trou de ver.

Avec une accélération suffisamment forte, les lignes géodésiques divergent suffisamment pour permettre à l'engin de traverser un tunnel dans l'espace-temps. Traverser un tel tunnel évite toute traînée de friction et tout échauffement puisqu'il n'y a pas d'air à traverser. Il annule également tout bang sonique.

Cette histoire d'OVNI n'est pas crédible. Je la cite pour mémoire mais je ne la retiens pas pour expliquer le déplacement du big HAUC.



### 3C/ - La déformation de l'espace-temps à bas prix et à basse énergie :

Space Warp Dynamics est une société start-up qui a commencé avec six scientifiques. Leur objectif : trouver le moyen de comprimer la structure de l'espace-temps sans recourir à de l'énergie exotique, et surtout sans recourir à beaucoup d'énergie.

L'idée de base est que la déformation de l'espace-temps est un phénomène naturel et qu'il faut trouver dans la nature des événements qui apportent une preuve d'un déplacement par distorsion de l'espace-temps et ensuite d'étudier ces événements et essayer de déterminer les paramètres qui conduisent à ce phénomène, et enfin de le reproduire artificiellement.

L'équipe pense avoir trouvé des preuves de contraction d'espace-temps local dans des orages tropicaux très violents. Après avoir étudié un grand nombre de rapports de pilotes qui avaient volé à travers des orages, l'équipe a pu mettre en évidence que certains de ces pilotes avaient subi un déplacement linéaire inexplicable dans l'espace terrestre. Le déplacement linéaire causé par la compression de l'espace-temps variait de 160 à 480 km.

L'équipe avait décidé que si ces évaluations et conclusions étaient vraies, elles devraient être reproductibles dans un environnement de laboratoire car tout semble être question de rotation, d'oscillation et de fréquence.

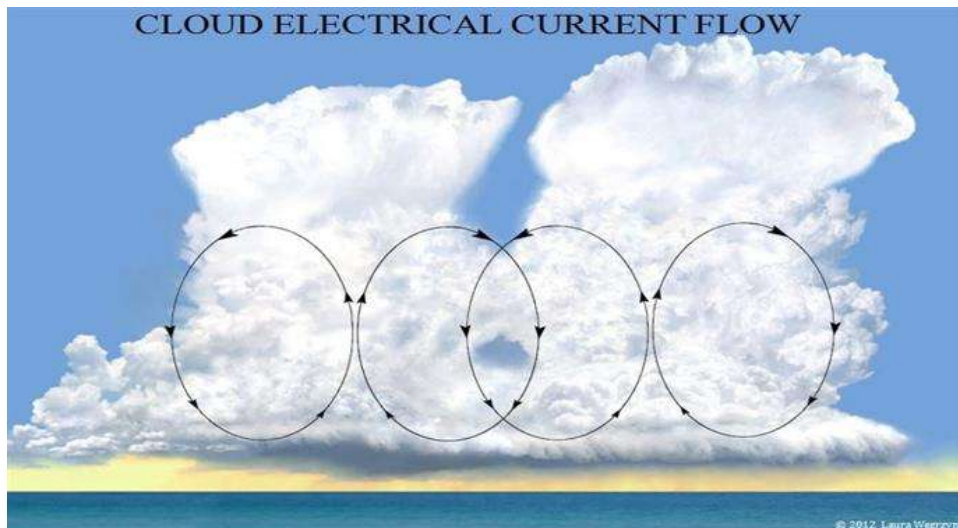


Fig.304 – Lorsqu'un orage se développe, il y a une accumulation de particules de charges électriques opposées dans le nuage. Les charges positives se sont déplacées vers le haut du nuage et les charges négatives vers le bas.

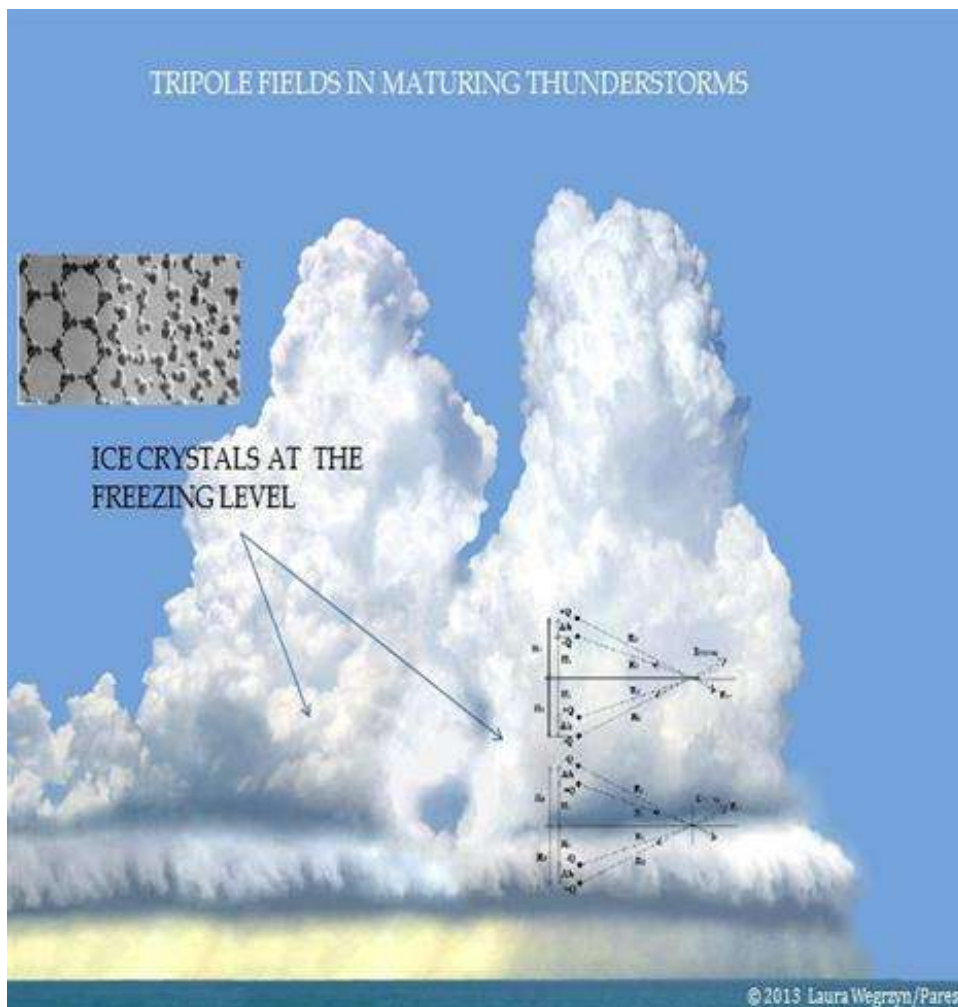


Fig.305 - Les grands orages présentent une structure électrostatique tripolaire qui se compose d'une charge positive sur la structure supérieure du nuage et d'une charge négative principale au niveau moyen et d'une région de charge positive plus faible au niveau inférieur.



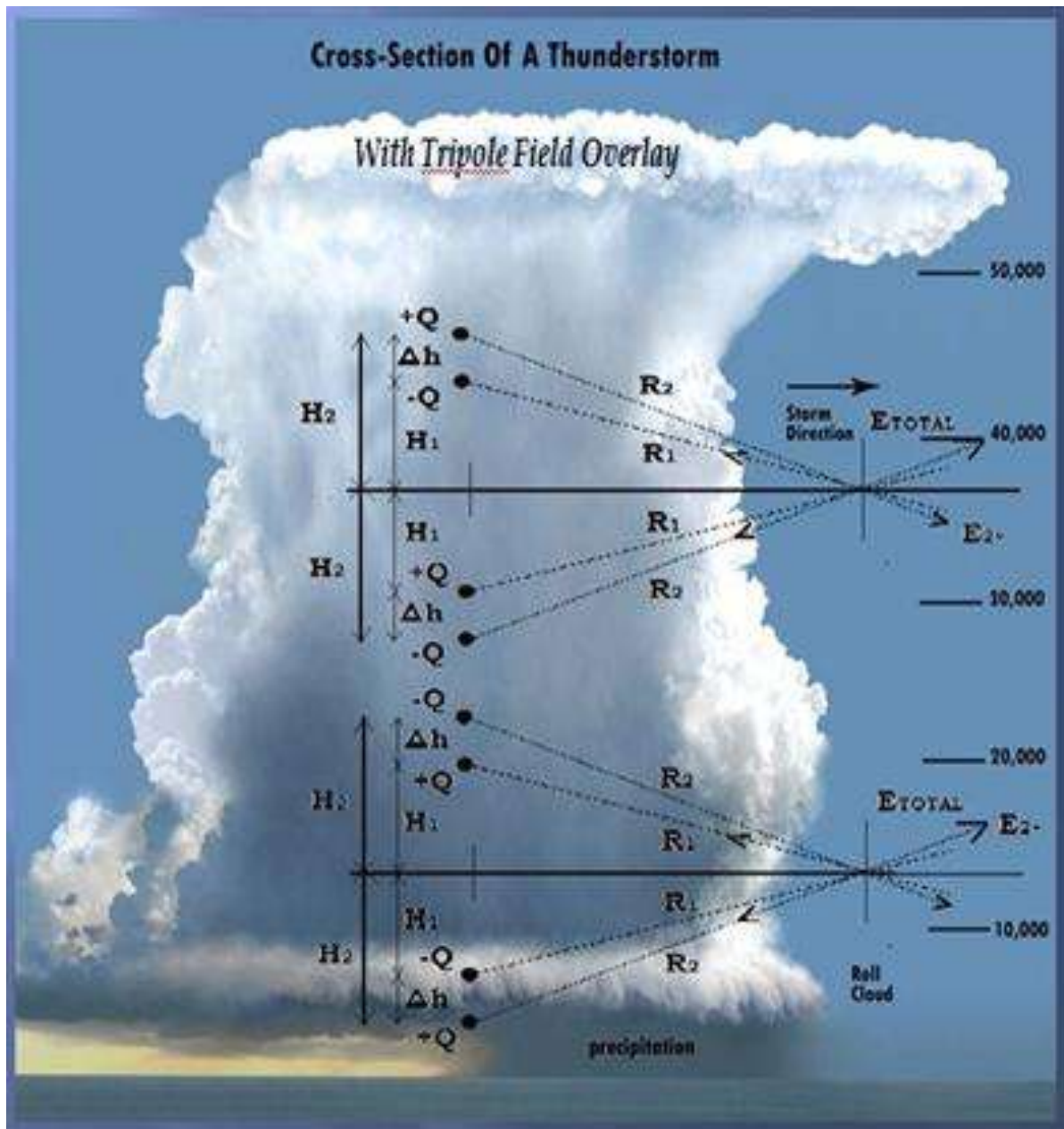


Fig.306 - Les orages de très grande ampleur produisent de grandes quantités d'énergie et d'antimatière. Leur étude avait démontré que les champs électriques générés en interne par un orage étaient capables de comprimer la structure de l'espace-temps, en particulier lorsque deux orages convergeaient, des champs tripolaires superposés pouvaient former les ingrédients nécessaires pour induire une bulle de distorsion spatiale localisée et non durable.

Pour conduire des expériences dans le monde réel, il aurait fallu faire voler un petit avion entre deux grandes tours d'antennes tripolaires pour induire une bulle de distorsion spatiale localisée et non durable. Cela ne permettrait qu'un événement unique, inapte pour des expérimentations en continu.

La quantité d'énergie qui serait nécessaire pourrait atteindre 1015 watts de puissance. Cette quantité d'énergie ne serait pas très pratique. Une autre préoccupation est de savoir comment diriger et contrôler le déplacement linéaire dans une bulle de distorsion spatiale locale non durable.



Après plusieurs mois de recherche et d'évaluation, une conception a émergé et a permis de mettre en place un champ tripolaire de petite taille physique qui peut également maintenir l'intégrité de la fréquence et de la longueur d'onde utilisées.

Les expériences initiales utilisaient des antennes tripolaires fabriquées sur mesure qui résonnaient dans la gamme des 146 MHz. Elles ont été basées sur un modèle réduit des champs électriques présents dans les orages.

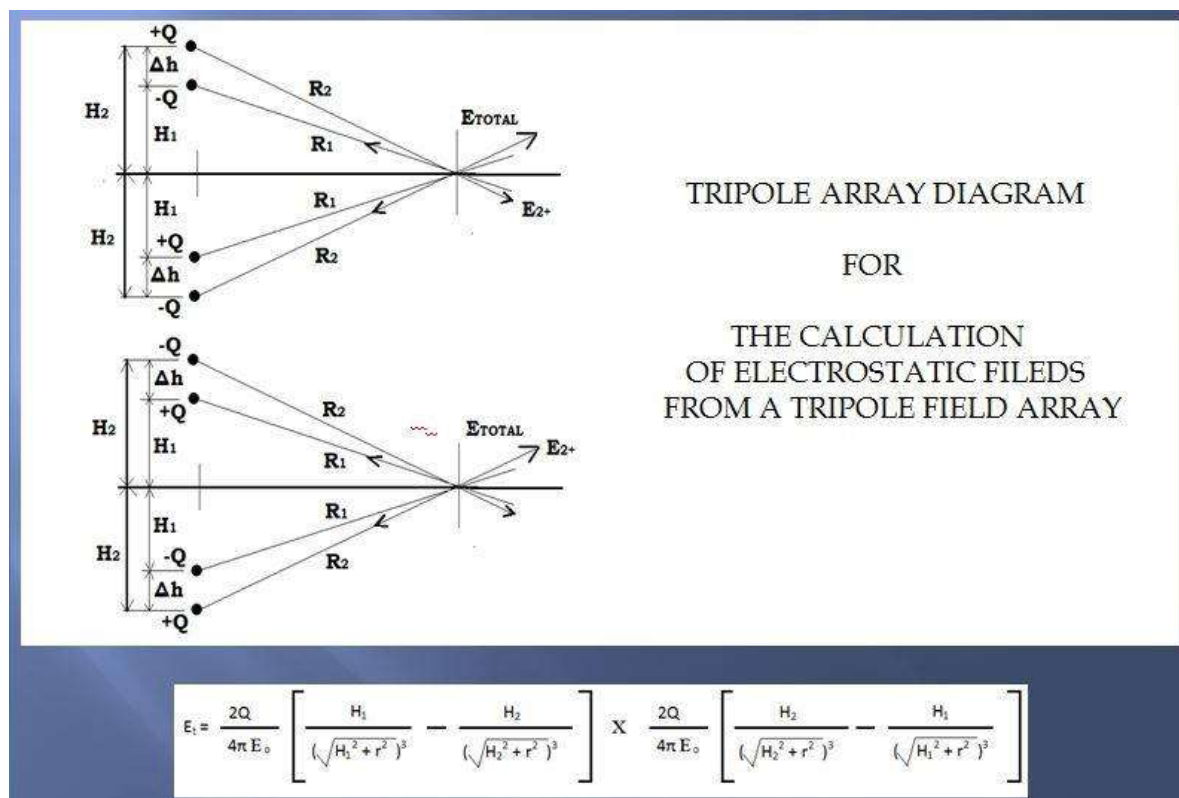
L'utilisation de réseaux tripolaires alimentés par RF a été utilisée pour émuler les champs électriques internes générés par les orages. Les expériences ont abouti à la compression d'un faisceau laser mesurée à l'aide d'un interféromètre modifié, et à l'observation du décalage vers le rouge de la longueur d'onde.

Au fur et à mesure que l'évaluation se poursuivait, des réseaux tripolaires à phase variable ont donné une mesure de compression mesurable de 0,1 mm/s à 100 watts de puissance avec un déplacement total de 1,2 cm dans un laps de temps de 2 minutes. Cette série d'expériences a démontré une capacité à induire artificiellement une bulle de micro déformation spatiale durable qui a comprimé la structure de l'espace.

Le 15 octobre 2012 à 18h05, la première confirmation de l'existence de la micro déformation spatiale a été annoncée. L'expérience utilise le concept selon lequel lorsqu'un faisceau laser est placé dans un champ croisé généré par deux antennes tripolaires, la lumière laser sera comprimée, ce qui sera indiqué par les motifs de franges générés sur l'écran d'affichage à partir de l'interféromètre laser.

Une webcam sera activée lorsque les champs seront actifs et prendra des instantanés des motifs de franges qui seront collectés et analysés. Pour déterminer si un motif de franges a changé, un programme d'analyse fractale sera utilisé ainsi qu'une analyse de la luminosité de l'image de la plaque.

Les données collectées seront soumises à un processus de comparaison pour rechercher des changements de luminosité et de motif de franges. Ces deux techniques seront utilisées pour valider si le motif de franges du faisceau laser s'est effectivement comprimé.



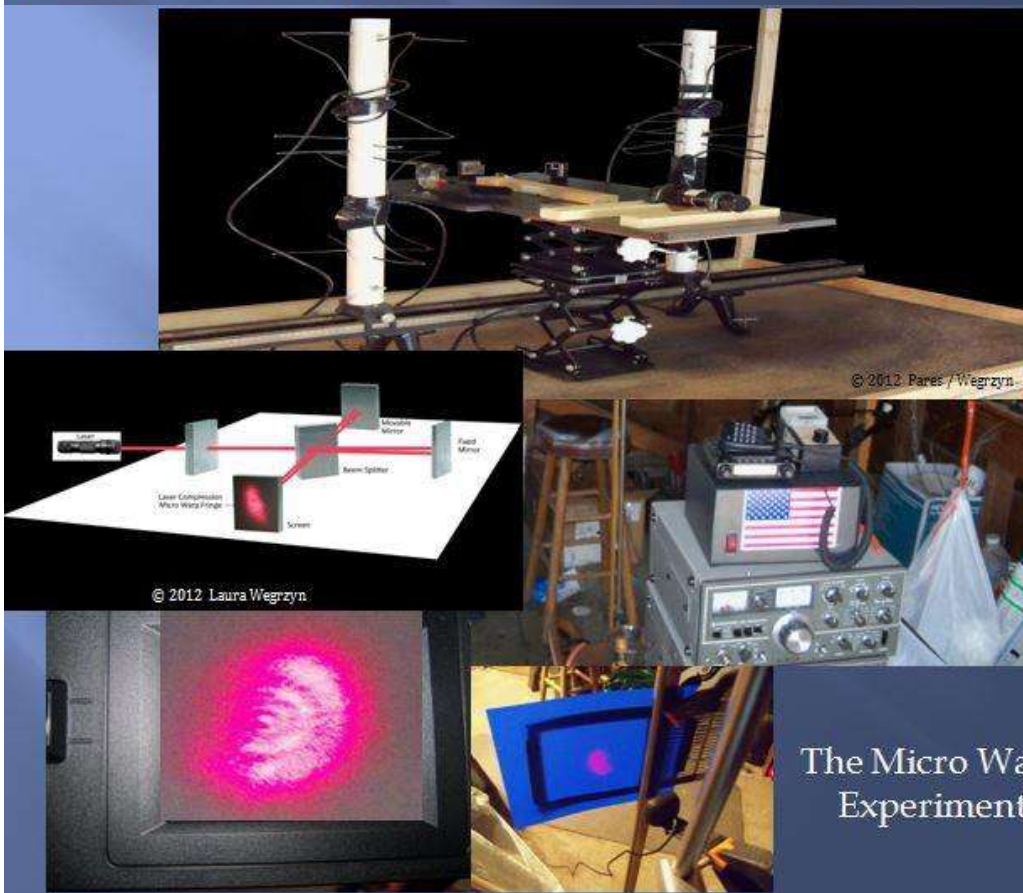
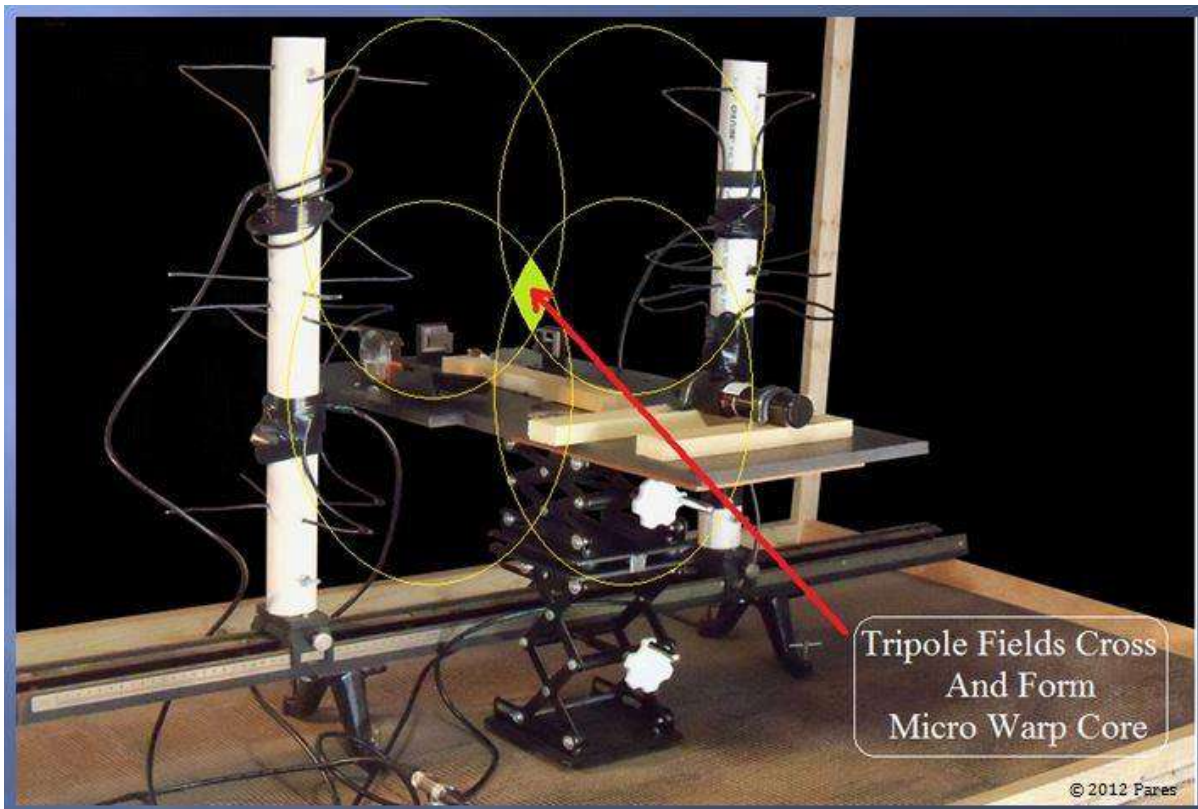


Fig.307 - Les antennes tripolaires reproduisent les schémas électriques internes d'un orage. Les champs croisés qui en résultent représentent le processus qui se forme pendant la phase de maturation de l'orage.

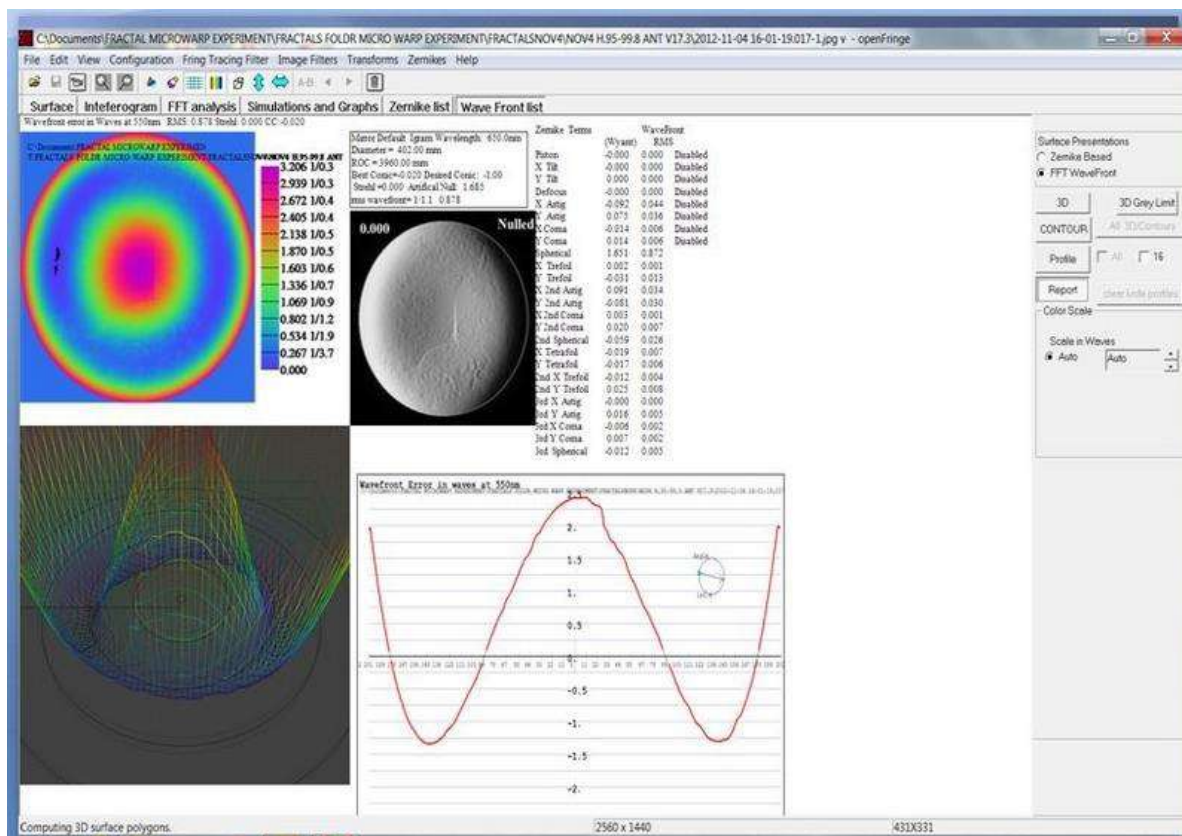


Fig.308 - L'équipement utilisé est très sensible et le résultat du motif de franges peut afficher des changements de l'ordre de 1 sur 3000.

Des tests ont été effectués en utilisant 5, 10, 15, 25, 100, 165 et 800 watts de puissance. Ces niveaux de puissance montrent que la compression artificielle de la structure de l'espace n'a pas besoin d'être créée ou maintenue à partir de sources d'énergies exotiques. Les graphiques de prédictions générés à partir des résultats de tests montrent que des niveaux de puissance de 0 à 100 000 watts peuvent être utilisés pour soulever un engin de type navette dans les airs et dans l'espace.

Space Warm Dynamics estime que le coût du transport de matériel vers et depuis un environnement spatial avec cette technologie pourrait être réalisé pour moins de 20 \$ le kg. Le coût actuel est de 20 000 \$ pour transporter 1 kg dans l'espace.

### Etude d'un cas naturel de translation par compression d'espace-temps

L'événement est survenu le 4/12/1970 en Floride. Ce jour-là ciel était clair, parsemé de cumulus. Une tempête solaire de 84 tâches solaires avait soulevé un vent solaire de 704 km/s qui a créé des perturbations dans la magnétosphère. Le flux d'énergie s'est transféré dans l'atmosphère et a généré dans l'après-midi un violent orage tropical. Un petit avion privé A-36 Bonanza, piloté par Bruce Gernon, était pris dans cette orage et commença à en ressentir les effets.

Si on examine la situation du moment, la propagation du champ de charge des nuages environnants, on s'aperçoit d'une déformation ou compression du champ espace-temps. L'influence totale du champ vectoriel électrique des orages environnants est à  $3,22282 \times 10^{15}$  watts de puissance. Ce type de situation aurait non seulement comprimé l'espace, mais aussi fourni l'énergie électrique nécessaire pour ioniser l'air environnant et créer des conditions connues sous le nom de brouillard électronique.





Fig.309 - Les orages ont provoqué une déformation de la structure de l'espace-temps entourant l'avion et le pilote voit devant lui une ouverture de 1000 pieds de large sur 10 miles de long creusée comme un tunnel dans un nuage. L'avion, à ce moment là à 10.000 pieds d'altitude, s'y engouffre. Le tunnel creusé dans les nuages ressemble à un trou d'aspiration, lisse de part en part et on peut voir le ciel bleu au bout.



Fig.310 - L'avion est en train de passer d'un champ électrique (extérieur au nuage) à un autre (intérieur au nuage), ce qui va générer une distorsion spatiale locale à l'extrémité du tunnel nuageux. Les champs électromagnétiques à haute intensité (HIRF) extérieurs peuvent rendre inopérantes des fonctions de base telles que les moteurs, les instruments électroniques et les commandes de vol. Les recherches indiquent que les systèmes électriques et électroniques qui exécutent des fonctions critiques dans les avions pourraient ne pas être en mesure de résister aux champs électromagnétiques générés par les champs électromagnétiques à haute intensité et devenir inutilisables s'ils n'étaient pas protégés.



L'altitude où Bruce est entré dans le nuage était de 10 000 pieds et à cet endroit, les fréquences des champs à l'intérieur du nuage auraient été entre 400 et 700 MHz. Le tableau de la FAA pour les avions à voilure fixe indique un potentiel de 4 000 V/M. Cela signifie que le champ environnant l'avion était égal ou inférieur à ce potentiel de champ. Cela expliquerait que les instruments électroniques se soient déconnectés mais n'aient pas arrêté le moteur en raison du blindage supplémentaire dans le compartiment moteur. Cela explique également pourquoi la radio fonctionnait toujours en raison de son emplacement dans le tableau de bord. Elle était protégée par les instruments environnants.

Au cours des 8 prochaines secondes, le pilote ressent une sensation de décélération. Il remarque également que les nuages qui forment les parois du tunnel tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Le pilote ressent une sensation de décélération.

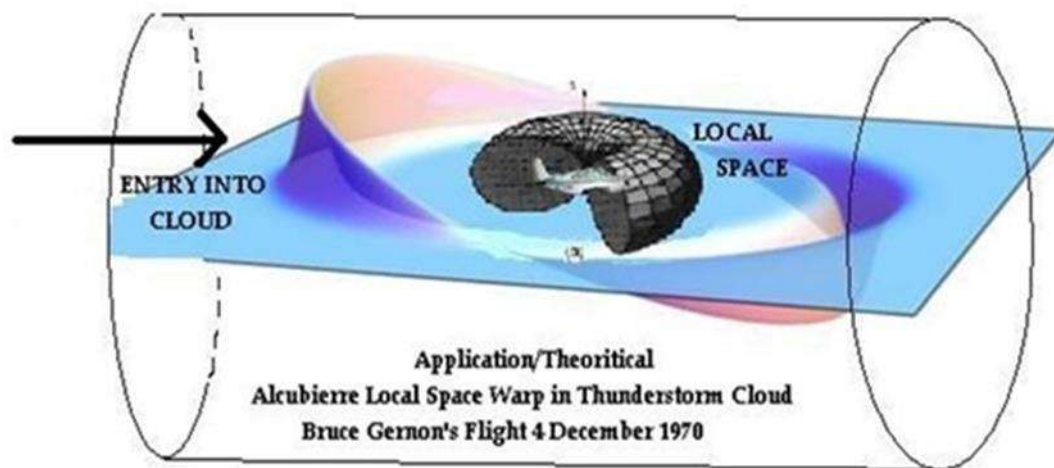


Fig.311 – Le cylindre transparent figure le tunnel nuageux. En entrant dans le nuage, l'avion s'était trouvé dans les conditions décrites par Alcubierre : un champ ionisé entoure l'avion et ce champ repose sur le sommet d'une forme en « haut de forme ». L'espace de devant le « haut de forme » se rétrécit, celui de derrière s'expande, ce qui fait translater l'avion.

Au cours des 6 prochaines secondes, le pilote remarque que le diamètre du tunnel commence à diminuer. Il essaie de maintenir l'avion au centre du tunnel qui se rétrécit. Le champ de distorsion spatiale local est sur le point de se former autour de l'avion au cours des prochaines secondes. Étant donné qu'un avion au centre du volume mobile de la métrique est au repos par rapport à un espace localement plat, il n'y a pas d'augmentation de masse relativiste ni d'effets de dilatation du temps. L'horloge embarquée du Bonanza fonctionne à la même vitesse que l'horloge d'un observateur externe, et cet observateur ne détectera aucune augmentation de la masse du Bonanza en mouvement. De plus, Alcubierre a montré que même lorsque le Bonanza accélère, il se déplace sur une géodésique en chute libre. En d'autres termes, un avion utilisant une géodésique pour accélérer et décélérer est toujours en chute libre, et l'équipage ne subirait aucune force de marée d'accélération. D'énormes forces de marée seraient présentes près des bords du volume d'espace plat en raison de la grande courbure de l'espace à cet endroit, mais par une spécification appropriée de la métrique, elles seraient rendues très faibles dans le volume occupé par l'avion.

Au cours des 4 prochaines secondes, le tunnel s'est maintenant refermé de 40 pieds à 30 pieds, ce qui correspond désormais aux extrémités des ailes de l'A-36 Bonanza. Le pilote s'approche de la fin du tunnel.

Au cours des 3 prochaines minutes, l'avion va sortir du tunnel, le pilote regarde en arrière pour voir le tunnel s'effondrer et éprouve une sensation de légère accélération vers l'avant (hydroplanage) et d'apesanteur. C'est également à ce moment-là que le brouillard électronique entoure et adhère à l'avion. Les instruments électroniques sont tous hors ligne, sauf la radio. La boussole tourne lentement. La visibilité du pilote est maintenant limitée, il

indique que le brouillard semble avoir environ 2 miles d'épaisseur autour de l'avion, sans aucun effet de force de marée due à la déformation spatiale locale. Aucune hauteur de vague inhabituelle n'est remarquée à la surface de l'océan, ni aucune autre perturbation notable dans l'atmosphère. Si quelque chose s'est produit, c'était contenu à proximité de la bulle de déformation spatiale locale. Autres effets notés : l'avion est entré dans le nuage à 10 000 pieds puis en sort à 10 000 pieds au-dessus de Miami Beach. Il semble qu'une bulle de déformation spatiale locale suive la courbure de la Terre et soit influencée par sa masse.

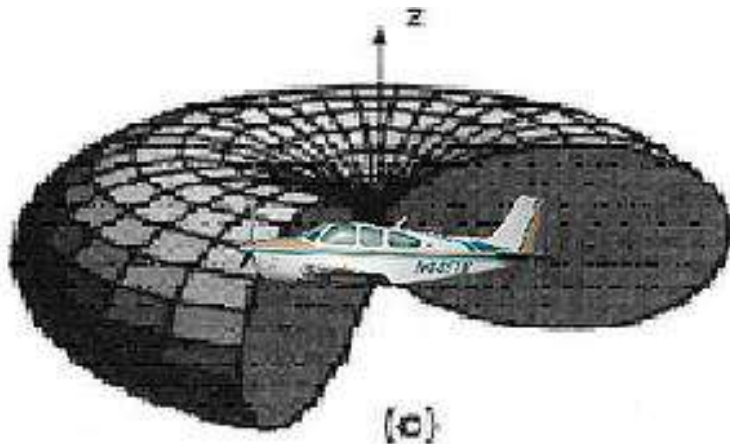


Fig.312 - Champ ionisé entourant les surfaces métalliques de l'avion Beechcraft A-36 Bonanza. Ce qui est encore plus intrigant, c'est que les particules ionisées sont attirées à la fois par les surfaces métalliques et par les émissions de carbone du moteur de l'avion. Peu importe où vous allez à droite, à gauche, en haut ou en bas, le champ ionisé vous suit jusqu'à ce qu'il entoure votre avion. Ainsi, avec la combinaison de l'échappement du moteur et de l'avion en aluminium, un champ ionisé s'enroule autour de l'avion et forme un motif de champ en forme de beignet. Cela fonctionne également pour les avions à ossature métallique recouverts de tissu et les avions en fibre de carbone, car ce matériau est également conducteur.



Fig.313 - Le pilote déclare que tout semble très étrange, surréaliste. La couleur du brouillard électronique est un gris vif avec une pointe de jaune. L'avion n'est pas visible dans les airs jusqu'à ce que le brouillard électronique se dissipe autour de l'avion, ce qui est dû à l'effet Compton.

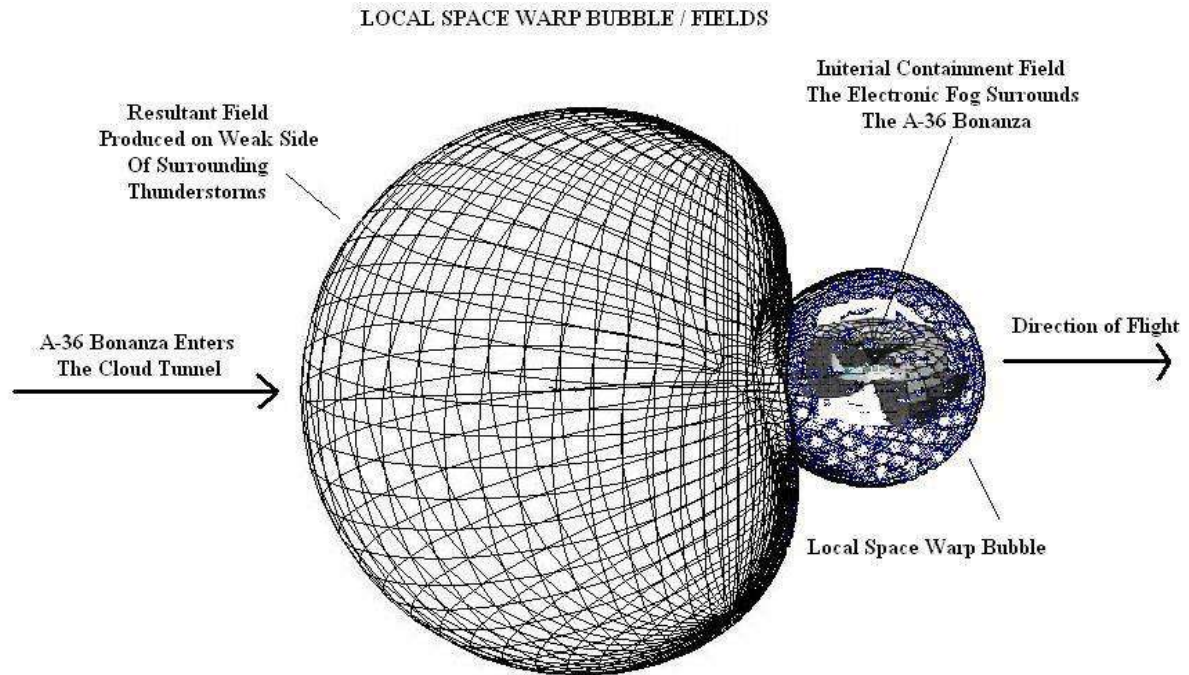


Fig.314 – Le dessin montre à gauche le point d'entrée du Bonanza dans les champs tripolaires du nuage d'orage, qui provoque un champ ionisé « en beignet » autour des surfaces métalliques de l'avion appelé « nuage électronique ». L'effet des champs ionisé et des champs tripolaires déforme la structure de l'espace-temps local autour de l'avion et provoque une translation du Bonanza parce que l'espace s'est « rétréci ». A droite, en sortie des champs tripolaires, le champ ionisé qui recouvre l'avion l'accompagne encore quelques minutes avant de se dissiper.

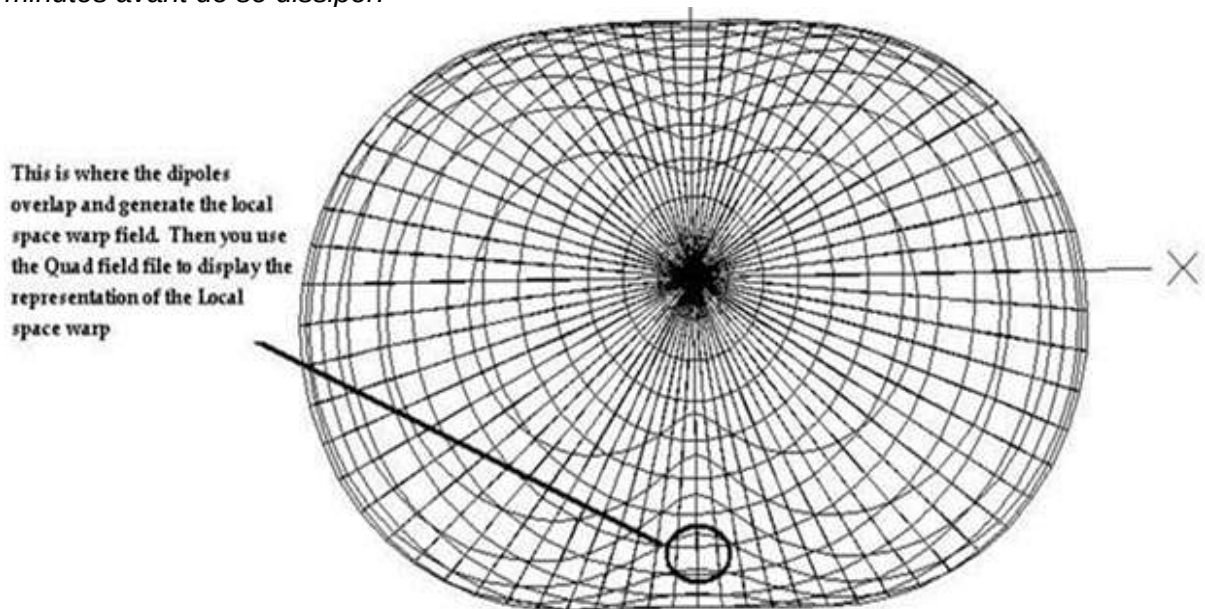


Fig.315 – Cette vue de face montre comment les champs tripolaires à l'intérieur du nuage se recouvrent et distordent la structure de l'espace-temps local.



Les communications radio ne semblent pas perturbées. Le potentiel électrique est de 4000 volts par mètre ou moins et les fréquences varient entre 400 et 700 MHz dans le tunnel nuageux et dans la bulle de distorsion spatiale locale.

Dans le brouillard électronique, pendant 3 minutes, des appels radio sont passés entre le contrôle de Miami et Ben pour connaître la position de l'avion. Plusieurs échanges vont et viennent. Miami dit qu'ils n'ont personne sur le radar à 80 miles à la ronde de Miami mais qu'ils ont un avion au-dessus de Miami Beach. Bruce dit que ce ne peut pas être lui, mais lorsque le brouillard se dissipe, c'est exactement là qu'il se trouve. Remarque : la communication radio est normale, rien d'inhabituel, aucun retard dans la transmission et la réception des communications vocales. La radio est située au milieu de la console qui est en plus protégée par les autres équipements. L'antenne est juste derrière le cockpit. Le moteur a une protection supplémentaire du capot. Tous les systèmes de contrôle de vol sont mécaniques. L'horloge embarquée fonctionne à la même vitesse que l'horloge d'un observateur externe puisque les communications sont synchronisées. Alors que le brouillard électronique se dissipe de l'A-36 Bonanza, Bruce remarque qu'il se trouve directement au-dessus de Miami Beach. A ce moment-là, Bruce obtient l'autorisation du contrôle d'approche et continue vers West Palm Beach. Au cours de cette partie du vol, il contourne les orages locaux dans la région. Bruce atterrit ensuite à 15h47 à l'aéroport de West Palm Beach, où il remarque que les horloges à bord de l'avion et les montres qu'ils portent correspondent à l'heure au sol de l'aéroport. La durée totale du vol entre l'île d'Andros et West Palm Beach n'a été que de 47 minutes. Bruce procède ensuite au ravitaillement de l'avion et remarque qu'il a utilisé neuf gallons de moins que la normale. De plus, il a parcouru 40 miles aériens supplémentaires, soit un total de 250 miles.



Fig.316 – A la sortie du nuage, Bruce Gernon s'aperçoit qu'il n'est pas là où il pensait être.



Ces phénomènes montrent que nous sommes en présence d'un processus en deux étapes :  
1/- la structure de l'espace est comprimée par l'énergie vectorielle du cercle des orages,  
2/- un brouillard électronique s'attache à un avion juste avant la sortie du tunnel formé par les champs et continue d'adhérer après la sortie du champ.

La preuve ? Bruce a disparu du radar mais avait toujours des communications radio et il était capable d'utiliser la radio sans délai apparent entre Miami et l'A-36 Bonanza. L'événement confirmant le déplacement linéaire est le radar, juste au moment où il sort du nuage. Bien qu'il appelle le contrôle de Miami pour essayer de trouver sa position, le radar ne peut pas le voir, il a disparu de la zone des îles Bimini. Après plusieurs appels dans les deux sens du genre "Qu'est-ce que vous voulez dire, vous ne pouvez pas me voir ?", le contrôle radar dit alors "J'ai un avion au sud du terrain", Bruce est déconcerté, et répond : « ce ne peut pas être moi, je suis à plus de 80 miles de Miami ».

Alors que le brouillard commençait à se dissiper de l'avion, il était là, au-dessus de Miami Beach.

Ce qui s'est passé, c'est que le contrôle radar de Miami l'avait perdu au premier balayage de 15 secondes de l'antenne radar alors qu'il sortait du nuage, puis l'a repéré au balayage suivant du radar qui l'a ensuite repéré au-dessus de Miami Beach. La rotation de l'antenne radar est d'environ 4 RPM (tour par minute). Cela donne un laps de temps aller-retour d'environ 15 secondes par rotation complète. L'ensemble du déplacement de près de 100 miles de l'avion de Bruce n'a pris que quelques secondes.

Le transit a commencé près de l'île de Bimini et s'est terminé au-dessus de Miami Beach.

La différence de temps et le déplacement linéaire de Bruce dans le vol global sont obtenus dans les 1 à 2 dernières secondes des 20 secondes dans le tunnel de nuages.

Il aurait fallu qu'il parcourt une distance de 160 km en une seconde à plus de 587 000 km/h, ce qui aurait désintégré l'avion.

Si l'on considère cette distance de 250 miles parcourue en 47 minutes par l'avion de Bruce, on peut la parcourir à une vitesse de 319,14 MPH. Mais d'après les spécifications de l'avion A-36 Bonanza, la résistance structurelle maximale est limitée à 190 MPH.

Prenons aussi l'hypothèse d'un vent arrière. Il aurait fallu un vent arrière constant de 139 MPH couplé à la vitesse de croisière de 180 MPH de l'A-36 Bonanza, mais l'avion n'aurait pas pu le faire. Est-ce même possible du décollage à l'atterrissage ? Même pas.

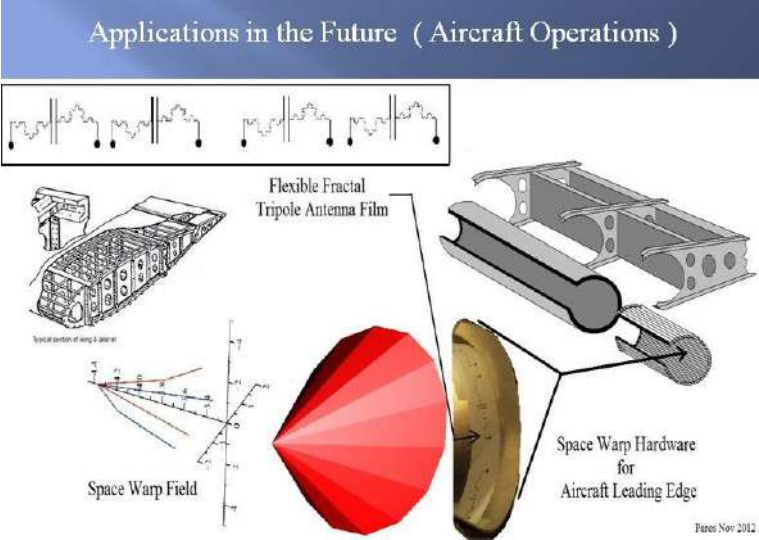
Dans cette hypothèse, il faudrait qu'il existe un jet-stream de basse altitude au Sud à 3000 pieds, soit 139 MPH, et lorsque Bruce sortirait du cercle d'orages près de l'île Bimini, un jet stream de basse altitude à l'Est à 10 000 pieds, soit 139 MPH aussi. Ces vitesses et directions de vent sont inhabituelles, même à 35 000 ou 40 000 pieds au-dessus du continent nord-américain. La présence de ces vents à basse altitude serait une formidable découverte météorologique. Ce n'est pas ce qui s'est passé dans le cas de Bruce.

Bruce a dit en sortant du tunnel qu'il a eu une légère sensation d'accélération et finalement une sensation d'apesanteur pendant plusieurs secondes. Un autre point important est qu'il entre dans le tunnel de nuages à 10 000 pieds et lorsqu'il apparaît au-dessus de Miami Beach, il est également à 10 000 pieds. S'il s'agit d'un exemple réel d'une métrique de déformation spatiale locale, elle a suivi la courbure de la Terre. La métrique de déformation semble être influencée par la masse. Si nous pouvions induire artificiellement cette situation, on pourrait parcourir de vastes distances sur terre en quelques secondes seulement et maintenir des niveaux de vol pour la séparation du trafic commercial.

Le cas de Bruce est le premier cas réel documenté d'une déformation naturelle de la structure de l'espace et d'un champ de confinement ionisé externe autour d'un avion produit par un orage électrique. Cela peut également expliquer pourquoi Bruce pouvait être vu sur le radar mais pas physiquement dans le ciel jusqu'à ce que le champ de confinement se dissipe autour de l'avion de Bruce alors qu'il s'approchait de la terre.

L'invisibilité était dû à l'effet Compton d'un indice de réfraction négatif où le bord extérieur du champ de confinement génère une forme d'onde transversale qui provoque une interférence destructrice avec la lumière. Le résultat final est que vous ne pouvez pas voir l'avion dans le ciel. Puis, pop, ils l'ont sur le radar et après que le champ de confinement se soit dissipé, ils peuvent le voir au-dessus de Miami Beach.

En résumé, il existerait une possibilité d'un déplacement linéaire si on se trouve dans un trou formé entre deux orages à croissance rapide. Les orages typiques ont à travers la structure nuageuse des valeurs de champ de potentiel électrique de 100 000 à 200 000 volts par mètre. Les orages électriques géants ont atteint ou dépassé 400 000 volts par mètre et un courant de plus de 200 000 ampères. Cela produirait une puissance totale de sortie par nuage à (65 000 pieds d'altitude ou 19 810 m) supérieure à  $1,5848 \times 10^{12}$  kW. En comparaison, une petite bombe atomique de 13,5 kilotonnes produit environ  $2,2 \times 10^7$  kW. Ces orages auraient traversé la stratosphère, augmentant ainsi leur force. Cela aurait créé un puissant conduit d'énergie entre la magnétosphère, la thermosphère, l'ionosphère et le sol.



Space Warm Dynamics dénonce les physiciens théoriciens qui croient que la déformation spatiale ne peut se produire qu'en utilisant des niveaux incroyablement élevés d'énergie exotique et annonce que leur start-up possède la technologie pour provoquer des déformations spatiales en utilisant moins de 100 watts de puissance.



Fig.317 – La comparaison des performances de la sonde Dawn de la NASA avec le Bluebird II de Space Warp Dynamics (37 M mph) montre que la Start-Up n'est pas crédible du tout.

### 3D/ - Les technologies disruptives de Salvatore Cezar Pais



Fig.318 - Le Dr. Pais travaille en ce moment (février 2025) pour l'United States Space Force, la branche des Forces Armées des Etats-Unis responsable de la conduite d'opérations militaires dans l'espace, créée en 2020 par Donald Trump.

Pais est un chercheur inconnu, très discret, qui n'a accordé aucune interview à aucun journaliste car plusieurs journalistes l'ont qualifié « d'excentrique non-scientifique et désinformateur » du Pentagone.

Une interview a pourtant été accordée à Curt Jaimungal, un Docteur en Physique spécialiste de la Théorie du Tout, qui l'a longuement « cuisiné » dans un interview publié sur YouTube. Le Dr. Pais a tout de suite tracé les limites de son interview en annonçant qu'il est un patriote endurci et ne pourra aborder que les aspects autorisés. Il a déclaré que « l'intuition » qui lui a permis d'écrire ses brevets pour l'US Navy venait tout simplement d'un examen attentif des équations de Maxwell et d'Einstein, mais trifouillées dans tous les sens. L'origine de ses idées hors normes provient de choses classiques.

Salvatore Cezar Pais était un chercheur du Naval Air Warfare Center, Aircraft Division, de l'US Navy. Ce Docteur en Aerospace Engineering du Case Western University a écrit 5 brevets décoiffants qui constitueraient des avancées incroyables en physique s'ils pouvaient être réalisés.

- Le moins « extrême » est un brevet pour un supraconducteur à température ambiante induite par la piézoélectricité (RTSC) qui a déclenché pas mal de controverses parce que ce n'est pas du tout dans la voie suivie par la recherche de pointe des labos du monde entier. Le RSTC induit par la piézoélectricité est capable de stocker d'énormes quantités d'énergie électrique produite par un réacteur à fusion nucléaire. Le supraconducteur permettrait également à d'autres plates-formes mobiles de fonctionner pendant de longues périodes au cas où le réacteur de fusion nucléaire serait hors service.

Les autres brevets portent sur :

- le "Générateur d'Ondes Gravitationnelles à Haute Fréquence" (HFGWG = High Frequency Gravitational Wave Generator).

- Le générateur de champ électromagnétique à haute énergie (HEEMFG).
- un dispositif de compression de plasma pour la réalisation d'un réacteur compact de fusion nucléaire. Je suis sceptique sur ce que Pais a écrit sur ce brevet car il manque trop de choses essentielles. Pour moi, le réacteur compact à fusion nucléaire le plus crédible est celui en développement chez Lockheed-Martin. C'est le seul qui pourrait apporter une solution aux problèmes épineux de l'instabilité des plasmas et surtout aux cornes qui génèrent des fuites dans ce type de réacteurs.
- Le brevet le plus surprenant, obtenu en 2018, concerne un dispositif réduisant la masse inertielle d'un engin. Cet engin serait un « vaisseau hybride qui peut se déplacer avec la même précision dans l'espace, dans les airs, et dans l'eau, sans signature thermique ». En quelque sorte, un analogue du Tic-Tac juste avant sa révélation. Le générateur d'ondes gravitationnelles pourrait être utilisé pour une propulsion sans propulsif en réduisant l'inertie d'un engin se déplaçant dans l'air, l'eau et l'espace.

Le mystère entourant ces brevets ne cesse de grandir à une époque où la Navy et le département d'État ont étonnamment renversé leur politique vieille de plusieurs décennies consistant à ne pas reconnaître la réalité des OVNI. Notons que c'est l'US Navy qui a révélé le Tic-Tac, alors que l'US Air Force a toujours été une grande muette.

Le Naval Aviation Enterprise (un organisme du Pentagone) est intervenu deux fois pour soutenir le Dr. Pais lorsqu'un second examinateur du Bureau des Brevets américains a de nouveau rejeté « le supraconducteur à la température ambiante » avec comme argument qu'il est scientifiquement irréalisable. La lettre du Dr. Sheehy, qui représente l'US Navy, a expliqué au Bureau des Brevets pourquoi le supraconducteur "peut être utilisé et activé via la physique décrite dans la demande de brevet" mais il n'a fourni aucun démonstrateur ni aucune littérature précise dessus.

Deux autres personnes, Tingley et Rogoway ont largement couvert les brevets qui avaient été accordés antérieurement au Dr. Pais et la controverse entourant les interventions extraordinaires de la Navy à l'appui de ses inventions, que les scientifiques en général considèrent comme extravagantes, ne cessent de déclencher des polémiques sur Internet.. Tingley et Rogoway spéculent sur les explications possibles de la raison pour laquelle la Navy l'a fait : l'US Navy aurait construit un engin basé sur une science qui reste étrangère à la communauté scientifique au sens large. Est-ce qu'ils ne l'auraient pas déjà construit il y a des années, et seraient maintenant en train de lentement lever le voile là-dessus ? Est-ce qu'ils essaient maladroitement d'imiter ce que leurs pilotes voient en opérations, mais ne peuvent pas encore totalement expliquer ? Pais a-t-il travaillé pour un Legacy Program et a-t-il reçu l'ordre de décrire dans un brevet ce qu'il a appris sur le terrain ?

En tout cas, après avoir écouté son interview, je trouve que contrairement à ce qui a été dit, c'est un vrai scientifique et que ce qu'il raconte est une nouvelle perspective de la vieille physique. Je me suis inspiré de ses travaux, et d'autres travaux du même genre, ainsi que ceux des Docteurs Alcubierre/Harold White, pour décrire la technologie des HAUC car l'ensemble de leur vision « colle » aux observations relevées par des milliers de gens.

### **3E/ Les voyages supraluminiques par la distorsion de l'espace-temps local, enveloppés dans un espace-temps propre, et éventuellement en passant par l'hyperespace pour contourner les effets relativistes.**

Ces modes de voyages sont financés par la NASA et la DARPA parce qu'ils sont très disrupteurs et offrent l'espoir de faire des déplacements à des vitesses largement supérieures



à celle de la lumière en respectant les théories de la Relativité Générale, tout en cherchant à éliminer les contraintes énoncées par la Relativité Restreinte en les contournant par la Théorie quantique des champs, notamment la résonance des champs électromagnétiques et gravitiques. Dans ce cadre elle s'appuie sur la Théorie des branes, la Théorie des cordes, la Théorie du Tout.

La Théorie de base est d'Alcubierre-White. Elle est affinée et améliorée par divers groupes de chercheurs, dont R. Obousy de l'université Baylor.

D'après le Dr Harold White, Directeur du Laboratoire Eagle Works de la NASA et Directeur du Limitless Space Institute, il y a 2 concepts physiques pertinents pour voyager à des vitesses supérieures à la vitesse de la lumière.

- Utiliser les trous de ver prophétisés par la Théorie de la Relativité,
- Utiliser la propulsion supraluminique par inflation/déflation de l'espace-temps, d'après la Métrique d'Alcubierre, révisée par White lui-même, et aussi par de nombreux autres chercheurs qui ont trouvé des astuces pour abaisser considérablement l'énergie requise.

**Le voyage par les trous de ver :** Pour voyager à travers un trou de ver, les théories du Dr. James Woodward prédisent que si nous injectons de l'énergie négative au niveau du gosier d'un trou de ver, cela permet de reformater le trou de ver et d'ouvrir un passage à un engin spatial pour le traverser.

Il semblerait qu'il est également possible, à partir de la création d'un microscopique trou noir avec un puissant accélérateur de particule par exemple, de lui injecter de l'énergie négative pour le maintenir grand ouvert et le transformer en trou de ver. Les mathématiques ont été intensivement étudiées dans ce modèle de voyage par distorsion théoriquement démontrée possible, qui ne nécessite pas un dépassement de la vitesse de la lumière, et donc pas d'effet relativiste.

A la limite, le trou de ver est une sorte de « porte des étoiles » qu'il suffit d'ouvrir et d'enjamber pour se trouver à des milliers d'années lumières d'ici.

Cependant les calculs montrent qu'il requiert une quantité colossale d'énergie, l'équivalent en masse d'une étoile à neutrons, et un champ magnétique énorme de  $10^{13}$  Tesla pour créer un tunnel suffisamment large pour le passage d'un engin spatial.

Le voyage ne peut être que de point à point, et il faut prendre en compte l'ouverture de l'autre trou de ver, celui de la sortie. Reste un autre problème : la stabilité du tunnel de ver, et le risque que le tunnel s'effondre durant le transit à cause d'événements externes non prévisibles. Pour l'instant la théorie est encore incomplète.

En attendant, les chercheurs du Max Planck Institute ont récemment révélé l'existence probable d'un réseau de tunnels interstellaires, des canaux de plasma chaud et de faible densité reliant notre système solaire à des étoiles dans des constellations voisines.

Ces travaux, basés sur les observations du télescope X eRosita, publiées dans la revue Astronomy & Astrophysics, offrent une nouvelle perspective sur la structure dynamique du milieu interstellaire.

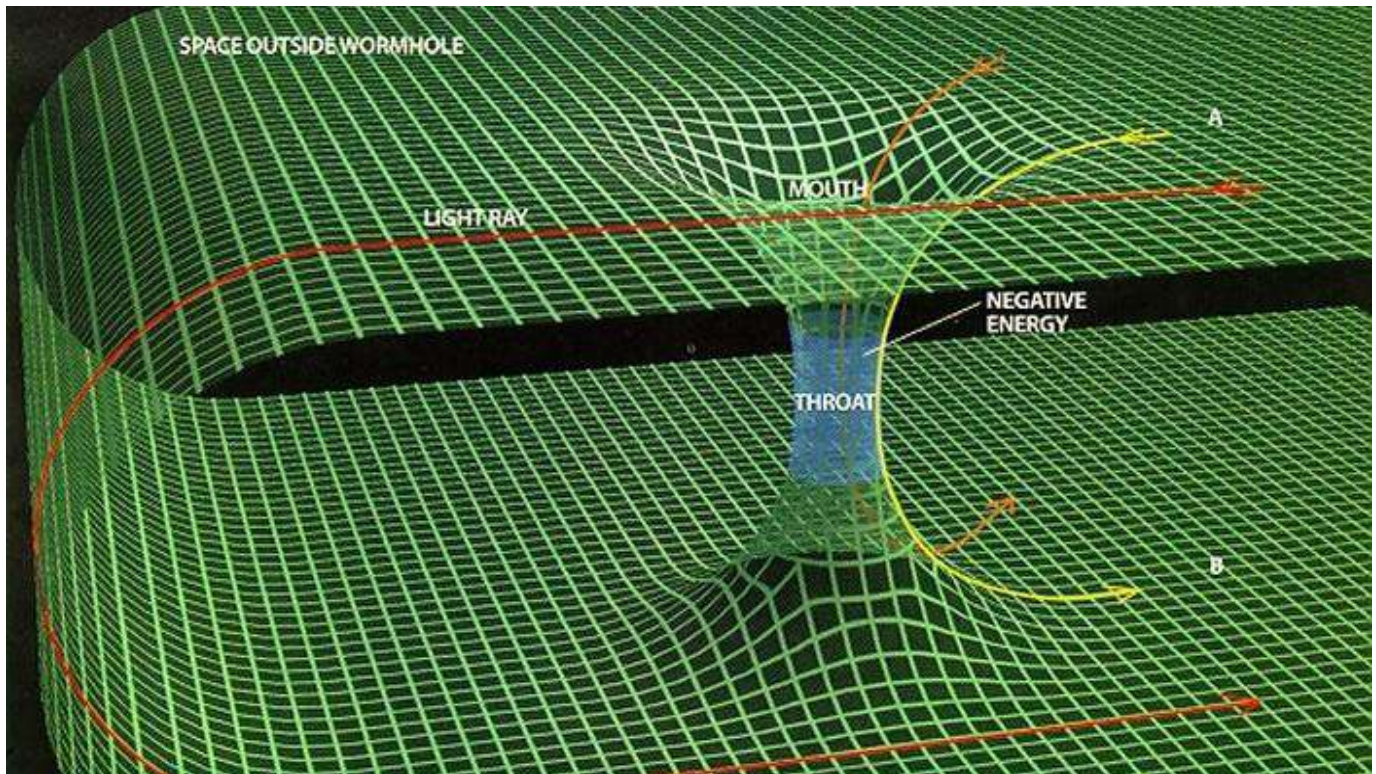


Fig.319 - D'après le Dr J. Woodward, l'injection d'énergie négative au niveau du gosier (throat) permet de reformater le mini trou noir et d'ouvrir un passage à un engin spatial pour traverser un trou noir comme pour un trou de ver. Le trou de ver permet de connecter deux régions de l'espace-temps à travers un tunnel qui peut acheminer de la masse et de l'information.

Notre système solaire évolue dans une région appelée bulle locale chaude, cavité de 300 années-lumière. Elle a été formée par une série d'explosions stellaires massives, ou supernovas, qui ont libéré des quantités d'énergie gigantesques, chauffant les gaz environnants et créant un espace de faible densité.

Ce phénomène a sculpté un environnement où le plasma chaud domine.

Les récentes analyses menées avec le télescope à rayon X, eRosita, lancé dans le cadre de la mission Spectrum-Roentgen-Gamma, ont permis de cartographier cette région.

Ces données, enrichies par des observations plus anciennes du télescope ROSAT, ont mis en évidence des gradients de température ainsi que des cavités connectées par des tunnels.

Les chercheurs ont découvert des tunnels interstellaires reliant la bulle locale à des régions distantes, notamment les constellations du Centaure et de Canis Major.

Ces corridors, formés par l'interaction entre les vents stellaires et les gaz environnants, pourraient constituer une sorte de réseau galactique, reliant différentes zones de l'espace. Ces structures complexes sont influencées par des forces gravitationnelles et des champs magnétiques qui participent à leur dynamique.



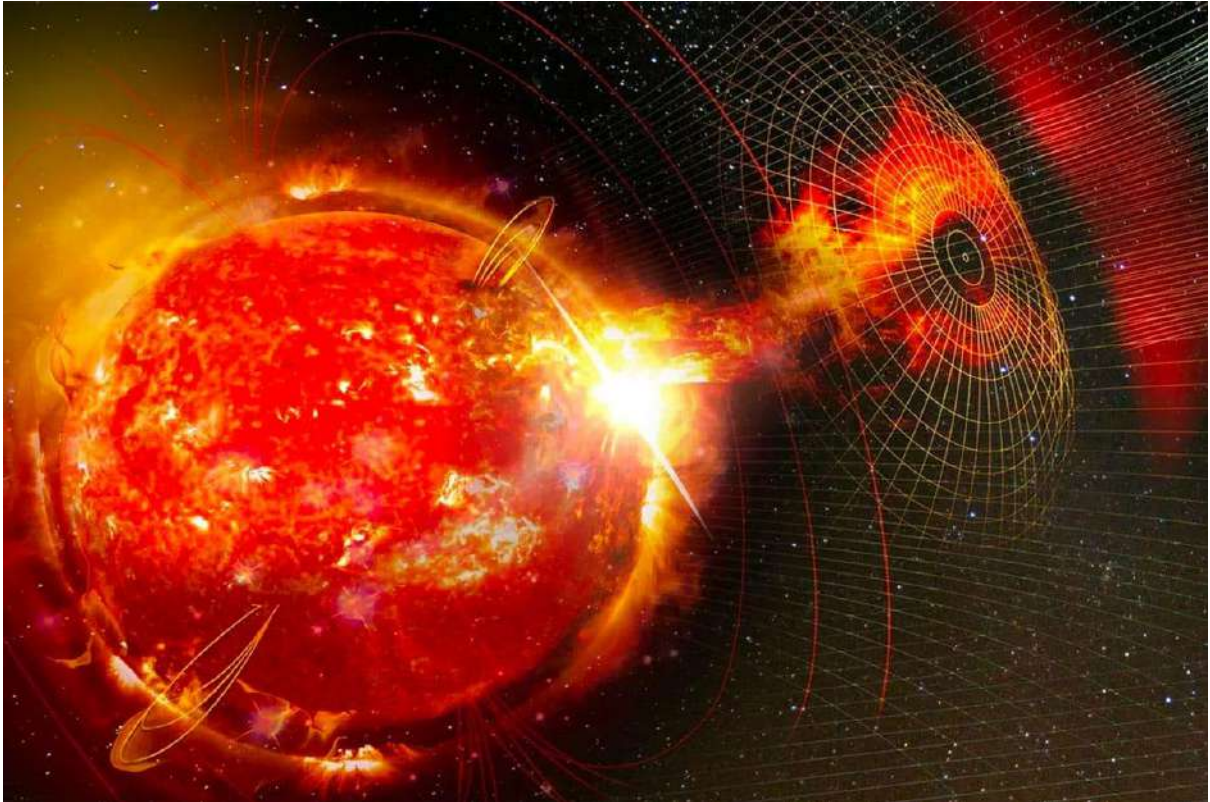


Fig.320 - Notre système solaire n'est pas isolé dans le vide galactique, mais relié à des étoiles distantes par des tunnels de plasma chaud qui pourraient être utilisés comme des routes naturelles.

Les observations laissent également supposer que ces tunnels pourraient être les vestiges d'un réseau plus vaste, issu des explosions successives de supernovas dans notre voisinage galactique. Cela confirme une hypothèse formulée dans les années 1980 sur l'existence de bulles interconnectées.

L'instrument eRosita, spécialisé dans l'observation des émissions X, a joué un rôle crucial dans cette découverte. Les chercheurs ont utilisé ses capacités pour diviser le ciel en milliers de secteurs, extrayant des signaux provenant des gaz chauds, des poussières et des cavités interstellaires. Ce travail minutieux a permis de confirmer des anomalies thermiques et de détecter les cavités connectées par des tunnels. Ces données confirment les théories selon lesquelles des bulles et cavités chauffées par des événements cosmiques sont reliées entre elles. Cette recherche approfondit notre compréhension des structures interstellaires et de leur impact sur les environnements galactiques.

L'existence de ces tunnels interstellaires pourrait influencer plusieurs phénomènes astrophysiques. Ces corridors agiraient comme des routes naturelles facilitant la propagation des rayons cosmiques et des particules à travers la galaxie. Ils pourraient également jouer un rôle dans le transport des poussières stellaires et dans l'évolution des vents solaires. A l'avenir, des instruments encore plus sensibles permettront d'explorer ces structures. Les projets comme le télescope Athena de l'ESA, prévu pour 2035, devraient fournir des données plus détaillées sur ces corridors galactiques, aidant à expliquer leur rôle dans la dynamique de la Voie lactée. Le positionnement de notre système solaire, au cœur de la bulle locale chaude, offre une opportunité unique d'étudier ces structures cosmiques. Cette coïncidence

nous place dans une position idéale pour comprendre les événements cataclysmiques qui ont façonné notre voisinage stellaire au fil des millions d'années. Cette découverte redéfinit notre vision du vide interstellaire et notre voisinage galactique qui n'est pas un simple espace inerte, mais un milieu riche et dynamique. Ce réseau de tunnels et de cavités nous rappelle que l'univers est bien plus complexe que ce que nous imaginions.

Malheureusement, ces tunnels de plasma n'ont rien à voir avec les trous de ver, et les trous de ver, ce n'est pas ce qui est utilisé par les NHI pour venir jusqu'à nous.

### **De quoi est fait un HAUC, comment ça marche ?**

Arrivé à ce niveau de lecture, nous avons presque tous les éléments pour comprendre de quoi est fait un HAUC, c'est pourquoi nous allons aborder la deuxième possibilité étudiée par le Dr Harold White pour tenter de « rétro-ingénierer » virtuellement un Tic-Tac et un Triangle Noir de Catégorie 1, en nous aidant bien sûr de nombreuses autres découvertes accomplies par d'autres chercheurs.

D'après les observations, il existe des formes très diverses de HAUC. Mais faisons le pari qu'il n'existe que deux catégories de HAUC, les petits comme les Tic-Tac ; et les gros, comme les Triangles Noirs.

La raison d'être des gros HAUC, c'est de permettre le voyage interstellaire ou intergalactique. Ces HAUC sont gros en raison de leur charge utile importante, qui correspond à des besoins spécifiques. Par exemple, un gros HAUC nécessite des équipages, donc des conditions de vie et des installations particulières. Je les ai assimilés à de gros porte-avions sous-marins volants dans l'air et dans l'espace. Mais à contrario des porte-avions, ils sont complètement autonomes et ne nécessitent aucun ravitaillement. En fait, aucune machine fabriquée par l'homme n'est vraiment comparable à un big HAUC.

La chose la plus proche imaginée par l'homme et qui puisse remplir les fonctions d'un big HAUC est le concept des vaisseaux spatiaux multi-génération. Ces concepts, qui datent des années 60, décrivent des vaisseaux-monde contenant un écosystème entier permettant à un grand groupe humain de vivre en permanence dans l'espace, de voyager au-delà du système solaire et éventuellement d'établir des colonies dans d'autres systèmes solaires. Le but est de faire survivre indéfiniment la race humaine quelles que puissent être les cataclysmes qui détruiraient la Terre (pollutions, guerres, épidémies, collisions cosmiques, extinction du soleil, etc...). Ces vaisseaux multi-génération ont évolué vers des concepts beaucoup plus ambitieux : l'île spatiale ou « île de lumière », qui quitterait la Terre pour toujours, amenant avec elle des colons qui vivront avec tout le confort voulu lors du voyage vers l'infini. Ce seront les descendants de ces colons qui débarqueront sur les nouvelles planètes car la durée de vie d'une génération est trop courte pour atteindre une exoplanète.

Les colons de l'espace arrivés sur les lieux de destinations exploiteront de nouvelles ressources rares (de l'hélium3 par exemple) et renverront des colis de produits précieux sur terre pour remercier les terriens de la construction de ces vaisseaux multi-génération.

Le concept d'une vie indéfinie et autonome dans l'espace était imaginé par Konstantin E. Tsiolkovsky en 1928. Plus complexe à réaliser qu'une station orbitale, une base lunaire ou martienne, la cité spatiale ou ses versions propulsées, les « îles spatiales » peuvent accueillir



plus d'un million de personnes. Les premières réflexions sur ce concept ont été faites par l'Ames Research Center de la NASA.

L'île 1 ou « Sphère de Bernal » est la toute première description en 1977 d'un vaisseau multigénération de plus d'un kilomètre de long, capable d'accueillir 10.000 colons. En rotation sur elle-même, l'île aurait une pesanteur proche de celle de la Terre (0,7g au lieu de 1g), sauf aux pôles.

Cette île serait très rentable, car elle coûterait moins cher que le programme Apollo pour la fabriquer et en plus ses occupants travailleraient à fournir la Terre en matériaux et médicaments exclusivement produits dans l'espace. Le voyage serait gratuit pour tous ceux qui veulent embarquer.

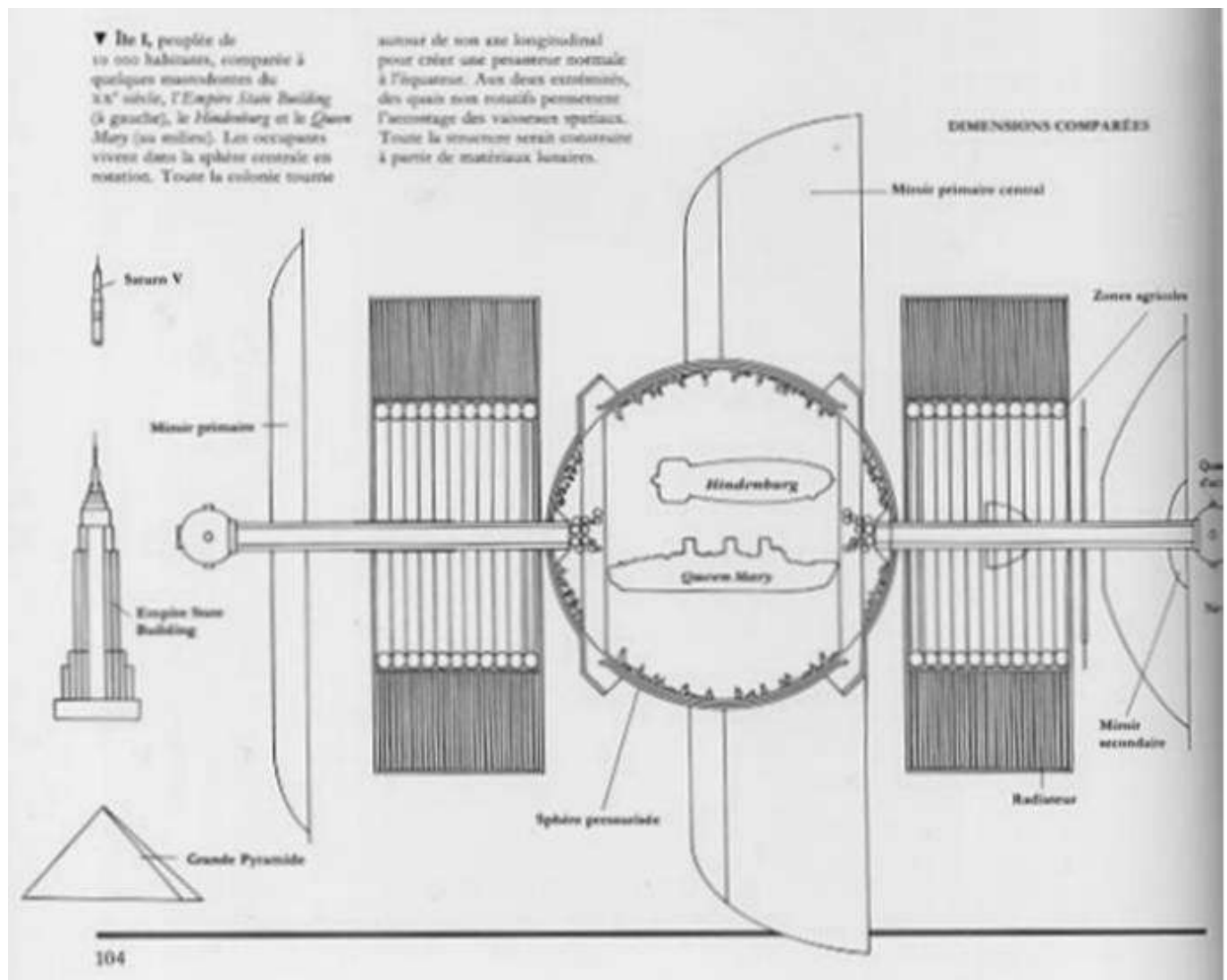


Fig.321 – Les dimensions du vaisseau spatial multi-génération « île 1 » sont énormes : 1 km de long. La sphère centrale mesure plus de 457 m de diamètre. Noter la taille de l'île 1 en comparaison de la grande pyramide d'Egypte située en bas à gauche.

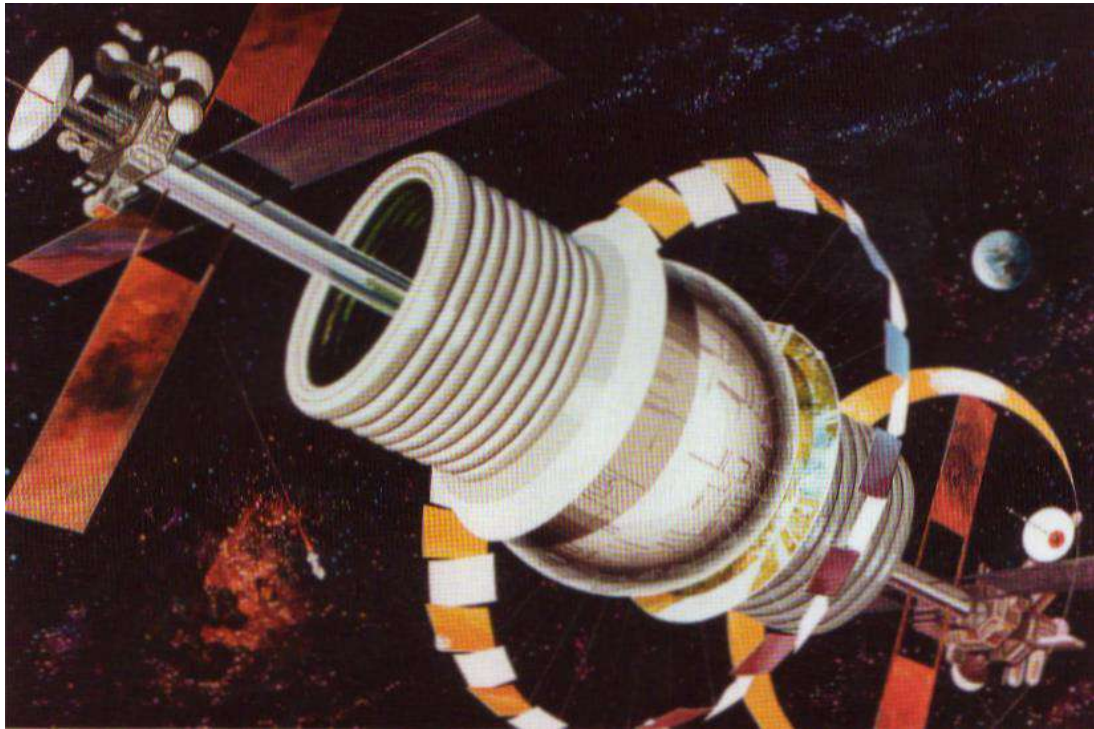


Fig.322 – L'île 1 (Island One) est un gigantesque vaisseau multi-générations contenant un écosystème entier capable de se recycler intégralement. Ces arches de l'espace pèseraient plusieurs milliards de tonnes et pourraient atteindre des exoplanètes en un peu plus de mille ans. Plusieurs générations d'astronautes se succèderaient à bord de ces vaisseaux.



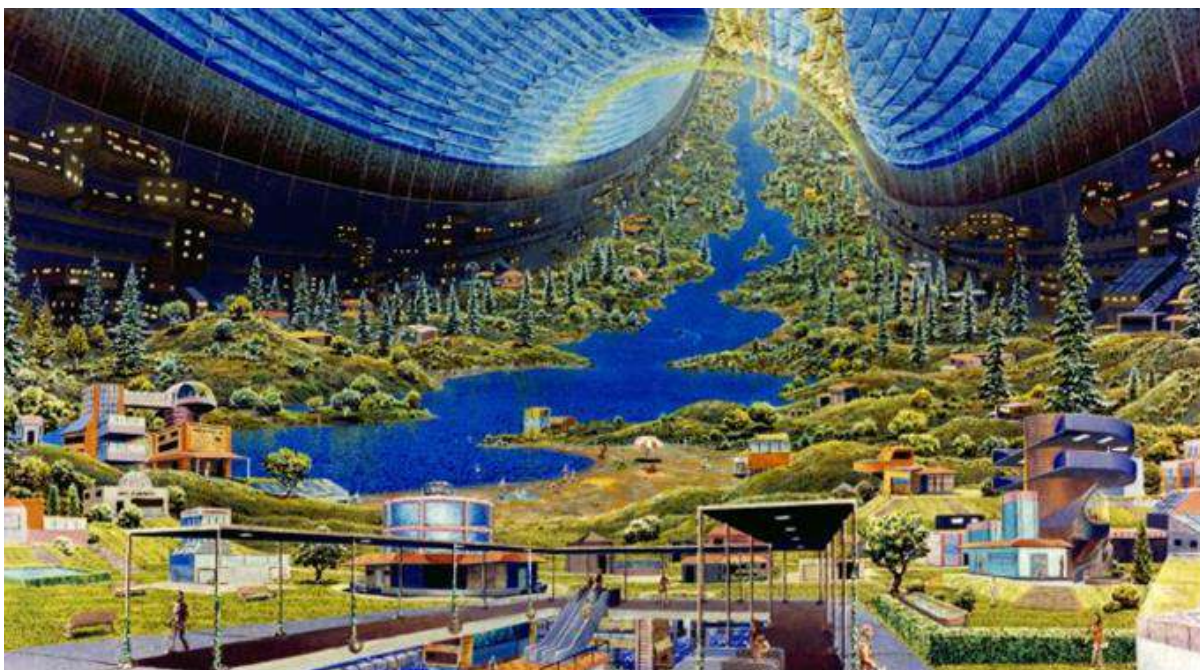


Fig.323 – Le Tore de Stanford de Gerard K. O'Neill, professeur de physique à l'université de Princeton. Il s'était inspiré des vallons fleuris de la région de Grasse et du Crystal Palace construit en 1851 pour décrire dans son livre « The High Frontier » les conditions de vie idéales des vaisseaux multi-générations. Ainsi chaque famille aurait sa maison et son jardin, on se déplacerait en volant comme un oiseau, plongerait dans une rivière qui coulerait au-dessus de sa maison pour se baigner et comme la gravité entretenue est très faible on en ressortirait de l'autre côté en volant comme un poisson volant. Les zones agricoles fourniraient les fruits les plus exotiques et des légumes à profusion pour 10.000 habitants.

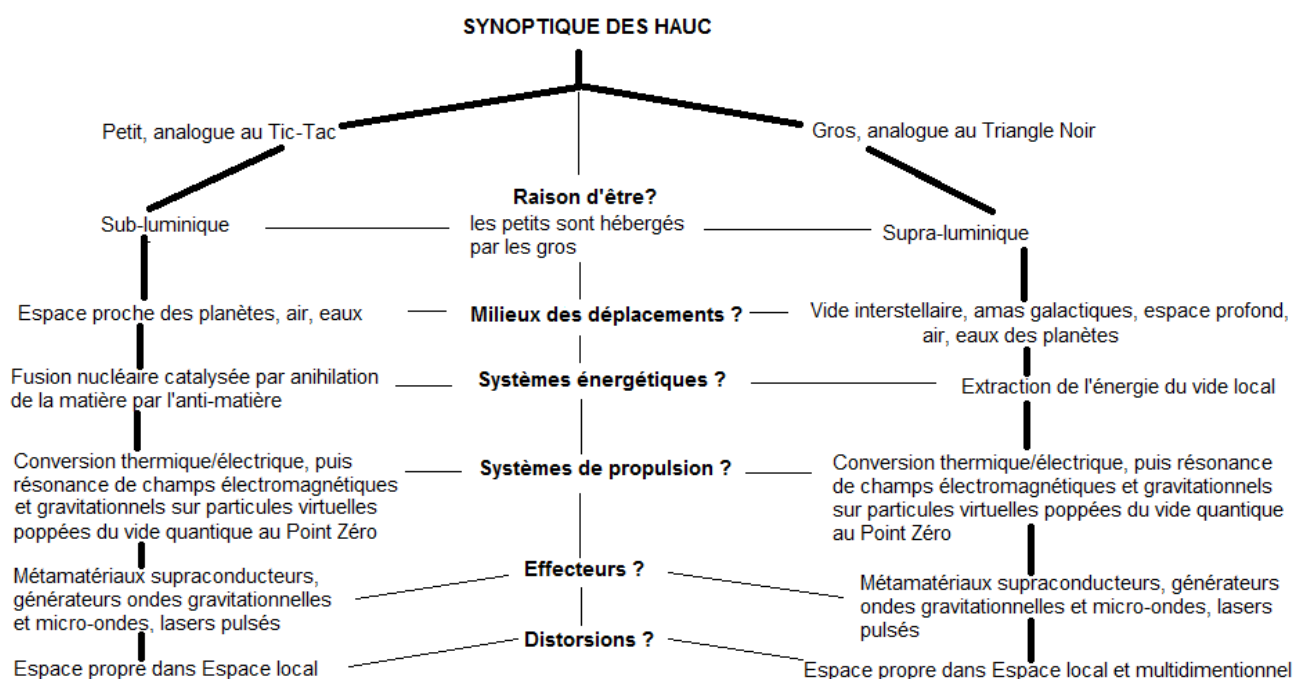


Fig.324 – Les études plus récentes montrent un vaisseau multi-générations de dimension beaucoup plus modeste, mais on est loin de la compacité d'un gros HAUC. Et pourquoi ? Tout simplement parce que le vol d'un gros HAUC dépasse largement la vitesse de la lumière qu'il peut se permettre d'avoir les dimensions qu'il a.

Ces vaisseaux multi-générations sont propulsés par l'énergie de fusion nucléaire, mais même aux vitesses atteignables par ce mode de propulsion, il faudrait plusieurs générations avant

d'atteindre une planète habitable. Un très long trajet nécessite un vaisseau très gros. Quant à l'équipage, le Dr Frédéric Marin de l'Observatoire astronomique de Strasbourg, à l'aide du logiciel HERITAGE, a effectué des simulations qui ont montré qu'un équipage minimum minimum de 98 personnes devrait être couplé à une banque cryogénique de sperme, d'ovules et d'embryons afin d'assurer la diversité génétique et la bonne santé à l'arrivée. Dans une autre étude, le Dr Marin et un autre groupe de scientifiques ont déterminé que le vaisseau spatial multi-générations devrait mesurer 320 mètres de longueur, 224 mètres de rayon et contenir 450 m<sup>2</sup> de terres artificielles pour cultiver suffisamment de nourriture pour les alimenter. Au-delà de la nourriture et de l'eau, il y a aussi la question du maintien de leur santé psychologique. D'autres concepts de vaisseaux-monde ont été proposés : le Tore de Stanford, le vaisseau multi-générations du Dr. Robert Enzmann, ...

Un Big HAUC est un vaisseau autonome comparable à un vaisseau multi-générations, mais sans l'être parce qu'il est capable d'une vitesse largement supraluminique qui ne l'oblige pas à naviguer dans le cosmos pendant des centaines de milliers d'années pour arriver à bon port. Le vaisseau multi-générations compte sur sa dimension incroyablement imposante pour entretenir un biosystème écologiquement stable sur plusieurs générations. Le Big HAUC mise sur ses capacités à extraire du vide tous les éléments dont il aurait besoin. Si nous comparons le mode de déplacement du Big HAUC à celui de l'IMES de la NASA, qui est actuellement le projet le plus technologiquement avancé étudié par la NASA, celui du Big HAUC le devance d'au moins 50 ans. Dans un cas, celui de l'IMES, on consomme ce qu'on emporte avec soi, et on utilise toute l'énergie embarquée pour réaliser une mission sans retour de durée déterminée. De l'autre, celui du Big HAUC, on consomme une énergie illimitée localement extraite pour fabriquer à bord la totalité de ce qui est nécessaire à une mission de durée extensible et repositionnable en permanence, et dont le retour à l'origine est garanti. En 2025, aucun autre concept de voyage spatial n'est plus performant que celui décrit sur le Big HAUC.





La raison d'être des petits HAUC, c'est l'exploration de la planète visitée et de sa proche banlieue (les satellites). Les Tic-Tac sont subluminiques, n'ont pas d'installation de vie permanente ou pas d'installation de vie du tout lorsqu'ils sont téléopérés ou pilotés par un système d'intelligence artificielle (AI). Ils n'ont pas de système de propulsion prélevant l'énergie du vide puisqu'ils sont hébergés et approvisionnés par le big HAUC. Ils sont comparables à des sous-marins qui peuvent évoluer en milieu hybride air, eau, espace.

### Description du Tic-Tac

Tic-Tac est le nom attribué par le Commandant Favor de l'US Navy à un petit HAUC qui est hébergé par un gros HAUC. Comme son hébergeur, il peut se déplacer dans l'eau, l'air et l'espace, mais il n'est pas destiné à un voyage interplanétaire.

Le Tic-Tac est un engin d'exploration in-situ permettant des missions de liaison et d'exploration d'une planète aquatique, rocheuse ou gazeuse.

Il est de forme cylindrique aux bouts arrondis, de couleur blanche céramique mat, sans fenêtre, sans aile, sans système de propulsion discernable.

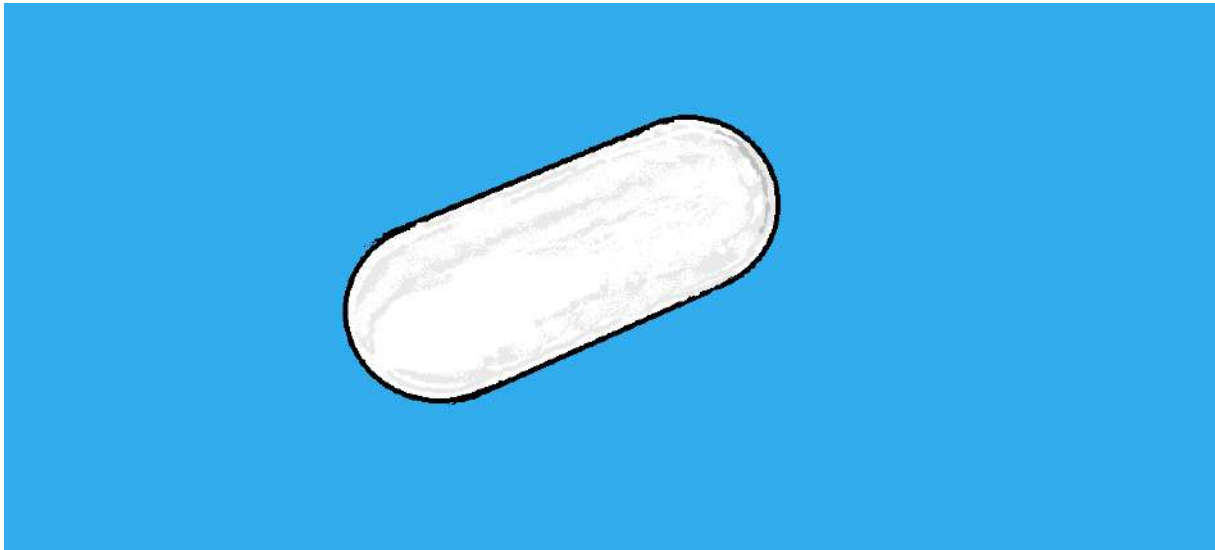


Fig.325 – Un Tic-Tac en vol, de droite à gauche, du haut vers le bas : il peut faire des zig-zags ou voler droit, et ne laisser ni trainée ni aucun bruit. Nous le voyons dans notre monde à nous, dans notre espace-temps, alors qu'il a toujours été immobile dans l'espace-temps à lui dont il s'est enveloppé. Son espace-propre vient de l'espace-temps de son monde à lui. Dans la réalité, dans notre réel à nous, pendant un court instant il s'est bien frayé son propre chemin dans l'espace-temps de notre monde, et il s'est translaté dans notre monde, enveloppé dans son espace-temps à lui. Son vol, c'est le déplacement d'un espace-temps au sein d'un autre espace-temps, et non le déplacement d'un objet dans un espace-temps. Bien sûr, c'est le Tic-Tac qui a déformé les espaces-temps, mais c'est l'invariance de l'Univers (le Théorème de Noether) qui, en se remettant naturellement dans ses conditions d'équilibre, a propulsé le Tic-Tac sur son chemin.

Son principal système de propulsion, d'action sur les espaces-temps, est sa peau, autrement dit son revêtement externe. C'est par son enceinte externe qu'il agit sur l'espace-temps, et c'est l'espace-temps qui, en retournant à son invariant d'énergie, le pousse et le tire à la fois vers sa destination. Le matériau dans lequel cette peau est fabriqué n'existe pas dans la

nature : elle est entièrement fabriquée par synthèse, agencée depuis l'échelle atomique et moléculaire, architecturée par des procédés additifs et soustractifs pour incorporer des capteurs, des systèmes de nervuration, des systèmes électro-optiques, des systèmes de commande et de communication, des systèmes de supraconduction tels que décrits plus loin, etc. Le résultat se présente comme un matériau multicouche, lisse, blanc, dur.

Le Tic-Tac n'a pas besoin de train d'atterrissage. Au départ stocké à l'intérieur d'un Big HAUC (de type Triangle Noir par exemple), le Tic-Tac est largué pour exécuter une mission puis revient se loger de nouveau dans celui-ci, ou un autre Big HAUC, une fois sa mission accomplie. Je ne décris pas le système de largage et de récupération en vol, c'est devenu tellement commun puisque l'USAF l'a expérimenté depuis la fin des années 40 avec les avions-parasites XF-85 Goblin et l'expérimentation est toujours à l'ordre du jour avec l'avènement des UAV/UCAV de type Loyal Wingman, X-61 A Gremlin et les concepts Skyborg. Ceux qui désirent en savoir davantage liront sur internet la thèse de doctorat présentée en mai 2020 par le Lt Colonel Nathan Padgett de l'USAF à l'Air University Maxwell Air Force Base, Alabama, intitulé « In search of a Good Host : A Study of Airborne Aircraft-Carriers ».

Lorsqu'un Tic-Tac se pose au sol, son corps entre délicatement et directement en contact direct avec le sol. Sa bulle d'espace-propre est en contact direct avec le sol ou non suivant l'état d'activation de ses moteurs. Aussi je ne serai pas étonné d'apprendre qu'un Tic-Tac s'est posé en équilibre à la verticale, debout sur l'un de ses bouts arrondis, mais moteur allumé quand même. Mais il devrait normalement se poser à l'horizontale, comme un bonbon Tic-Tac au sol.

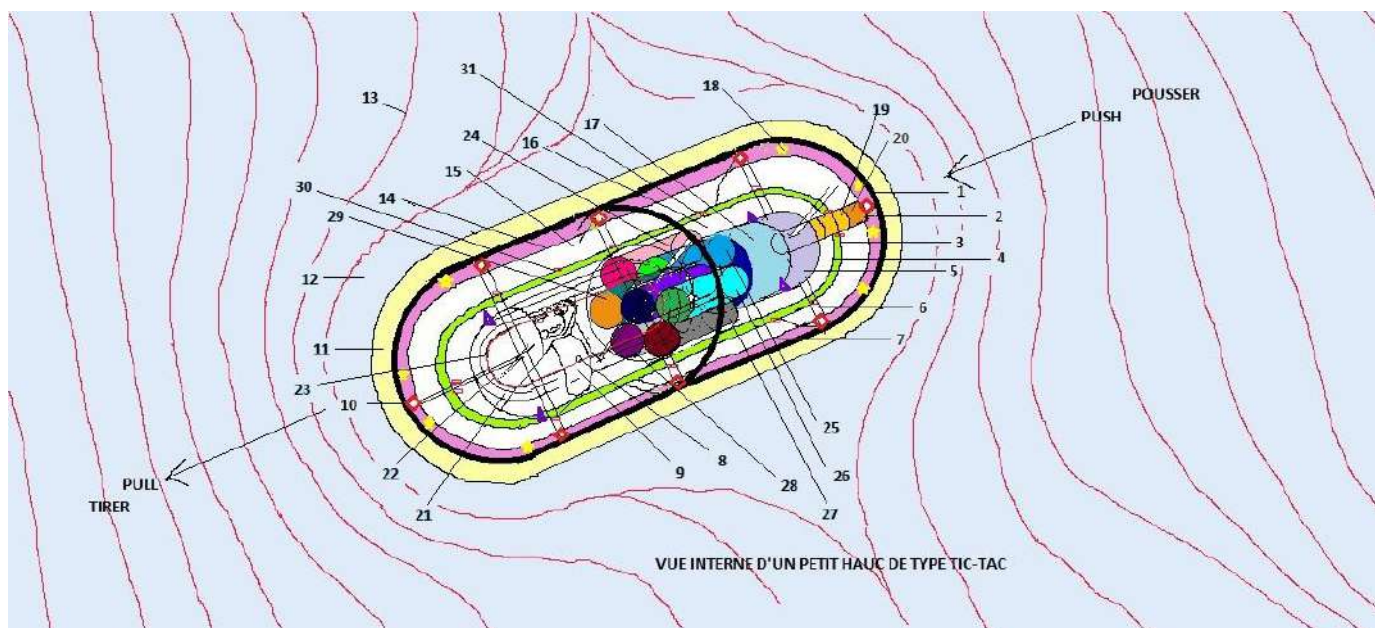


Fig.326 – Ecorché d'un Tic-Tac. Pour mieux voir les détails, passez en Zoom 200% ou 300%. La zone jaune figure l'espace-temps adjacente à la paroi externe du Tic-Tac, zone dont le Tic-Tac distord pour le recouvrir d'un espace-temps « propre ». La zone bleue figure l'espace-temps local qui s'étend jusqu'au fin fond de l'univers, zone dont le Tic-Tac distord la courbure isométrique locale naturelle pour créer une pression de poussée aspirante de son espace propre vers l'avant, et une pression de poussée « poussante » projetant son espace propre vers l'avant. Les forces conjuguées des deux pressions de poussées exercent un effet pousser-tirer permettant le déplacement du Tic-Tac vers l'avant.

- 1 - PAROI EXTERNE DE L'ENCEINTE EXTERNE
- 2 – INTERFACE ENTRE L'HABITACLE, LES SERVITUDES, LA PROPULSION ET LES ENCEINTES INTERNES ET EXTERNES
- 3 - PAROI EXTERNE DE L'ENCEINTE INTERNE
- 4 - PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE INTERNE
- 5 - CONVERTISSEUR THERMO-ELECTRIQUE
- 6 – STRUCTURE PORTEUSE DES ENCEINTES DU TIC-TAC
- 7 – GAZ KRYPTON RADIOACTIF DE L'ENCEINTE EXTERNE
- 8 – ACTIONNEUR D'OUVERTURE/FERMETURE DU SAS D'ENTREE/SORTIE
- 9 – SAS D'ENTREE/SORTIE INCLUANT LE STOCKAGE D'EQUIPEMENTS DE SORTIE
- 10 – MAGNETRON EMETTEUR DE MICRO-ONDES
- 11 – EN JAUNE COUCHE D'ESPACE-TEMPS PROPRE DU TIC-TAC
- 12 – EN BLEU COUCHE D'ESPACE-TEMPS LOCAL DU TIC-TAC
- 13 – COURBES ISOMETRIQUES DE L'ESPACE-TEMPS LOCAL
- 14 - PAROI INTERNE DE L'ENCEINTE EXTERNE
- 15 – ECHANGEUR THERMIQUE ET BLINDAGE ANTI-RADIATIONS
- 16 – ISOLATION THERMIQUE ET ENCEINTE DE PRESSURISATION
- 17 – COUVERTURE SURGENERATEUR DU KR79 ET ETAGE DE REACTION DE FUSION DU DEUTERIUM
- 18 – ROSTRE GENERATEUR DE VORTEX DE PLASMA
- 19 – AMPLIFICATEUR DE COURANT
- 20 - CONVERTISSEUR DE COURANT ELECTRIQUE
- 21 – COQUE AUTOPORTEUSE DE L'HABITACLE INSONORISEE ET ANTI-VIBRATIONS
- 22 - GARNITURES DE L'HABITACLE ET AFFICHAGE DE BORD
- 23 – CAGE DE FARADAY
- 24 – SYSTEMES DE MAINTIEN DES CONDITIONS DE VIE A BORD
- 25 – MODULATEUR ET SYSTEME AI
- 25 – SYSTEME DE DETECTION ET DE NAVIGATION ET D'APPONTAGE/DEPONTAGE
- 26 – SYSTEME DE COMMUNICATION
- 27 – EQUIPEMENTS SCIENTIFIQUES POUR L'EXPLORATION ET L'ANALYSE IN SITU
- 28 – GENERATEUR D'ONDES GRAVITATIONNELLE ET D'ONDE HYPERFREQUENCE
- 29 – SYSTEMES DE SUPRACONDUCTION ET STOCKAGE D'ENERGIE
- 30 – GAZ RADIOACTIF DE L'ENCEINTE INTERNE
- 31 – LASERS DU SYSTEME DE SUPRACONDUCTION

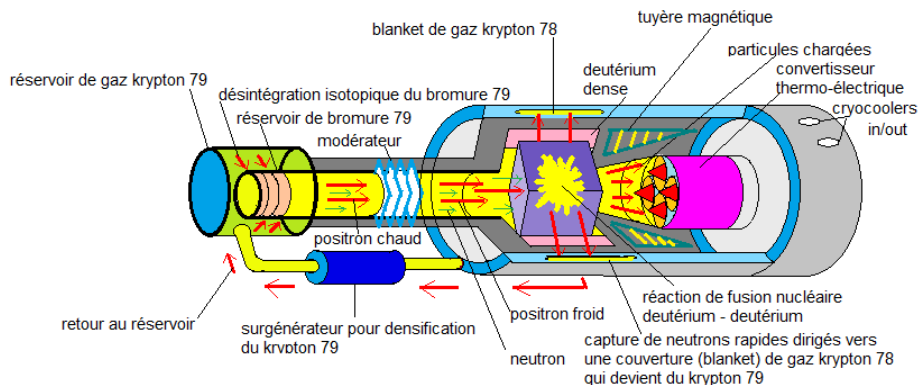


Fig.327 – Vue en coupe du générateur de puissance du Tic-Tac (#17 sur la Fig.326).

Pour construire un analogue du Tic-Tac nous avons besoin de

- 1/- Fabriquer le générateur de puissance, qui fonctionne à l'énergie de fusion nucléaire du deutérium amorcé par un procédé d'annihilation de la matière par l'antimatière ; ensuite de convertir cette énergie thermique en énergie électrique, puis en force électromagnétique et en onde gravitationnelle. Au préalable de ces opérations, il faut produire de l'antimatière. Pour que le système soit efficient et durable, il faut aussi pouvoir régénérer l'énergie consommée, à la manière d'un surgénératuer nucléaire.
- 2/-d'agir sur les scalaires de l'espace environnant le Tic-Tac pour l'envelopper d'un espace-temps propre. Ceci s'effectue grâce au contrôle des forces sur les enceintes externes et internes du Tic-Tac, en faisant résonner des champs de plasma dans des cavités résonnantes. La résonance des champs se propage au travers de l'enveloppe externe et induit des modifications énergétiques dans les scalaires du vide environnant afin de distordre la structure de l'espace-temps pour créer la bulle d'espace propre du Tic-Tac.
- 3/-d'agir sur les scalaires de l'espace local environnant l'espace propre du Tic-Tac, pour courber en profondeur l'espace local suivant plusieurs directions. Ceci s'effectue grâce au contrôle des forces et des vortex sur le revêtement externe du Tic-Tac et sur les surfaces externes des cavités résonnantes.
- 4/-de construire le modulateur de flux du moteur de distorsion. Le modulateur agit sur les champs électromagnétiques et gravitationnels (accélérations de champs d'ondes gravitationnelles à haute fréquence et les champs électromagnétiques nidifiés traversant des surfaces parcourues par du haut voltage).
- 5/-de fabriquer des méta-matériaux supraconducteurs et d'intégrer ces matériaux avec les dispositifs de commandes pour leur pilotage fin et la capture d'informations externes.
- 6/-de fabriquer des capteurs permettant de mesurer l'état de l'espace-temps proche et lointain entourant le Tic-Tac



- 7/-de fabriquer un système AI capable d'anticiper le milieu à traverser et d'activer les systèmes de parades, de contrôler à la fois les systèmes de génération de puissance thermique/électrique, la propulsion, la navigation et le pilotage tous milieux, les opérations d'abordage et débordage d'un gros HAUC en mouvement, le conditionnement de l'habitacle, le contrôle des systèmes de supraconduction et de réserve d'énergie, etc.
- 8/-de fabriquer : ordinateurs quantiques et systèmes de transferts de données, générateurs d'énergie électrique, systèmes de communication, lasers, effecteurs électriques, etc. tout ceci opérant en supraconduction.
- 9/ si l'habitacle est occupé par une intelligence, fabriquer l'interface entre le mental du pilote pour le relier au modulateur.
- 10/ si le Tic-Tac est piloté par une AI, construire l'AI dédiée à la mission du Tic-Tac. Si le Tic-Tac est télépiloté, construire l'interface entre le pilote situé dans un big HAUC et le modulateur du Tic-Tac.

De ces 10 points, les points 2, 3, 4, 5, 7, 8 ont déjà été renseignés dans le précédent article (le vol du HAUC : un sujet obscur) paru dans le Good Morning N° 239 de l'aejrr. Mais je vais les rappeler lors de la description du big HAUC. Il reste à donner ci-dessous le descriptif du générateur de puissance électrique qui fonctionne par capture thermique d'une réaction de fusion catalysée par de l'antimatière.

Le système de propulsion du HAUC est, comme nous l'avons vu, capable de créer une bulle d'espace-temps propre et de faire mouvoir un HAUC d'inertie réduite dans un espace-temps local distordu. Une des méthodes déjà indiquée pour la propulsion est la résonance des champs de plasmas de gaz krypton par des générateurs de micro-ondes, ondes gravitationnelles et ondes acoustiques. Les autres possibilités sont le Q-Thruster ou encore le MEGA Drive, mais je laisserai le Mega Drive de côté parce que je ne pense pas que ce soit celui adopté pour les Big HAUC.

Pour fabriquer un analogue du Tic-Tac, on peut s'appuyer sur le concept du **Constant Velocity Subluminal Warp Drive**.

**Je conseille aux ingénieurs qui veulent comprendre ce concept d'aller lire l'article original de Constant Velocity Physical Warp Drive Solution sur Arxiv (arXiv:2405.02709v1 [gr-qc] 04 May 2024)**

Ce nouveau concept de propulsion à distorsion a été développé par des physiciens d'Advanced Propulsion Laboratory du groupe de réflexion Applied Physics basé à New York, et de l'Université d'Alabama à Huntsville. Il offre un moyen théorique de propulsion pour les voyages dans l'espace qui est conforme à la relativité générale, lui permettant de fonctionner à des vitesses subluminiques « constantes » sans avoir besoin de matière négative (ou de pression négative) décrite dans les concepts d'Alcubierre-White, tout en restant aligné avec ces concepts.

Selon leurs nouvelles théories, ces physiciens proposent d'intégrer une **enveloppe stable de matière ordinaire** au vecteur de déplacement d'un moteur à distorsion similaire au célèbre « moteur Alcubierre ». Cela permettrait de créer une « bulle de distorsion » qui permettrait le déplacement d'objets à très, très haute vitesse dans l'espace, quoique dans des limites inférieures à la vitesse de la lumière.

On peut donc théoriquement concevoir un analogue du Tic-Tac qui soit conforme à la Relativité restreinte, la relativité générale et aux équations d'Alcubierre-White mais qui se déplace bien en-dessous de la vitesse de la lumière, cependant à des vitesses très largement supérieures aux avions et missiles actuels, construit avec des matériaux conventionnels qui sont bien connus des industriels, tout en respectant les contraintes énergétiques connues.

Gianni Martire, PDG et cofondateur d'Applied Physics, a déclaré :

« La théorie (déjà révisée par des pairs) montre qu'une classe de distorsion d'espace-temps pour un déplacement en-dessous de la vitesse de la lumière et dans une bulle de distorsion sphérique peut être construite sur la base des principes physiques déjà connus aujourd'hui ».

Applied Physics a aussi dévoilé son outil d'analyse Warp Factory conçu en collaboration avec le MIT (Massachusetts Institute of Technology) et disponible en open source. Dans une déclaration, le Dr Christopher Helmerich, l'un des co-auteurs du nouvel article publié dans *Classical and Quantum Gravity*, a déclaré que l'outil « sert de vérification de la réalité pour les conceptions de moteurs à distorsion », permettant aux chercheurs d'analyser les conceptions « d'une manière complète et automatisée » qui permet l'identification de caractéristiques non physiques avec une plus grande efficacité. « Cela signifie que nous pouvons orienter le développement de la technologie de propulsion à distorsion vers des conceptions qui pourront, espérons-le, être construites et exploitées ».

### **L'usine de distorsion numérique d'espace-temps : la Warp Factory**

Warp Factory est une boîte à outils logiciels permettant de distordre l'espace-temps. Elle est créée pour analyser les modélisations de distorsions d'espace-temps. Elle permet aux utilisateurs d'explorer les équations de champs d'Einstein, d'évaluer les conditions énergétiques et de calculer les scalaires métriques. De plus, elle propose des outils visuels 2D et 3D pour afficher les métriques de l'espace-temps et leurs contraintes en tenseurs énergie-impulsions associés, facilitant l'étude et la compréhension de ces espaces-temps complexes.

Le domaine de la recherche sur la distorsion est dominé par les méthodes analytiques pour étudier des solutions potentielles. Cependant, ces approches privilégient souvent des formes métriques simples qui facilitent l'analyse mais limitent finalement la portée de l'exploration de nouvelles solutions. Jusqu'à présent, les solutions proposées n'étaient pas physiques, nécessitant des violations des conditions énergétiques et des besoins énergétiques importants. Pour surmonter les limitations analytiques de la recherche sur la distorsion, Applied Physics a mis en open source une boîte à outils numériques qui permet d'examiner les géométries générales de distorsion en évaluant les équations du champ d'Einstein et en calculant les conditions énergétiques. De plus, cette boîte à outils très complète permet de déterminer les scalaires métriques, des visualisations perspicaces en 2D et 3D, offrant une compréhension plus approfondie des métriques et de leurs tenseurs de contrainte-énergie correspondants. En exploitant les capacités de la Warp Factory, les concepteurs de moteurs de distorsions pourront approfondir plus rapidement leur recherche et les rapprocher de la réalisation de moteurs à distorsions physiquement réalisables. Warp Factory est plus qu'un modélisateur ; c'est un simulateur numérique qui utilise des fonctions écrites en MATLAB qui sont conçues pour modéliser/simuler les distorsions d'espaces-temps utilisant la théorie de la Relativité Générale. Son développement est axé sur la fourniture d'un cadre numérique pour

analyser la physicalité de l'espace-temps, ce qui constitue un objectif unique dans le développement de solutions de distorsions.

#### Caractéristiques principales de la Warp Factory

- Évaluations des conditions énergétiques pour les conditions énergétiques nulles, faibles, dominantes et fortes
- Évaluation des scalaires métriques pour le cisaillement, la dilatation et la vorticité.
- Résolveur de différences finies 3D pour le tenseur énergie-impulsion
- Utilisations pour des calculs accélérés
- Visualisations du flux d'impulsion

La version actuelle de Warp Factory est conçue pour évaluer les espaces-temps dans une grille cartésienne uniquement. Davantage de fonctionnalités seront bientôt ajoutées à Warp Factory.

#### Licence

Warp Factory est publié sous licence MIT (Massachusetts Institute of Technology)

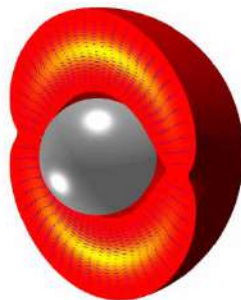


Fig.328 – *Instantané d'une simulation d'une bulle d'espace-temps par la boîte à outils Warp Factory.*

Le mécanisme qui explique ***pourquoi*** la force de gravité est générée quand l'espace-temps se courbe est très mal connu, parce que justement la gravité quantique (c'est-à-dire à l'échelle subatomique) est encore un sujet de débats, et surtout depuis que l'on est certain qu'il n'y a pas que la gravité qui courbe l'espace-temps. L'énergie (énergie de la masse, énergie de la force, énergie de la lumière, énergie du vide, ...) permet aussi de courber l'espace-temps. C'est pourquoi une boîte à outils comme la Warp Factory est un apport appréciable à la connaissance, même s'il n'apporte pas la solution immédiate.

#### Caractéristiques principales d'un déplacement par distorsion d'espace-temps

Les voyages par distorsion de l'espace-temps peuvent être considérés comme des modifications d'un arrière-fond d'espace-temps globalement hyperbolique et asymptotiquement plat, qui contient une trajectoire généralement non géodésique comportant

un arrière-plan C reliant deux points arbitraires A et B. Un déplacement **par distorsion de l'espace-temps modifie cet arrière-plan de façon à ce que :**

1./ Transport géodésique : la trajectoire généralement non géodésique de l'arrière-plan cadre avec le fond d'espace-temps vers une trajectoire géodésique en arrière-plan  
C → C distord dans le nouvel espace-temps de distorsion. En d'autres termes, les espaces-temps de la distorsion permettent aux passagers de se déplacer entre les points A et B le long d'une trajectoire géodésique de distorsion C.

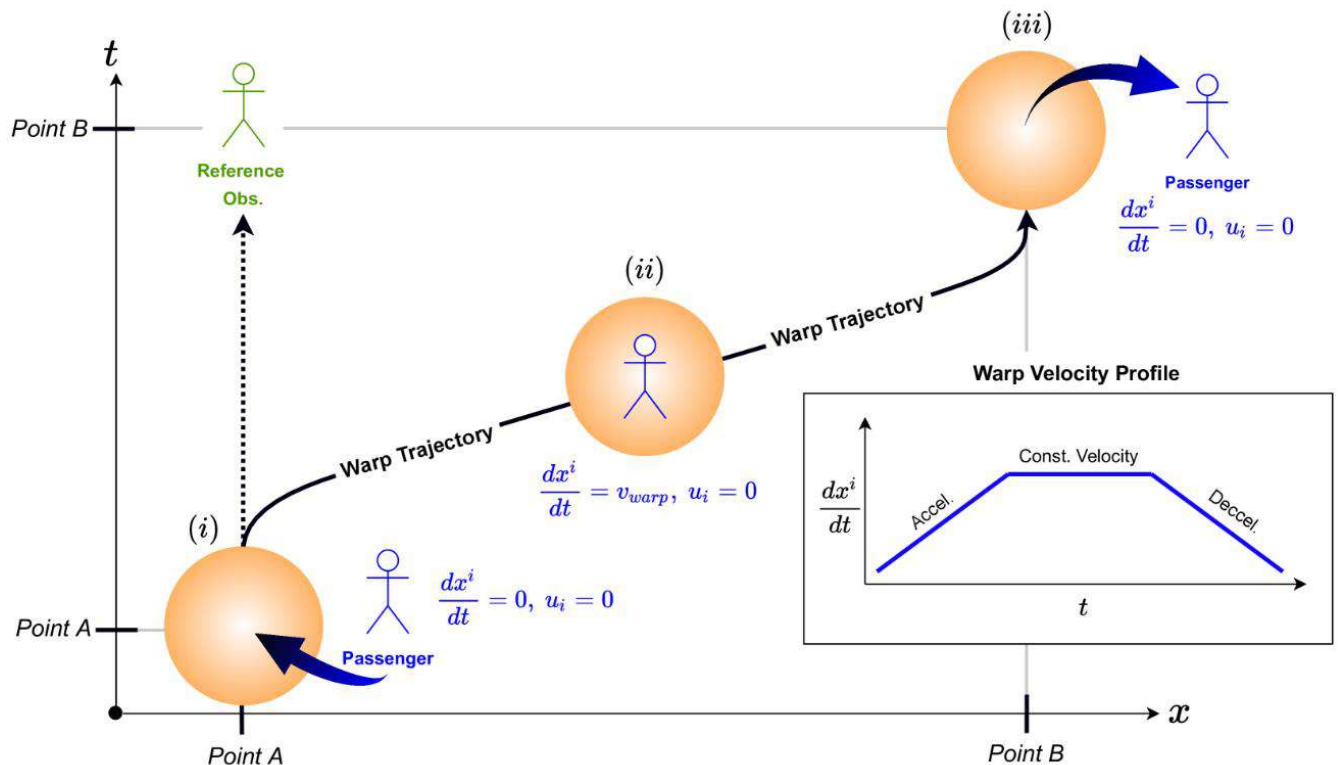


Fig.329 - Exemple de trajectoire de distorsion Alcubierre avec les trois phases du déplacement :

(i) Le passager entre au point A en abscisse dans la bulle de distorsion au repos par rapport à l'observateur de référence au point B en ordonnée. Le passager n'aura aucune coordonnée de vitesse par rapport à l'observateur de référence.

(ii) La bulle de distorsion commence son voyage en accélérant jusqu'à une vitesse constante. Le passager à l'intérieur est transporté géodésiquement jusqu'à la vitesse entraînée par le moteur de distorsion, mais toujours avec une vitesse nulle telle que mesurée en son temps propre.

(iii) La bulle de distorsion décélère jusqu'à s'arrêter au point B par rapport à l'observateur de référence et le passager quitte la bulle.

Cela signifie que les passagers se déplaçant dans un voyage par distorsion d'espace-temps ne subissent pas d'accélération locale pendant le transport.

L'équipe d'Applied Physics Laboratory (APL) a présenté ce qu'elle qualifie de « première solution de distorsion physique subluminaire à vitesse constante à ce jour » qui soit entièrement



compatible avec les propriétés de transport géodésique de la métrique d'Alcubierre. Cette solution a été construite à partir d'une coquille de matière stable avec un vecteur de décalage modifié à l'intérieur », ce qui, selon eux, a permis la création d'une solution de distorsion possédant une masse ADM positive - quantité qui fait référence au concept de masse telle qu'observée dans des régions lointaines de l'univers - spécifiant que la boîte à outils Warp Factory a été utilisée pour l'analyse et la construction de la coquille. Le formalisme **ADM** (du nom de ses auteurs Richard Arnowitt, Stanley Deser et Charles W. Misner) est une formulation hamiltonienne de la relativité générale qui joue un rôle important dans la gravitation quantique canonique et la relativité numérique. Le formalisme suppose que l'espace-temps est feuilleté en une famille de surfaces semblables à l'espace, étiquetées par leur coordonnée temporelle, et avec des coordonnées sur chaque tranche données par les variables dynamiques de cette théorie. Sont considérées comme tenseur métrique des tranches spatiales tridimensionnelles et leurs moments conjugués. En utilisant ces variables, il est possible d'écrire les équations du mouvement pour la relativité générale sous la forme des équations d'Hamilton. En plus des douze variables, il existe quatre multiplicateurs de Lagrange : la fonction de lapsus, et les composantes du champ vectoriel de décalage. Ceux-ci décrivent comment chacune des « feuilles », les équations du mouvement de ces variables, peuvent être librement spécifiées. Cette liberté correspond à la liberté de spécifier comment doit être disposé le système de coordonnées dans l'espace et dans le temps.

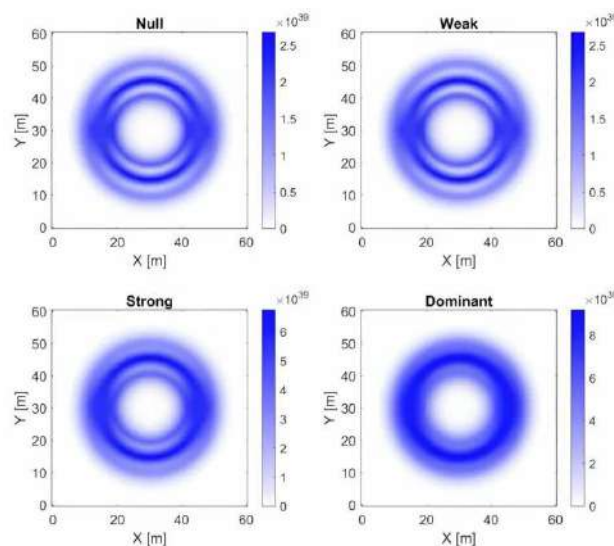


Fig.330 - Évaluation des conditions énergétiques pour la coque Warp à vitesse constante : la direction du mouvement est le long de l'axe X, avec la section transversale le long de l'axe Z alignée au centre de la bulle. Les valeurs minimales observées dans tous les référentiels sont affichées. Les valeurs positives (bleu) et les valeurs nulles (blanc) sont physiquement autorisées, tandis que les valeurs négatives (rouge) indiquent une violation. Les unités sont en joules par mètre cube ( $J/m^3$ ).

« Ce nouveau résultat constitue une première étape importante vers la compréhension de ce qui est à l'origine des solutions de distorsion physique », écrit l'équipe d'APL, ajoutant que la nouvelle solution de distorsion qu'ils ont produite « montre qu'un espace-temps de distorsion à vitesse constante plus générique qui satisfait les conditions énergétiques peut être construit ». L'équipe prévoit d'explorer d'autres possibilités liées à sa nouvelle solution, en optimisant et en améliorant son cadre théorique afin de garantir que toutes les conditions

physiques requises soient réunies. Elle se concentrera également sur « la question de l'accélération efficace du moteur sans altérer la physique », qui représente un facteur important dans la recherche actuelle sur les technologies de propulsion à distorsion. Le but est de démontrer que les effets de distorsion peuvent être obtenus en utilisant de la matière conventionnelle tout en respectant les contraintes énergétiques connues.

Contrairement aux modèles d'Alcubierre et de White, la proposition de l'équipe APL ne nécessite aucune matière exotique pour propulser le véhicule, mais il y a un hic. Selon les chercheurs, la nature physique de la nouvelle conception signifie qu'elle est limitée par la physique newtonienne.

« Si vous lisez des publications qui prétendent que nous avons découvert comment dépasser la vitesse de la lumière, vous vous trompez », a déclaré Gianni Martire. « Nous montrons qu'une classe d'espaces-temps à distorsions sphériques et subluminiques peut être construite sur la base des principes physiques connus de l'humanité aujourd'hui, tandis qu'Harold White a fait un usage intensif de dimensions non physiques supplémentaires », a-t-il déclaré, « ce qui, comme vous le savez, est incompatible avec la compréhension actuelle de la relativité générale. Ainsi, le travail n'est pas utilisable dans notre réalité. *Aucune mesure de distorsion dans des dimensions supérieures ne l'a encore été ...* »

C'est avec cette limitation à l'esprit que Martire et son co-auteur, l'astrophysicien Alexey Bobrick de l'université de Lund, ont entrepris de concevoir un tout nouveau type de moteur Warp, une conception qu'ils appellent un *moteur Warp physique*. Notre article couvre tous les moteurs Warp existants et toutes leurs variantes possibles (c'est-à-dire Alcubierre) », a déclaré Martire, « mais la mesure d'APL est autonome, c'est pourquoi c'est la « première classe physique de Warp. »

Bien sûr, en tant qu'appareil physique et matériel, leur propulsion est soumise aux lois et aux limites de la physique classique, néanmoins, les chercheurs n'hésitent pas à souligner que leur concept de propulsion peut approcher la vitesse de la lumière, ce qui signifie que voyager à travers le cosmos reste une option viable. « Il existe une idée fausse selon laquelle les voyages interstellaires doivent nécessairement être supraluminique », a déclaré Martire. Si nous pouvons envoyer une sonde pour atteindre une autre étoile d'ici dix ans, ce sera toujours incroyablement utile.

Martire a également expliqué comment leur conception élimine les radiations mortelles émises par les concepts de distorsion précédents, heureusement, pour tout futur passager susceptible de voyager dans un engin propulsé par ce type de propulsion,

« De tels dangers se produisent pour tous les moteurs à distorsion dans le régime supraluminique parce qu'ils possèdent un horizon de type trou noir devant eux et un horizon de type trou blanc derrière eux. » Ces deux horizons opposés, explique Martire, « conduisent à l'évaporation de Hawking et aux instabilités qui y sont liées. »

Cependant, dans la proposition de l'APL, Martire déclare que « notre solution de propulsion à énergie positive subluminiq ue ne souffre pas de ce problème, nous sommes donc bons en matière de rayonnement ».

Interrogé sur les principales limites à la construction de leur moteur à distorsion physique pour les tests, le chercheur a admis que l'équipement actuel n'était peut-être pas à la hauteur de la

tâche. « Le niveau de précision nécessaire aux instruments pour mesurer les effets gravitationnels de l'engin est actuellement insuffisant. Nous devons commencer petit. »

Il note cependant que parallèlement aux améliorations de l'équipement qui se profilent à l'horizon, les chercheurs du futur pourraient déjà être à l'oeuvre. « À la demande du chef du département », écrit Martire, « Stevens.edu est devenue la première université où la « mécanique des champs de distorsion » a été enseignée pour la première fois aux étudiants en doctorat.

On ne sait pas encore exactement où ira le projet. Mais l'équipe internationale ne compte pas s'arrêter à son projet actuel, mais plutôt chercher des moyens d'améliorer sa conception. « Dans un futur lointain, l'équipage aura la possibilité de ralentir le temps à l'intérieur de la bulle. Ainsi, dix ans pourront désormais se transformer en un seul mois pour tout ce qui se trouve à l'intérieur de la zone du bouclier de distorsion. » Martire admet volontiers que cette tentative de condenser le temps nécessite une quantité importante d'énergie en plus de l'énergie nécessaire pour propulser le moteur, mais il s'empresse également de souligner que leur projet est fermement basé sur une physique solide et évaluée par des pairs.

« Avant notre article, dire de telles choses était de la science-fiction absurde. Maintenant, c'est de la vraie science. Nous avons fait un petit pas vers l'avenir »

### **Une récompense de 500.000 \$ pour simuler numériquement un analogue du Tic-Tac**

En 2021, AP offre son expertise à la communauté des doctorants pour faire progresser le développement des concepts de moteur à distorsion existants et futurs.

La Public Benefit Corporation joint également le geste à la parole en offrant aux théoriciens du champ de distorsion une chance de recevoir une subvention d'une valeur de 500 000 \$, un engagement que l'organisation décrit comme un exemple de son « solide ancrage dans les solutions scientifiques humanitaires et commerciales ».

« Warp Factory sert de test de réalité pour les conceptions de moteurs à distorsion », a expliqué le Dr Christopher Helmerich de l'AP. « En analysant les conceptions de manière complète et automatisée, nous pouvons identifier les caractéristiques non physiques plus efficacement que jamais auparavant. Cela signifie que nous pouvons orienter le développement de la technologie des moteurs à distorsion vers des conceptions qui pourront, espérons-le, être construites et exploitées à l'avenir. »

En plus d'un article détaillé publié dans la revue *Classical and Quantum Gravity*, *Applied Physics* a mis à disposition sur son site Internet tous les articles, documents, simulateurs et outils logiciels de Warp Factory. La boîte à outils Warp Factory est également disponible directement sur GitHub. L'approche de APL permet aux chercheurs d'explorer la complexité des petits HAUC du genre Tic-Tac.

Gianni Martire, PDG d'AP, fondateur et co-auteur de la conception originale du moteur à distorsion physique et du récent article sur la Warp Factory, a expliqué que son groupe était douloureusement conscient de la petite taille de la communauté de scientifiques et de chercheurs qui étudient actuellement les mesures du moteur à distorsion et leurs solutions possibles. Cependant son groupe international de physiciens et scientifiques estime que des outils comme celui-ci aideront non seulement ceux qui font déjà partie de la communauté,

mais encourageront également de nouveaux esprits à relever le défi de faire du voyage spatial de type science-fiction une réalité.

« Il ne s'agit pour l'instant que d'une poignée de chercheurs », a déclaré Martire, « Mais nous pensons qu'un outil comme Warp Factory pourrait non seulement aider ceux qui explorent déjà ce domaine, mais attirer de nouveaux esprits puisqu'ils disposeront désormais d'un tout nouvel ensemble d'outils puissants qui n'étaient pas disponibles auparavant. »

### **Le générateur de puissance d'un analogue du Tic-Tac**

Nous avons vu que la propulsion chimique la plus performante n'offre en énergie que 0,000.000.14 MégaJoule par microgramme. La propulsion atomique basée sur le plutonium offre quelque 0,002 MégaJoule/microgramme, mais en raison de sa radioactivité elle nécessite des blindages très lourds. La plus performante, basée sur l'antimatière, atteint 90 MégaJoules/microgramme pose des problèmes de stockage dont les solutions ne sont pas justifiées pour un petit engin de type Tic-Tac.

C'est pourquoi nous faisons le pari que celle utilisée sur le Tic-Tac est la solution la plus performante en densité d'énergie, mais aussi la plus neutre écologiquement. Elle serait donc fondée sur un générateur de puissance qui utilise l'énergie de fusion nucléaire catalysée par de l'antimatière pour produire de l'énergie thermique, reconvertie ensuite en énergie électrique.

Les 4 manières de produire de l'antimatière sont les suivantes :

- L'antimatière peut être créée en compressant et écrasant l'énergie dans un espace très restreint, comme cela se fait dans les accélérateurs de particules par exemple. Ce faisant sont créées une paire de particules : une particule et une antiparticule. L'antiparticule, c'est de l'anti-matière.
- L'antimatière peut être créée par des phénomènes astrophysiques, comme les rayons cosmiques lorsqu'ils atteignent les couches supérieures de l'atmosphère ou à l'intérieur des supernova.
- L'antimatière peut être créée naturellement dans de violents orages, comme cela a été démontré en 2009 par Dwyer, du Florida Institute of Technology de Melbourne. Les décharges d'électrons causées par les nuages chargés, accélérées à une vitesse proche de celle de la lumière, peuvent produire des rayons gamma à haute énergie qui peuvent en retour, quand ils atteignent un noyau d'atome, produire une paire de particules positron/électron. Dwyer a détecté 3 fois de suite des décharges très énergétiques de 511 kiloélectronvolts pendant 1/5<sup>ème</sup> de seconde, signature d'une annihilation positron-électron.
- L'antimatière peut être créée par la décomposition isotopique d'un radioélément. Les isotopes sont des variantes d'éléments chimiques qui diffèrent par leur nombre en neutrons. C'est sans doute cette méthode qui est utilisée sur le Tic-Tac.

Un gramme d'antimatière, touchant 1 gr de matière, exploserait avec une puissance équivalente à une bombe atomique de 80 kilotonnes de TNT (trinitrotoluène) ou 10 millions de litres de gaz naturel (ou 2 milliards de fois plus d'énergie que les hydrocarbures, en masse).



L'énergie dégagée par une annihilation proton-antiproton est de  $4,3 \times 10^{13}$  calories par gramme d'antiproton, c'est-à-dire 10 milliards de fois supérieure à une combustion oxygène-hydrogène et 1000 fois plus énergétique par unité de masse que la fission d'uranium.

Les antiprotons ont une densité d'énergie  $9 \times 10^{16}$  fois supérieure à n'importe quel autre matériau connu existant. Les rayonnements issus de l'annihilation sont à très haute énergie, 1 million de fois plus chauds que la surface du soleil, et ce n'est pas facile de les cantonner ou de les diriger.

Si on pouvait transformer les particules d'antimatière chaudes (c'est-à-dire à haute énergie) en antimatière froide (basse énergie), des solutions existent pour les canaliser.

En physique nucléaire, la conversion du chaud au froid passe par un « modérateur » (un échangeur de chaleur), mais les modérateurs traditionnels sont très inefficaces en rendement, 1 sur 1.000 particules d'antimatière seulement, et le modérateur le plus performant est breveté en 2015.

Ce concept pourrait être utilisé dans un Tic-Tac lui permettant de faire le tour de la Terre en quelques secondes, si l'énergie de l'annihilation était éjectée. Mais comme le Tic-Tac n'éjecte rien, l'énergie qu'il utilise n'est pas une annihilation matière/anti-matière, mais très probablement une autre méthode à forte densité d'énergie qui est juste en dessous, c'est-à-dire une énergie de fusion thermonucléaire.

Comme la fusion thermonucléaire contrôlée n'a été réussie en laboratoire qu'en 2022, et qu'on est encore très loin d'un dispositif opérationnel, je mise sur une autre méthode très compacte qui a démontré sa pertinence : la fusion thermonucléaire catalysée par l'anti-matière.

La propulsion par fusion catalysée par l'antimatière offre un avantage important. Elle est peu radioactive et la surrégénération des isotopes offre une voie pour émettre plus de protons par émission de positrons.

Cette approche permettra, après conversion de l'énergie thermique en énergie électrique, une propulsion par fusion induite par l'antimatière d'une puissance comparable aux systèmes de propulsion nucléothermique à fusion.

**Rappel sur le générateur de puissance du Tic-Tac** (texte repris sur Le vol du Hauc : un sujet obscur paru dans Good Morning N°239) :

Le Tic-Tac utilise comme générateur de puissance un minuscule réacteur de fusion catalysée par positron radioisotopique.

Vous avez déjà entendu parler de réacteurs de fusion, comme ITER par exemple (73 m de hauteur dont 60 m émergés, 120 m de large) qui sera opérationnel en 2050 et gros comme un bâtiment de plusieurs étages et qui marchera par confinement électromagnétique.

Sur le HAUC, la réaction thermonucléaire de fusion se déroule à l'intérieur d'une petite enceinte contenant du gaz Krypton pressurisé. L'enceinte contient un réseau de métaMems, chacun comparable à un composant solid-state qui reçoit en entrée un isotope, du Krypton 79, dont la désintégration spontanée en Brome 79 émet de l'antimatière par pulses (des positrons chauds et des neutrons). Dans le composant, les positrons sont dirigés vers un modérateur constitué de substrats multicouches en Palladium. Les positrons, refroidis par le substrat sont

envoyés vers des lacunes incorporant du Deutérium dense et entrent en fusion thermonucléaire avec le Deutérium dense, pour générer des particules alpha hautement énergétiques et des neutrons. Le rayonnement alpha thermalise des couches de graphène qu'un convertisseur thermoionique transforme cette énergie en électricité, tandis qu'une partie des neutrons rapides issus de la réaction de fusion sert à la surrégénération du Krypton 78 en Krypton 79 pour recréer le combustible de fusion qui est ensuite réinjecté dans le composant. Et le cycle recommence. Le surgénérateur produit également du CBr<sub>4</sub> (tétrabromométhane) avec le Brome 79, qui sert comme échangeur de chaleur pour les équipements de bord. À sa naissance le positron est à 250 keV, un million de fois plus chaud que la surface du soleil, il n'est ni contrôlable ni manipulable parce que c'est de l'antimatière.

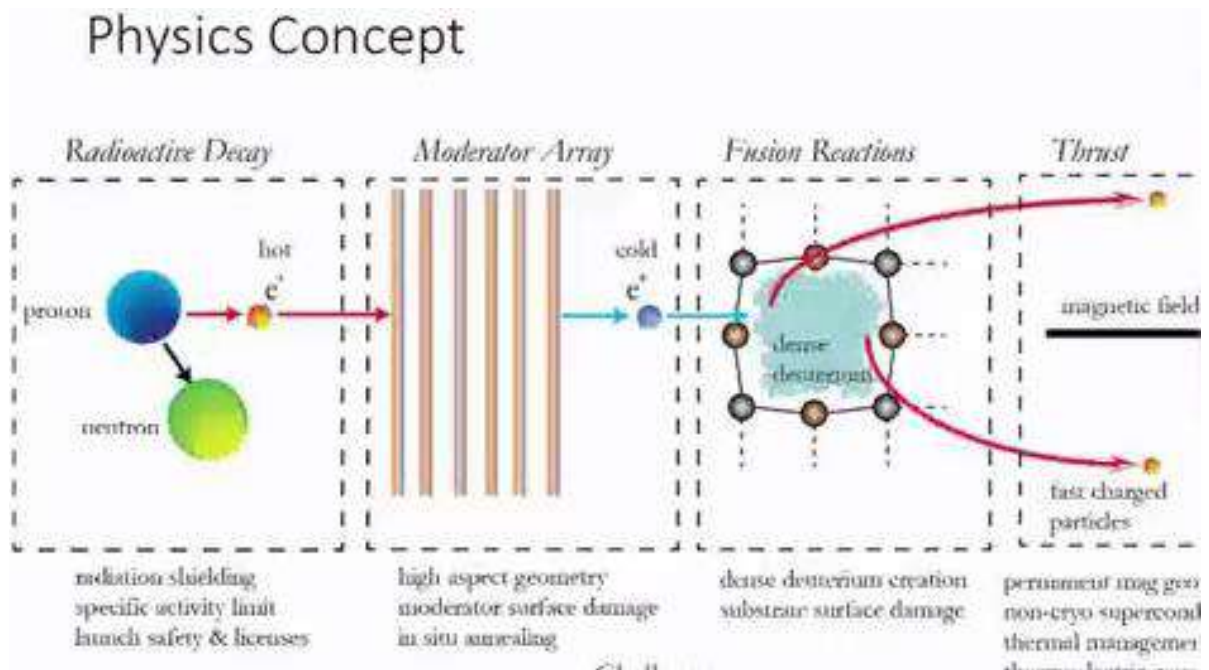
Le procédé utilisé dans le HAUC ne le stocke pas comme nos physiciens le font au CERN en le confinant par lévitation magnétique dans une bouteille de Penning. Sur le HAUC, l'énergie produite est immédiatement « refroidie », transformée en électricité, et aussitôt consommée. Le petit HAUC utilise l'énergie de fusion thermonucléaire amorcée par de l'annihilation de la matière avec de l'anti-matière, tandis que nous, pour amorcer une réaction de fusion thermonucléaire, nous utilisons l'énergie de fission d'une bombe atomique. C'est à dire que nous faisons péter une bombe atomique pour allumer une bombe thermonucléaire, et jusqu'à présent c'est la seule méthode qui marche pour produire une réaction thermonucléaire. La production d'énergie thermonucléaire et plus particulièrement la production d'antimatière et sa régénération est contrôlé par un modulateur.

La performance du système de propulsion tient non seulement de la source de positron froid mais aussi de la densité du carburant de Deutérium. Pour les positrons, il utilise des lentilles de type Einzel et des filtres de type Spider pour leur groupage et applique des potentiels en voltage et des champs pour les déplacer. Pour la séparation isotopique, il utilise des photons de lasers à haute puissance pour exciter des états rotationnels moléculaires. Pour la régénération, il utilise un système en cascade qui envoient des souffles d'ions dans des capillaires à décharge de courant. La méthode est décrite par Mills.

Le contrôle des interactions entre le pilote et le modulateur n'a pas été dévoilé mais on imagine qu'il s'opère via un contrôle mental à distance de type Neuralink. Bref, l'énergie électrique du HAUC lui permet, entre autres, d'alimenter un générateur d'onde gravitationnelle qui va réduire drastiquement son inertie ou même l'annuler.

**Principe théorique de fonctionnement** : le générateur d'énergie thermique expérimental, non embarquée, comporte 4 modules. Il est nécessaire de comprendre son principe avant de décrire celui qui est embarqué dans le Tic-Tac.

**1 – Le module de désintégration isotopique** : il sert à produire de l'antimatière en continu à partir d'un radioisotope, le sodium 22. Ce métal liquide de masse atomique 22Na a une demi-vie de 2,605 ans (le sodium ordinaire de masse atomique 23 auquel il manque un neutron, d'où 22Na). La désintégration isotopique du proton du 22Na émet un rayonnement bêta qui transmute en un neutron et une particule d'antimatière : un positron e<sup>+</sup> chaud (à haute énergie). Chaque gramme de l'isotope 22Na fournit 197 joules, selon le calcul suivant : 1 gramme.  $(6,023 \times 10^{23} \text{ atomes/mole} / 22 \text{ AMU}) = 2,74 \times 10^{22} \text{ atomes par gramme} = 434.400.000.000.000 \text{ désintégrations par seconde} \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ Joules/eV} \times 1.000.000 \text{ eV/MeV} \times 2,843 \text{ MeV/désintégration} = 197 \text{ Joules par gramme}.$



## PROPULSION MECHANISM ► Positron catalyzed fusion propulsion

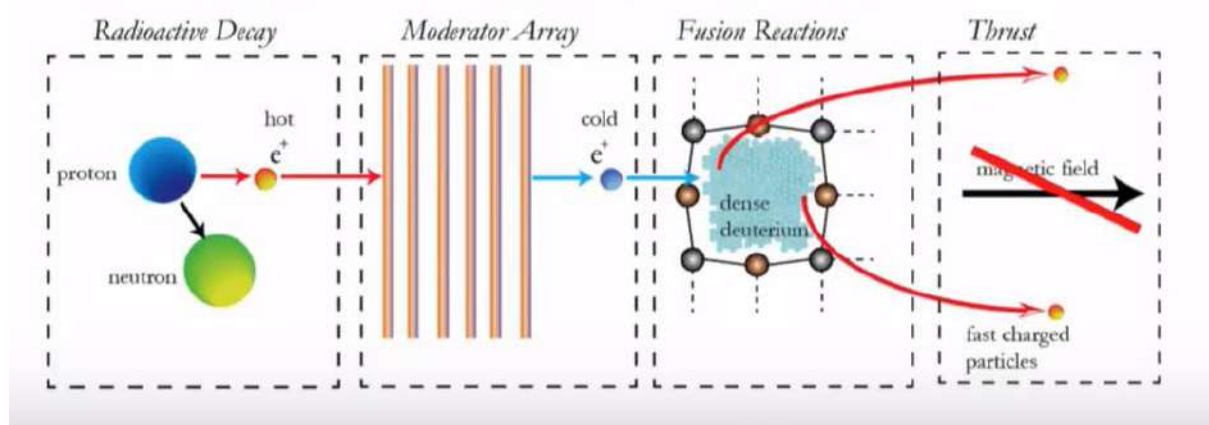


Fig.331 – Le générateur de puissance du Tic-Tac n'utilise que les 3 premiers modules, le quatrième est remplacé par un convertisseur thermo-électrique.

**2 – Le module modérateur :** Le but du modérateur est de refroidir le positron qui était un million de fois plus chaud que la surface du soleil à des conditions permettant son traitement et sa fusion dans un circuit intégré multicouche. Pour cela, il est nécessaire de lui faire traverser un sandwich multicouche de 50 plaques parallèles réalisées en un film mince de carbure de silicium qui, soumis à un champ électrique, provoque un tunnelage et donc un amassage de particules à la surface des couches. Ces particules refroidissent pour devenir des positrons froids afin de provoquer une réaction qui émet un rayonnement gamma. Au passage de chaque couche, le positron perd un peu de son énergie, jusqu'à ce qu'il devienne suffisamment froid pour être « piégé » et soutiré de la partie vide inter-couches par un champ magnétique. Les modules sont maintenus sous-vide pour minimiser la probabilité de survie

des positrons avant leur rencontre avec les électrons. Inévitablement, la plupart des positrons vont s'annihiler (exploser) à l'intérieur du modérateur, mais si 10% arrive à survivre à la sortie du modérateur, c'est déjà un résultat remarquable. Le modérateur est un circuit multicouche en carbure de silicium. Il utilise des champs électriques pour forcer chaque positron entrant à dériver et à tourner à la surface de chaque couche pour les « modérer ». Ainsi, des positrons froids sont individuellement extraits en continu pour y être envoyé sur un substrat de deutérium dense.

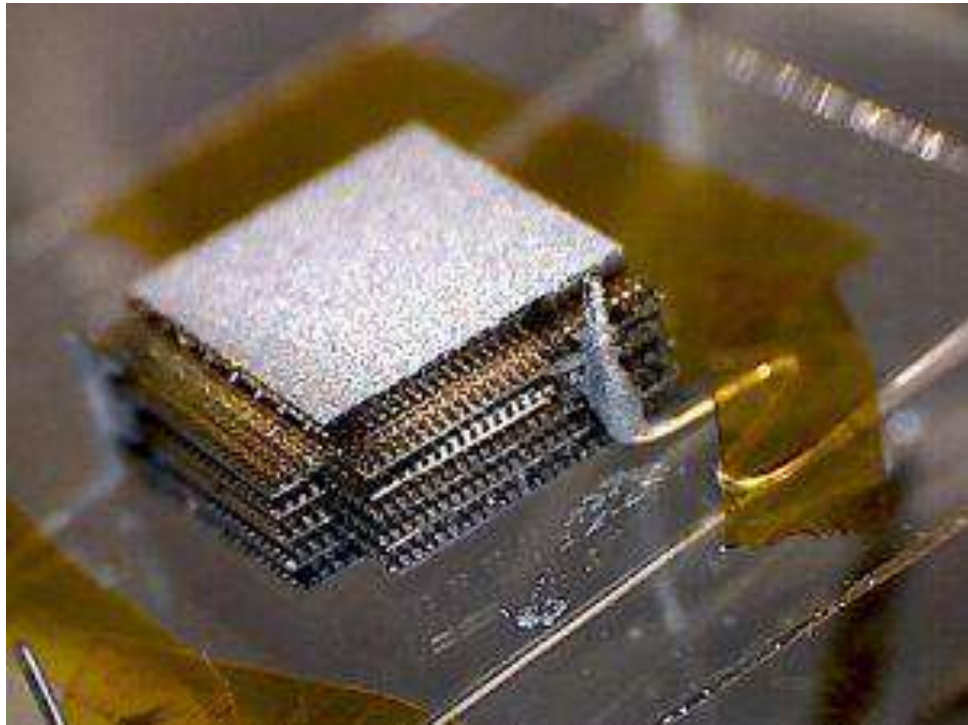


Fig.332– Le modérateur d'antimatière est un semi-conducteur fait de couches de carbure de silicium qui mesurent 3 mm de côté. Ces couches sont revêtues d'autres couches de matières parcourues de circuits électriques. L'ensemble soumet le positron impacté à toute une série de transformations.

Les positrons obtenus par fusion sont basés sur le principe d'une fusion par capture de neutrons sur une couche mince de deutérium dense déclenchée par positron. On peut créer des clusters de deutérium dense sur un substrat métallique.

La réaction de fusion génère des particules alpha hautement énergétiques qui sont ensuite accélérées et expulsées à très haute vitesse, créant la poussée. La fusion du deutérium produit des neutrons en sous-produits, qui à leur tour génèrent des isotopes instables qui se désintègrent, menant à une production additionnelle de positrons. Une fois initialisée, cela devient un processus de surgénération isotopique auto-entretenu.

Des mesures effectuées sur une fusion catalysée par positrons fournie par un radioisotope ont montré qu'il est possible d'avoir une  $I_{sp}$  de  $10^6$  s.

En 2017, les sources de positrons disponibles produisent  $10^9$  positrons froids par seconde. A ce rythme, il faudrait 10 millions d'années pour fabriquer 1 milligramme de positrons. Il faudrait donc inventer de nouvelles méthodes de production. Aujourd'hui certaines sociétés pensent pouvoir abaisser de moitié le coût d'antimatière à 12,5 milliards de \$ le gramme,



conduisant à un coût énergétique de l'ordre de 1 centime par kilowatt/heure. L'Université de Washington a réussi en 2014 à concevoir un nouveau piège à positrons dont chaque élément ne fait que quelques dizaines de microns. Ces pièges abaissent de manière significative la barrière de potentiel des pièges précédents de type Penning-Malmberg arrangés en parallèles avec un simple aimant. Les expériences conduites sur un piège constitué de 20.000 microtubes de 50 microns de diamètre ont été très positives, ouvrant de nouvelles promesses dans la manipulation de plasma neutre à haute densité d'énergie. Les simulations conduites sur ces structures montrent que si elles sont plongées dans un champ magnétique de 7 Teslas, les positrons pourront être conservés indéfiniment avec seulement une consommation de 10 volts pour un confinement de densité 160 millions de positrons par centimètre cube.

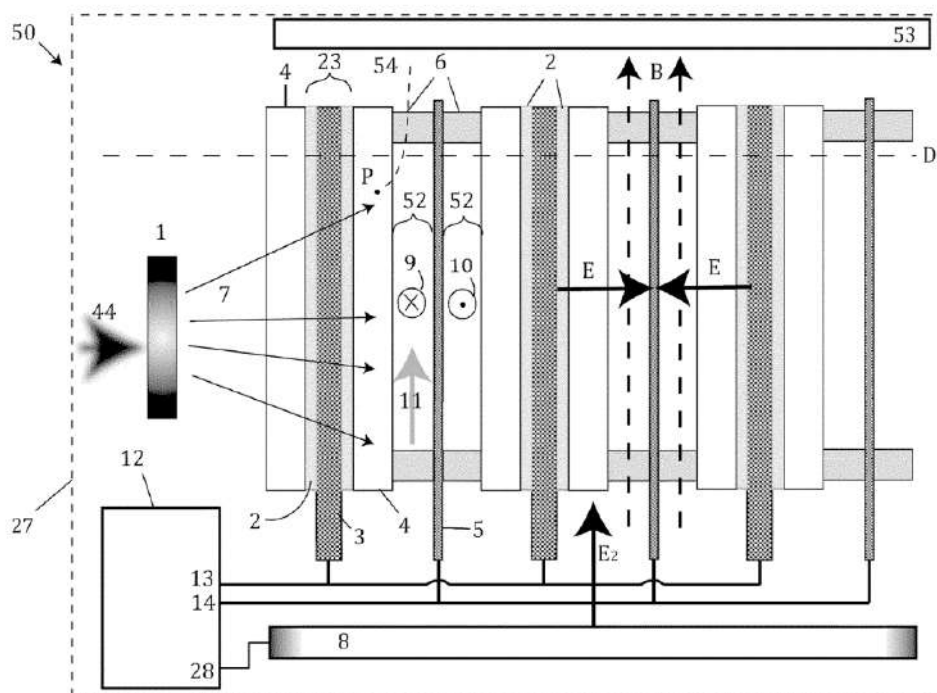


Fig.333 - Description technique du modérateur : le dispositif peut contenir une structure consistant en plusieurs rangées d'électrodes planaires, séparées par du vide entre chaque électrode. Cette structure de type semi-conducteur peut être contenue dans une enceinte sous vide. La source de positron peut être disposée de manière adjacente à cette structure, où les électrodes peuvent servir de source de positrons par production de particules paires grâce au bombardement de photons à haute énergie, d'électrons ou de neutrons. Les positrons de cette source peuvent être implantés à l'intérieur des matériaux du modérateur et ramenés aux surfaces du modérateur sous l'influence des champs électriques produits par les électrodes. Les positrons peuvent être émis à partir des surfaces des matériaux du modérateur, et peuvent être confinés par des champs électriques et magnétiques orthogonaux quand ils s'amassent dans l'espace vide situé entre les cathodes et anodes, prêts pour l'extraction.

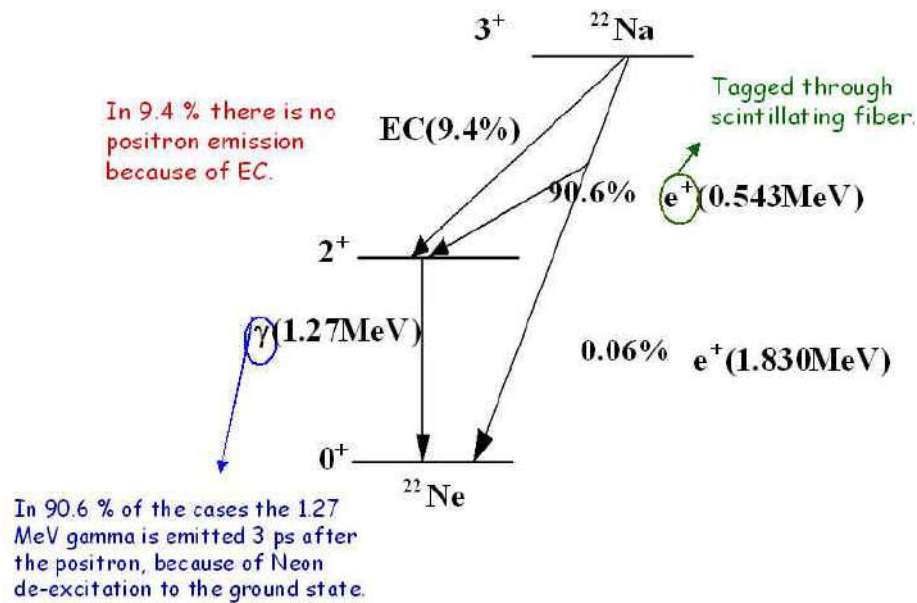
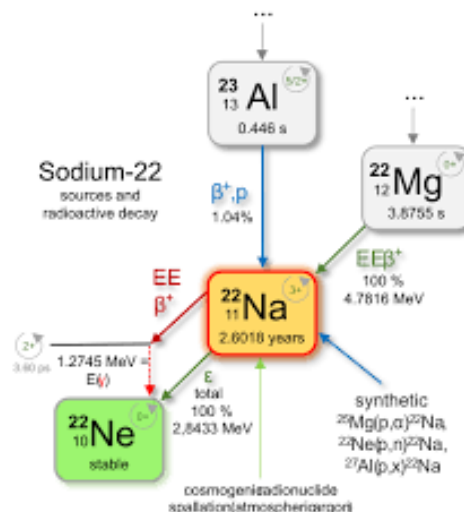


Fig.334 – Réaction de fusion catalysée par positrons : A titre d'exemple, pour une source radioactive comme le sodium 22, environ 90% des positrons passent dans le modérateur sans être refroidis, 9% des positrons s'annihilent dans la masse du modérateur, et jusqu'à 1% des positrons sont thermalisés (refroidis) et émis à partir de la surface des matériaux du modérateur. Le défi pour un modérateur solid-state est de minimiser la perte due à l'annihilation, tout en gardant une structure suffisamment épaisse pour thermaliser une part significative de positrons. L'épaisseur optimale pour les modérateurs à film mince est de l'ordre de quelques microns.

**3 – Le module réactions de fusion :** Dans celui-ci, l'antimatière froide est dirigée vers un produit fissile pour obtenir une réaction de fusion nucléaire. Le positron froid va percuter un substrat (un film) dense de deutérium, laminant sa surface par ablation, fournissant des particules très rapides chargées (ions). La réaction de fusion est ici utilisée pour transformer l'énergie cinétique des rayons gamma produite par le flux des antiparticules en particules chargées. Les particules chargées sont vectorisables par un champ magnétique.

Emission de positron =  $\text{Na} \rightarrow \text{Ne} + 1 e^+ + 0.94 \text{ MeV d'énergie cinétique}$



Annihilation de positron =  $e^+ + \text{matière} \rightarrow \text{pion (5\%)} \text{ ou kaon (95\%)}$   
 Désintégration du kaon = kaon  $\rightarrow \text{muon (80\%)}$  en 20 nanosecondes  
 Capture du muon = muon + Deutérium ou Tritium  $\rightarrow \text{mD or mT}$   
 fusion (1) = mD + T  $\rightarrow {}^4\text{He} + {}^1_0\text{n} + \text{muon (non-consumé)}$  (0.01 – 0.1 nsec)  
 fusion (2) = mT + D  $\rightarrow {}^4\text{He} + {}^1_0\text{n} + \text{muon (non-consumé)}$  (0.01 – 0.1 nsec)  
 fusion (3) = mD + D  $\rightarrow {}^3\text{He} + {}^1_0\text{n} + \text{muon (non-consumé)}$  (0.07 – 1.5 nsec)  
 désintégration muon = muon + temps de délai  $\rightarrow \text{electron} + \text{neutrinos}$  (2.200 nsec)

$^{22}\text{Na}$  (sodium avec un déficit de un neutron) a une demi-vie de 2.6 ans.



Fig.335 - La fusion catalysée par positrons versus fusion catalysée par les muons.

Les muons sont des particules subatomiques instables. Ils sont similaires aux électrons, mais les particules muons sont 207 fois plus massifs. La fusion par muon est handicapée par le problème de collage alpha, qui pour le moment n'est pas encore bien compris.

Le problème de collage alpha c'est qu'il y a environ 1% de probabilité qu'un muon « colle » à une particule alpha qui résulte de la fusion nucléaire deutérium-tritium, enlevant effectivement le muon du propre processus de catalyse par le muon. Les mesures récentes montrent une probabilité de collage alpha inférieure, de l'ordre de 0,3% à 0,5%, qui peut signifier qu'entre 200 à 333 fusions de deutérium-tritium sont catalysés par un muon. Le Los Alamos Meson Physics Facility arrive à faire 150 d-t fusions par muon.

Malheureusement, même à 333 fusions par muon, on n'arrive pas encore au point mort (break-even). Et même si on atteint le break-even (point de retournement), l'efficacité de conversion de l'énergie thermique en énergie électrique est de seulement 40%. Une fusion catalysée deutérium-deutérium par le muon est seulement capable de catalyser  $1/10^{\text{ème}}$  du nombre de deutérium-tritium catalysé par le muon, que chaque muon est capable de catalyser dans une mixture à part égale de deutérium et de tritium ; et chaque d-d fusion ne produit que  $1/5^{\text{ème}}$  de la production de chaque d-t fusion, ce qui rend la perspective d'une émission utile d'énergie de fusion à partir d'une catalyse d-d par le muon 50 fois pire que la perspective déjà faible d'une émission d'énergie de fusion à partir d'une catalyse d-t par le muon.

Cependant, le Tic-Tac a besoin d'un générateur de puissance électrique par fusion nucléaire amorcée par l'anti-matière et non d'une propulsion par fusion thermonucléaire. Le taux de fusion pour une fusion du deutérium-deutérium catalysée par muon est estimée à seulement 1% du taux de fusion du deutérium-tritium catalysée par muon, mais cela donne encore environ une fusion nucléaire du deutérium-deutérium toutes les 10 à 100 picosecondes.

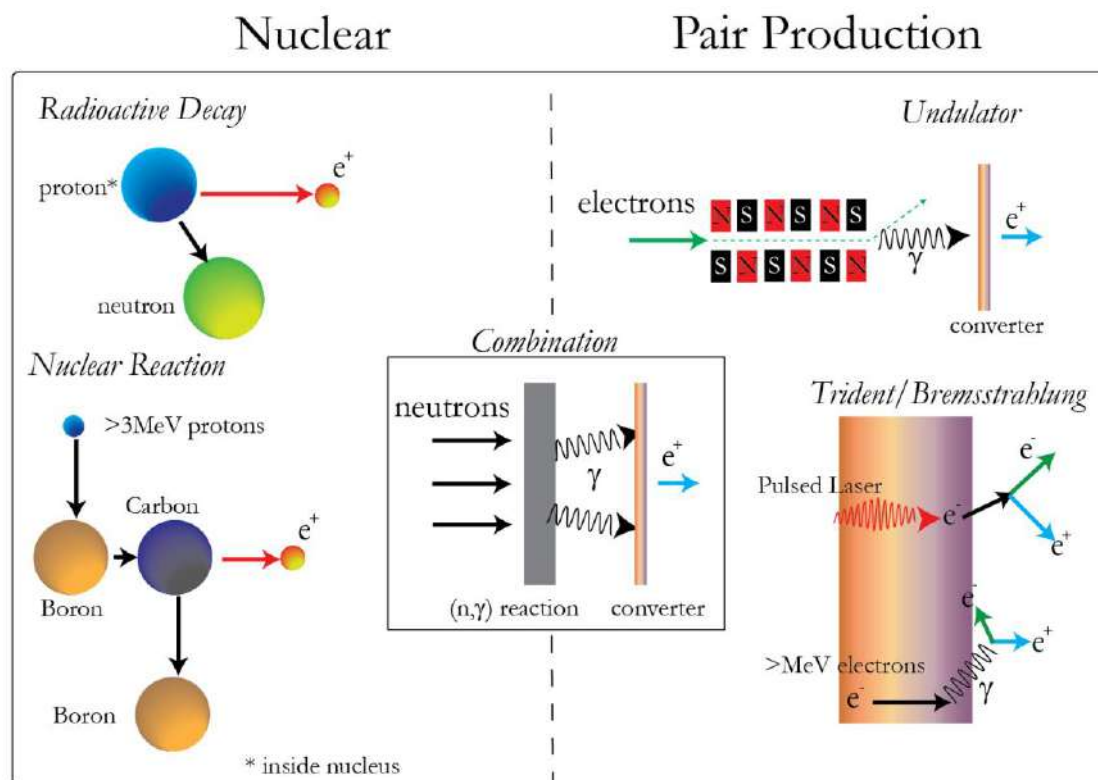


Fig.336 – *Fabrication de l'antimatière : la plupart des sources de positrons utilise le couplage (P,N) ou (N, Gamma) dans des réacteurs nucléaires ou des accélérateurs de particules ou des installations industrielles de lasers pour produire un isotope émetteur de positrons. Pour des besoins de propulsion, la méthode la plus simple, la plus légère pour obtenir de l'antimatière est de prendre un isotope qui se désintègre (décaye) lentement pour donner naturellement un flux continu de positron. Les isotopes qui décayent en positrons sont NA22, CO58, Kr79, etc.*

Plus récemment, il a été démontré que des positrons peuvent être créés par d'intenses pulsations laser en utilisant le processus de Trident/Bremsstrahlung. Au LLNL, par un tir



unique du laser Titan,  $2 \times 10^{10}$  positrons ont été créés. Des concepts de propulsion de fusion par catalysation de positrons ont été développés en se basant sur ce concept, mais la performance de ce système est limitée par l'inefficacité de la conversion des photons laser en positrons ( $10^{11}$  positrons/kJ), et les exigences pour modérer et canaliser les positrons très énergétiques ( $> \text{MeV}$ ) vers le carburant de fusion. Si un laser embarqué doit être utilisé pour une mission interplanétaire, la masse du laser requis pour générer l'allumage de la fusion va réduire considérablement la performance globale.

L'interaction de l'anti-matière avec la matière produit une annihilation, c'est-à-dire la conversion de l'énergie cinétique et de la masse restante des deux éléments en contact en radiations électromagnétiques.

Le diagramme de Feynmann décrit les trois cas d'annihilation pour un électron et un positron :

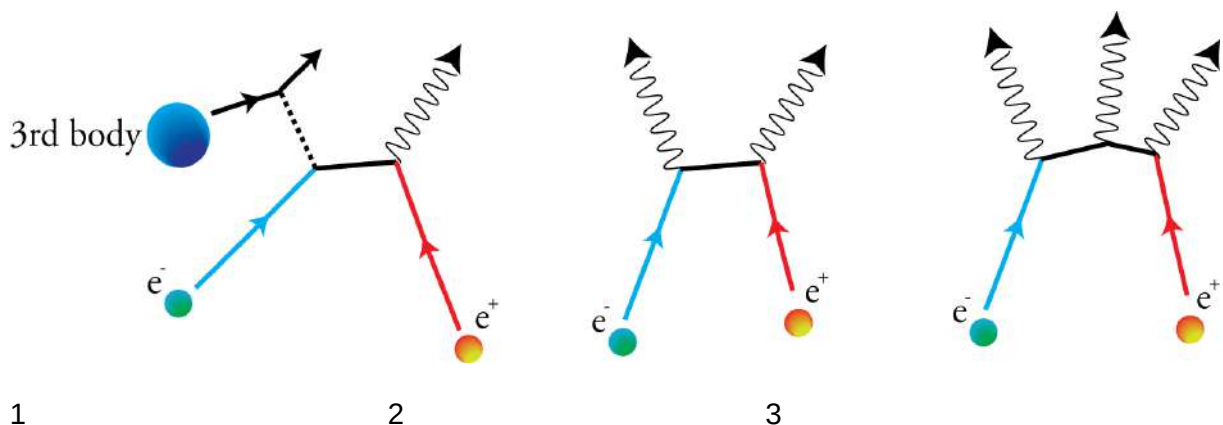


Fig.337 – Diagramme de Richard Feynman montrant les 3 événements 1, 2, 3 d'annihilation pour 1, 2 et 3 photons. Les électrons sont représentés par des flèches droites et les photons par les flèches ondulées. Le temps s'écoule de bas en haut. La figure du centre montre une collision d'un électron et un positron produisant deux photons.

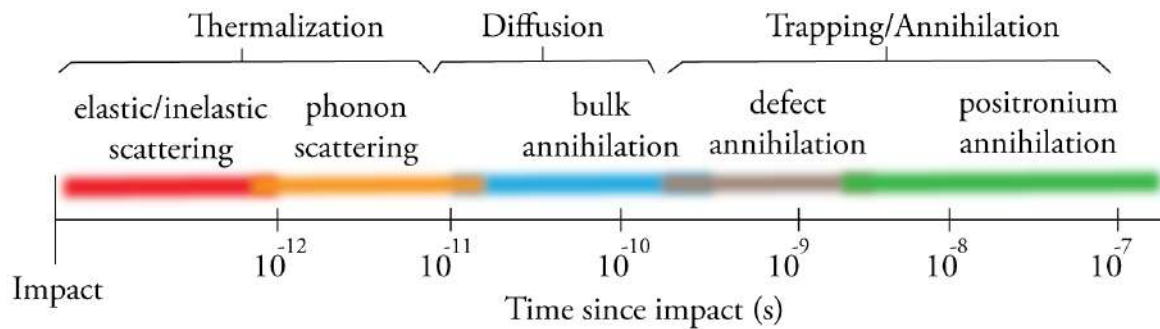
1/- L'annihilation d'un photon n'est possible qu'en présence d'un 3<sup>ème</sup> corps, typiquement un électron ou un nucléon qui peut absorber le mouvement de recul obligé par la conservation de la quantité de mouvement. Mais la probabilité de cet événement est rare, au moins 100 fois plus faible pour 3 photons que pour 2 photons. Cependant, elle peut être calculée en multipliant l'événement par une fraction de la constante de la fine structure ( $1/137$ ).

2/- Dans la matière, l'annihilation produit des photons de haute énergie (rayons gamma). A raison de  $90 \text{ MJ}/\mu\text{g}$ , c'est le processus de création énergétique le plus fort connu dans l'univers. Dans un métal, l'annihilation se produit en moyenne, en quelques centaines de picosecondes ( $10^{-12} \text{ s}$ ).

3/- Dans les isolants ou les semi-conducteurs volumineux, le positron peut se combiner avec un électron pour former un atome de **positronium**, qui est la forme liée d'une paire électron-positron, c'est-à-dire matière et antimatière.

### Durée de vie d'un positron

Lors de l'impact de l'antimatière avec la matière, il se produit 3 à 4 transformations dont l'ensemble (6 sous-étapes) peut durer en 6 ordres de magnitude dans le temps.



Une fois thermalisé, le positron peut s'annihiler ou se diffuser dans le « Vrac ». La diffusion signifie que le positron va se trouver rejeté par les nucléons environnants et errer un bon moment entre les noyaux et les réseaux d'atomes comme dans un jeu de ping-pong. Le positron peut être éjecté de la surface d'une matière si celle-ci possède une fonction de travail négative (work function : repoussage dû au potentiel électrostatique de l'état de surface d'un matériau contaminé ou d'un cristal). Propriétés qui permettent de fabriquer des modérateurs de positrons.

### Modérateur d'antimatière

En 1958 - Le chrome-mica permet de modérer un positron chaud (rapide) en positron froid (lent = 0,5 Ev).

En 1988 - Les cristaux dopés au gaz de terres rares (rare gas solid state crystals) peuvent modérer des positrons avec une grande efficacité (1%).

En 1979 – La technique FAM (Field Assisted Moderation) permet d'allonger le trajet d'errance d'un positron dans un diamant dopé à l'or. Ce trajet était jusque là limité à quelques centaines de nanomètres. Mais l'annihilation du positron sur le dépôt d'or empêchait d'aller plus loin. Les positrons ainsi produits ne thermalisent quasiment plus, ont une vitesse de dérive plus grande.

En 2015 – Un nouveau brevet augmente l'efficacité de la modération de 20 ordres de magnitude.

Un positron qui vient de naître est si chaud (250 keV ou 1 million de fois plus chaud que la surface du soleil) qu'il est difficilement manipulable et contrôlable. Pour le contrôler, le nouveau brevet utilise un FAM qui se présente sous la forme d'un circuit intégré solid-state avec des semi-conducteurs à larges bandes interdites en Arsénure de Gallium et Carbure de Silicium gravés en multicouches sur un substrat métallique. Ces gravures, lorsqu'elles sont sous tension, forment de forts champs magnétiques et électriques croisés qui forcent les positrons à dériver pour les modérer avant de les « extraire » par pulsations pour les envoyer sur une cible de fusion. Les positrons chauds sont générés à partir des couches de krypton 79 Kr enrichis et congelés sur une surface métallique adjacente à une structure de modérateurs. L'épaisseur de la source est minimisée et le facteur d'enrichissement est maximisé afin de réduire l'auto-absorption des positrons émis.

Pour ralentir plus efficacement encore les positrons, et arriver à fabriquer un faisceau d'antimatière à la température ambiante, il faut exploiter à fond la technologie des gaz rares, qui a démontré ses preuves.

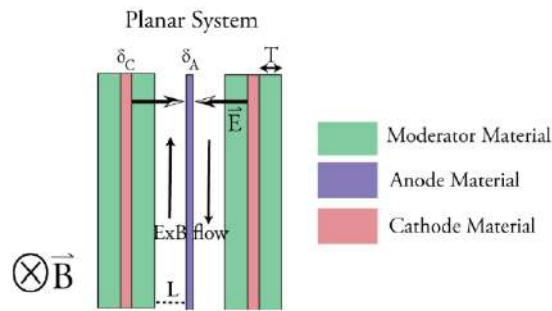


Figure 1.4 2D cross sectional view showing direction of ExB flows and moderator stack dimensions

Fig.338 – Semiconducteur à réseau plan servant à la modération et à l'extraction de l'antimatière.

Une des méthodes consiste à « piéger » la source de positrons dans un tampon à gaz (buffer gas trap), dans lequel par des collisions successifs les positrons vont considérablement perdre leur énergie cinétique jusqu'au point où on peut les enfermer dans un puit électromagnétique. Quel est ce gaz ? C'est un gaz froid, du tétrafluorure de méthane (CF<sub>4</sub>) ou du nitrogène (azote N<sub>2</sub>) qui ont servi de réfrigérant. Mais en aérospatial, on peut faire beaucoup mieux, plus léger dans des dimensions compactes en utilisant une autre méthode, utilisant des gaz binaires par exemple.

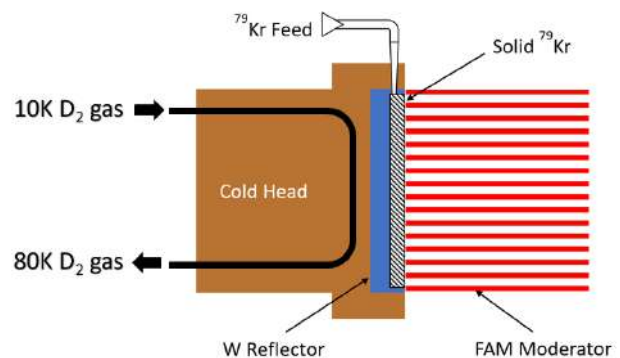
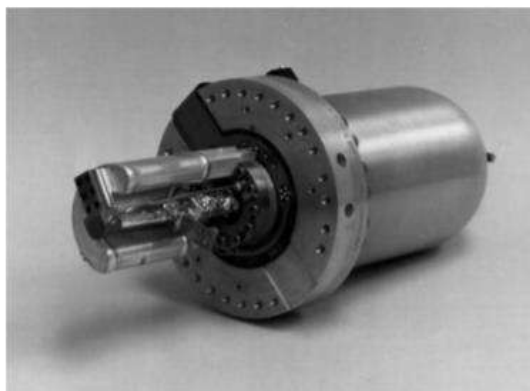


Fig.339 – A gauche, exemple de refroidisseur cryogénique pulsé pour application spatiale. A droite, un semi-conducteur à réseau plan en tungstène et SiC (carbure de silicium) pouvant atteindre un taux d'efficacité de 60% contre 1% actuellement.

**Limites du stockage :** la limite fondamentale de tout système de faisceaux de particules chargées est la limite spatiale de charge. Ceci survient quand la densité de la charge devient si élevée que le faisceau d'énergie inter-agit avec lui-même. Dans un piège à particule communément utilisé en physique de faisceaux de positrons, les densités des charges des forces répulsives sont contrebalancées par les électrodes de fin de course (end-cap electrodes). Comme les densités de charge augmentent, le potentiel des électrodes requis pour les contenir doit augmenter aussi. Finalement, des potentiels irréalistes sont requis. En plus, le confinement en direction radiale nécessite un champ magnétique. Ceci ajoute une autre limite fondamentale de densité au piège, appelé « la limite de Brillouin ». La limite de Brillouin exige que l'énergie emmagasinée dans la masse restante des particules soit **toujours inférieure** à l'énergie emmagasinée dans le système de confinement magnétique. Ceci est la

raison principale de la performance relativement basse des « pièges » à antimatière utilisés en propulsion spatiale.

Les deux défis d'un système de propulsion à anti-matière sont :

- Production et stockage de l'antimatière
- Conversion des produits de l'annihilation en force propulsive.

Pour résoudre ces deux défis, on peut utiliser l'énergie de l'annihilation pour catalyser une réaction de fusion nucléaire, dont le résultat en particules chargées rapides va fournir la poussée.

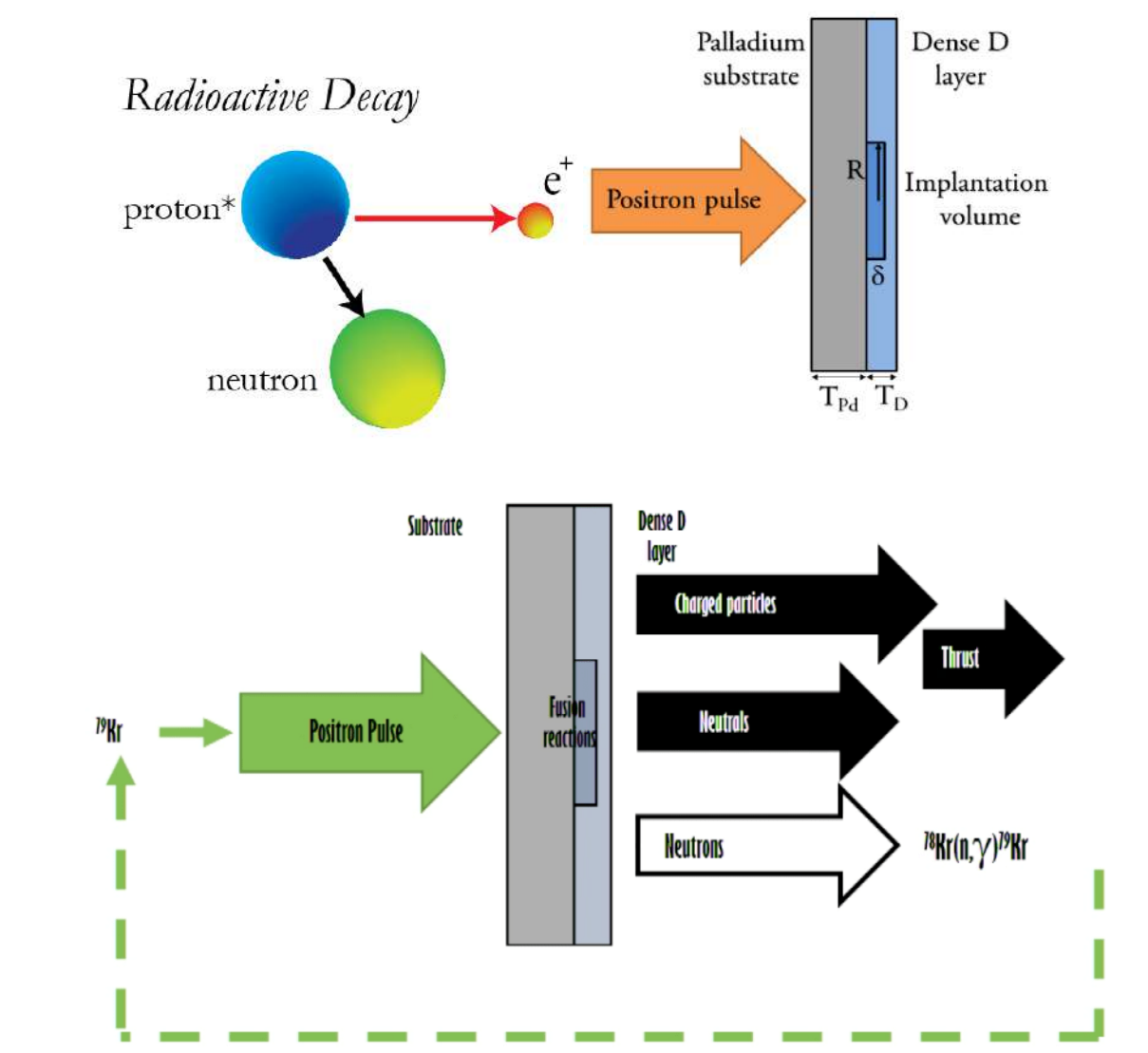


Fig.340 – Le cycle de fonctionnement du générateur : un radioisotope (Kr79 ou NA22 ou un autre isotope) se désintègre en un pulse de positron chaud dans un modérateur constitué d'un substrat de palladium et de couches denses de deutérium. Les positrons désormais refroidis entrent en réaction de fusion avec le deutérium. Les produits de la réaction tels que les particules chargées et particules neutres servent à produire de l'électricité via un convertisseur thermoélectrique. Les produits de la réaction tels que les neutrons et les rayons gamma



servent à régénérer du Krypton 78 en Krypton 79 pour régénérer le cycle de production de carburant.

### Système de faisceau de positron

Le but de ce système est de générer des impulsions de positrons et de les focaliser sur une cible de fusion. Le système est composé de 3 sections : accumulateur, compresseur, impulseur.

**Optimisation de l'implantation du positron :** pour s'assurer qu'une grande fraction de positrons implantés s'annihile sur l'interface de la couche de deutérium dense posée sur le substrat, il faut déterminer l'implantation qui optimise l'énergie et l'épaisseur du substrat. Cette opération est calculée par simulation, en appliquant les techniques de Monte-Carlo sur des profils de Makhov et le code ordinateur Penelope. L'algorithme de simulation est basé sur un modèle de diffusion qui combine des bases de données numériques avec des modèles de calcul probabiliste des différents mécanismes d'interactions avec des niveaux d'énergies allant jusqu'à 1 GeV.

**Transmission/Réflexion :** un positron incident sur une surface solide peut se réfléchir, se disperser ou rentrer dans la matière. La réflexion (ou renvoi) réduit les performances du système de propulsion. Le renvoi d'un positron due à une diffusion ou rétrodiffusion nucléaire est similaire à celle d'un électron avec seulement pour différence la force de répulsion atomique du noyau à la place d'une attraction pour le cas d'un électron. Une élévation rapide du coefficient de renvoi peut signifier un problème d'état de surface. La portion réfléchie peut être recapturée pour minimiser la perte en positrons.

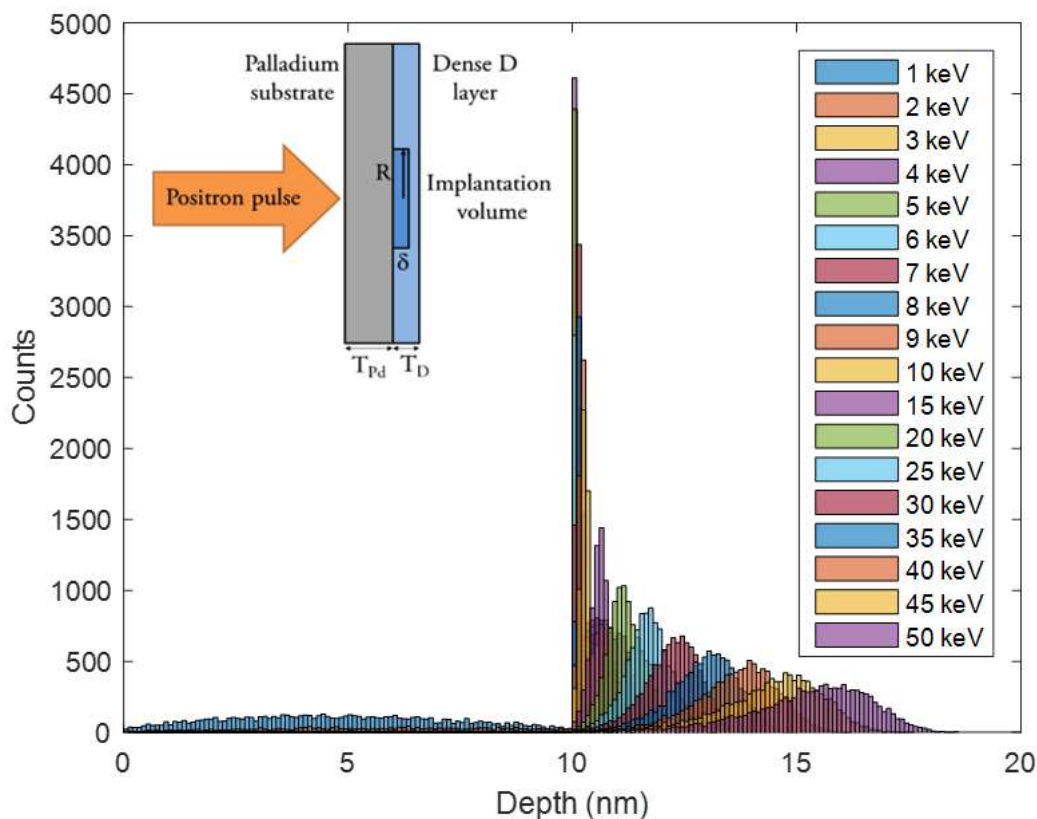


Fig.341 - Profil énergétique de l'injection de positrons en entrée et sortie du modérateur, montrant l'implantation de positrons dans une structure plane avec  $T_{pd} = TD = 10$  nm pour des gammes d'énergie de 1 A 50 keV.

Les positrons dont l'énergie se trouve entre 4 et 7 keV entrent dans le modérateur et thermalisent en partant du haut sur une longueur de 1 nm de la couche de deutérium dense, après avoir traversé 10 nm de substrat de palladium.

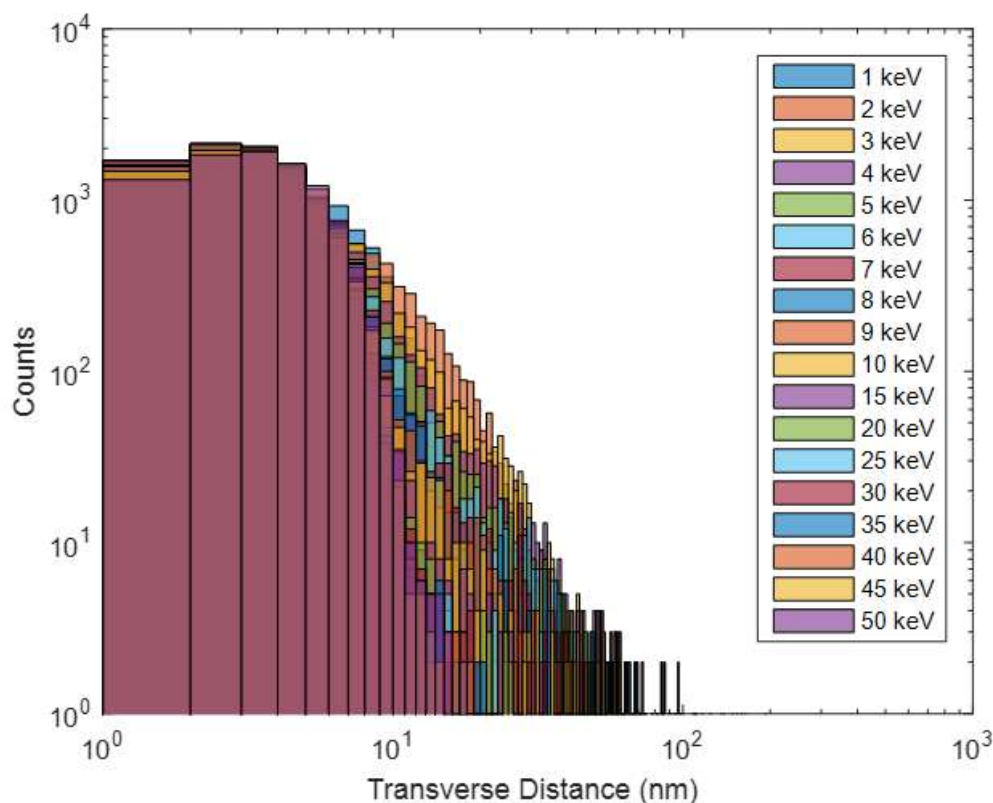


Fig.342 – Expansion radiale du faisceau de positrons à l'intérieur du substrat carburant ( $T_{pd} = TD = 10$  nm) en fonction de l'incidence du faisceau d'énergie du positron.

L'expansion du faisceau dans la direction transverse est plus étroite quand le faisceau a plus d'énergie, et les positrons à haute énergie se diffusent plus vers l'avant. L'extension transverse des positrons à haute énergie (50 keV) est efficacement gelée à l'interface Pd – deutérium.

Donc, selon les résultats de PENELOPE, un faisceau de positrons d'une énergie cinétique de 4 à 7 keV peut être injecté dans un substrat de Palladium chargé de deutérium dense situé à 10 nm en-dessous de la surface, avec un rendement de 94%. Ces positrons vont thermaliser avec le substrat sur une longueur de 1 nm. L'expansion radiale du faisceau incident, dûe à la thermalisation avec le substrat mène à une expansion transverse de 5 à 10 nm.

### Ignition de la microfusion par annihilation de positron

L'ignition rapide est une technique prometteuse pour générer une fusion par confinement inertiel, où le deutérium et/ou Tritium sont d'abord comprimés avec un ensemble laser à des densités supérieures à 100g/cm<sup>3</sup>, puis d'un deuxième pulse laser ou faisceau d'ions allumant

une partie du carburant comprimé, l'allumage de la fusion se propageant alors dans toute la bille de carburant.

Des travaux antérieurs sur le confinement inertiel par faisceau d'ions donnent un ordre de grandeur suffisant sur les exigences de dépôt d'énergie pour déclencher une brûlure de fusion dans un carburant Deutérium-Deutérium. Pour une ignition rapide, il faut l'impact d'un faisceau de deutérons contenant  $10^{18}$  ions/cm<sup>2</sup> sur une feuille de Palladium de 10 nm d'épaisseur, chargée avec des clusters (regroupements) de deutérium.

Le concept RPP, dans lequel le momentum d'annihilation positron/électron se transfère à un deutéron, a des similarités avec le concept de la fusion par confinement inertiel par faisceau d'ions. On peut faire une estimation de la première ignition par faisceau de positrons, en supposant  $R = 0,1$  et un diamètre du faisceau de 50  $\mu\text{m}$ .

Dans ce cas, l'ignition se déclenche avec une impulsion de  $2,5 \times 10^{11}$  positrons.

### Critère de Lawson

Une autre façon de provoquer l'ignition de fusion est d'utiliser le Critère de Lawson pour estimer la densité, la température et les durées de confinement pour atteindre l'allumage. Sans entrer dans les détails du calcul, on peut dire que le Critère de Lawson est rempli avec un faisceau de positrons de  $> 200$  ns.

### Modélisation

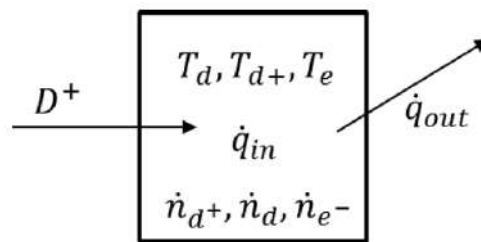


Fig.343 – Modèle Zéro-D du contrôle de l'ignition de la cellule de fusion

Le modèle de la fusion catalysée par positrons a été développé en utilisant les résultats des mesures effectuées sur les probabilités de transferts de momentum de l'annihilation. Le modèle prend en compte les sections transverses des pertes d'énergies, d'ionisation, de fusion des bases de données les plus récentes. Le modèle indique qu'un pulse de  $10^{11}$  positrons est suffisant pour générer des microfusions dans une cible de deutérium solide.

Au niveau fondamental, le système de propulsion est basé sur un positron annihilant un électron de valence du Deutérium, laissant derrière lui un ion deutérium de 1,02 MeV, un Deutéron donc. Ce deutéron va entrer en collision avec le carburant qui est du deutérium dense placé dans son entourage. Quelques-unes de ces collisions sont suffisamment énergétiques pour que les deux noyaux fusionnent. La fusion peut mener à une production de tritium ou à un des deux isotopes de l'hélium. La fusion est une réaction exothermique, et va échauffer de plus en plus le carburant, l'allumer et déclencher d'autres réactions de fusion. Dans le même temps, des processus tels que le rayonnement, l'ionisation, ou le transfert du momentum moins énergétique produisent un mécanisme de perte d'énergie. Pour que la fusion s'auto-entretienne elle-même, l'énergie créée par la fusion de réaction doit dominer sur

les pertes. Pour simplifier l'analyse, le processus d'annihilation peut être négligé, et on peut dire qu'une population de deutérons énergétiques a été injectée dans une couche de deutérium froid. On peut alors utiliser les équations de conservation d'énergie pour modéliser l'évolution dans le temps des différents éléments, en températures et en densités. Si nous laissons de côté les variations spatiales, le modèle mène à une approximation zéro-dimensionnelle, dans laquelle le volume de contrôle est une simple « cellule de fusion ».

Les deux flèches montrent l'énergie entrante et sortante du système. On s'en sert pour calculer l'évolution des températures et densités des matériaux se trouvant à l'intérieur de la cellule. Du fait de sa nature zéro-dimensionnelle, ce modèle ne nous permet pas d'étudier les processus qui dépendent de la variation des propriétés spatiales, tels que la conduction thermique par exemple. Une autre perte d'énergie est due au rayonnement Bremsstrahlung. Ce rayonnement qui survient dans le plasma provient des particules chargées qui interagissent entre-elles quand elles commencent à ralentir. Cette perte n'est pas prise en compte dans le modèle.

Les collisions élastiques entre les éléments transfèrent aussi de l'énergie qui peut être calculée par les équations de Bird.

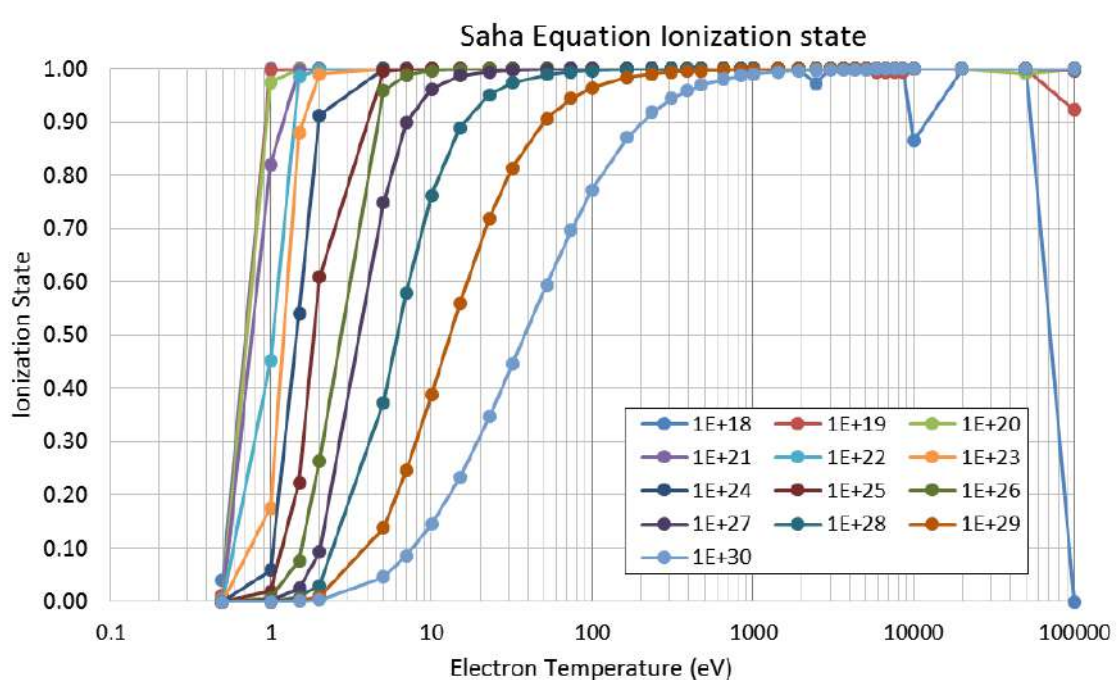


Fig.344 - L'ionisation agit comme un puit d'énergie et doit être calculée par l'équation de Saha.

### Concept technologique

La génération de puissance par fusion catalysée par l'antimatière fonctionne par injection de positrons dans une région possédant une très forte densité de deutérium. Le couplage de l'annihilation positron-électron avec un treillis de deutérons piégés fournit une impulsion d'énergie cinétique, un « coup de pied » en quelque sorte. Ce processus d'expulsion est la base du mécanisme d'accélération des ions deutérium par utilisation de positrons. Les deutérons accélérés ont suffisamment d'énergie cinétique pour fusionner avec les autres deutérons du substrat. Ainsi, la haute densité d'énergie du positron est convertie en énergie cinétique du deutéron, menant à une réaction de fusion nucléaire.



Les produits de ces réactions de fusion produisent la force thermique. Les neutrons expulsés de la réaction de fusion sont capturés dans une couverture de buse (nozzle blanket) pour produire un radioisotope producteur de positrons, qui est enrichi et déposé sur une couche-substrat produisant plus de positrons et plus de poussée. Ce « régénérateur » du cycle de « carburant » évite l'obligation de stoker une grande quantité d'antimatière et permet le démarrage avec une quantité minimale de radioisotope.

### Couplage d'énergie d'annihilation du positron

Il a été postulé que l'annihilation positron-électron peut induire des réactions de fusion dans les isotopes d'hydrogène. Ce dispositif de « coup de pied », similaire à un processus d'excitation nucléaire décrit par Raghavan et Mills, a été démontré expérimentalement pour produire des noyaux environnants en états métastables.

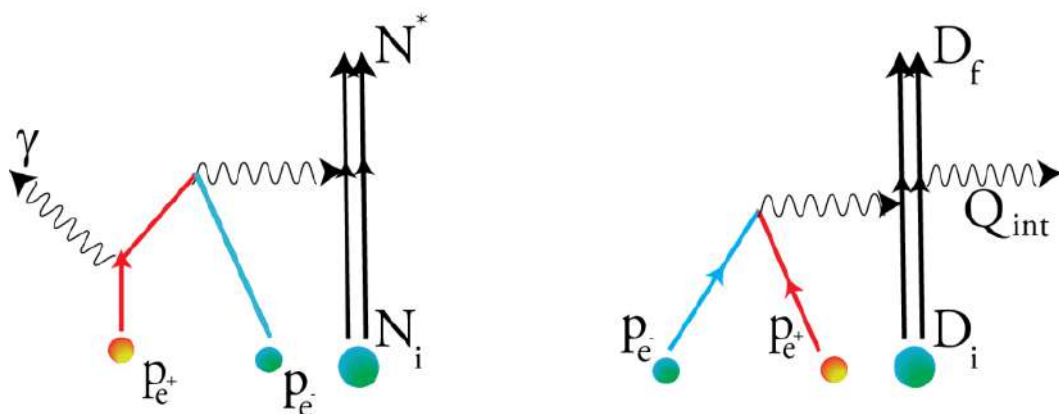


Fig.345- A gauche, diagramme de Feynman d'un processus d'excitation nucléaire inélastique. A droite, le processus de Morioka.

Le diagramme de Feynman de droite montre un processus d'excitation nucléaire similaire, dans lequel un photon donne une grande quantité d'énergie cinétique à un deutéron piégé, théorisé par Morioka. Le taux de fusion  $\Lambda F$  exposant D est égal à R multiplié par  $\Lambda F$ , dans lequel R est la section transverse (cross average ou probabilité) moyenne du spin non-relativiste pour le process de transfert du momentum (quantité de mouvement) décrit ci-dessus. Bien que la valeur de R dépende des caractéristiques du matériau avec lequel on fabrique le substrat, il a été calculé R comme étant à peu près égal à  $10^{-3}$  pour des paramètres atomiques raisonnables. Les mesures initiales de cette probabilité indiquent que R est proche de 0,1. Les valeurs de R plus fortes que celles attendues ne sont pas encore expliquées. Cependant, la théorie de Morioka à l'origine ne prend pas en compte plus d'un atome dans la vacance du treillis (latice vacancy). En l'état, la densité locale et l'état quantique jouent probablement un rôle dans la probabilité de transfert de la quantité de mouvement de l'annihilation.

A partir du moment où ce transfert s'est produit sur le deutéron, la réaction de fusion est probablement déterminée par la section transverse (probabilité) de la fusion deutérium-deutérium et du nombre (chiffre indicateur) de densité du deutérium environnant.

### Allumage

En combinant l'état de surface du deutérium dense avec une pulsation intense de faisceau de positrons, l'objectif est de générer un allumage de fusion sur une cible plane. La physique de la fusion inertielle est une science récente, et la plupart des concepts reposent sur une cible sphérique, non plane. Afin d'atteindre les températures et les densités adéquates, des lasers compriment le carburant de fusion. Ce processus mène à des inefficacités (instabilités de Rayleigh-Taylor) dans les brûlures (allumages) de fusion, et rendent difficile l'atteinte au seuil de rentabilité (break-even) de la production d'énergie. Pendant la compression de la cible de fusion, des densités approchant  $10^{22}$  g/cm<sup>3</sup> peuvent être atteintes. En créant des grappes (clusters) de deutérium dense sur un substrat à des densités supérieures à  $10^5$  g/cm<sup>3</sup>, on élimine la nécessité d'une compression laser. Même si la symétrie sphérique est perdue, nous pouvons néanmoins estimer la déposition requise par le critère de Lawson pour déclencher l'ignition ; les limites de la focalisation des particules chargées placent une limite basse au diamètre du faisceau de positron. Un autre facteur limite est la durée de la pulsation positron. La largeur d'une impulsion du faisceau de positron inférieure à 400 ps est couramment produite en laboratoire.

### Régénération de la source de positron

Ainsi, la proposition pour un analogue du Tic-Tac est d'utiliser une technique de régénération qui utilise la section transverse (probabilité) de capture du krypton 78 pour produire du krypton 79, un radioisotope de durée de demi-vie de 35 heures. Mills avait en 1990 utilisé des neutrons de cette manière pour générer un faisceau de positrons. Il a été estimé qu'une couverture de krypton pressurisé de 10 à 100 atmosphères sera adéquate pour thermaliser (refroidir) ces neutrons chauds à l'intérieur d'une longueur raisonnable de 1 m. Le krypton passe ensuite dans une étape cryogénique d'enrichissement de l'isotope. Ceci permet des activités spécifiques de sourçage suffisamment élevées (>kCi/g) pour générer le nombre adéquat de positrons, en considérant le faible ratio de ramification requis pour des niveaux thermiques plus fortes.

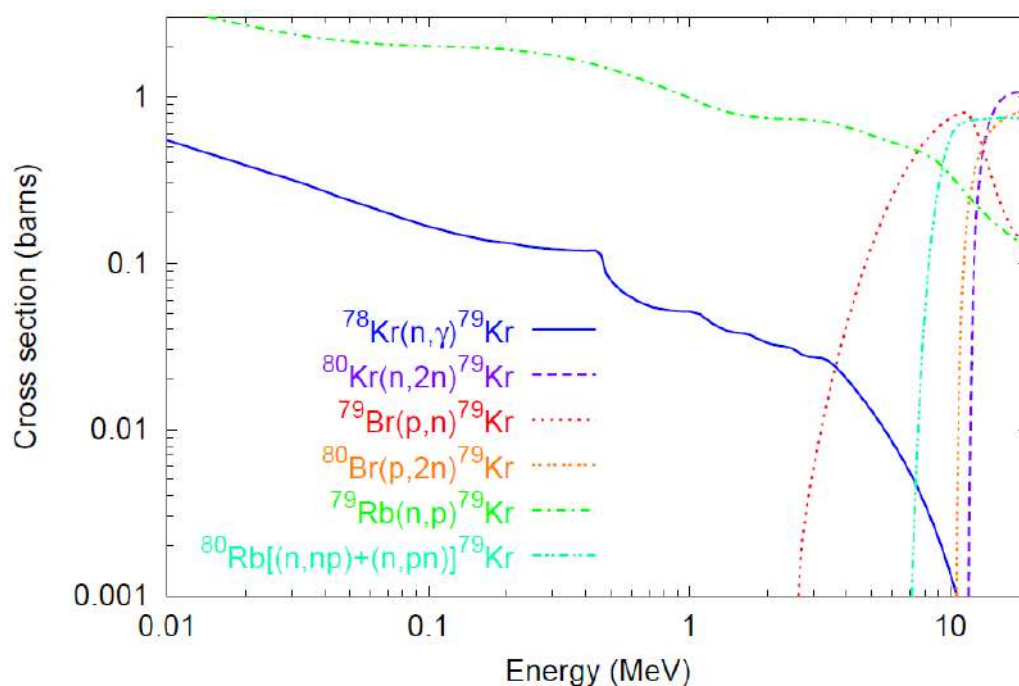


Fig.346 – Canaux de production pour Kr79, incluant la section transverse (la probabilité) de la capture Neutron Kr78 (n, gamma) Kr79 (ligne continue bleue) prise en considération pour la régénération des radioisotopes Kr79 émetteur de positrons.

Le concept initial de la couverture Kr comporte une simple section de gaz entourant la cible de D-D fusion, capturant les neutrons et produisant du <sup>79</sup>Kr. Bien que cette conception soit la plus simple, elle demande une robustesse structurelle significative à haute pression et température, menant à une réalisation qui pourrait être trop massive. Un modèle alternatif comprendrait une section chaude gazeuse proche de la cible de fusion, entourée d'isolants multicouches, et entourée plus loin par une section de Kr liquide à basse pression.

Cette nouvelle conception permet de réduire le volume global de la structure, grâce à une haute densité de phase du Kr. L'angle d'émission continue vers les neutrons émis par la cible de fusion reste le même, de même que le nombre de densité et la longueur de cheminement du produit.

A partir de là, on peut estimer que la probabilité de capture du neutron reste la même, quoiqu'une investigation de l'effet de la structure multicouches sur la propagation du neutron sera étudiée dans le futur.

En fait, si un choix correct de matériau d'isolation est fait, les isolations multicouches pourraient accroître la probabilité de capture de neutrons par le déplacement (ou la modération) du spectre de l'énergie du photon à des énergies sensiblement plus basses où la section transverse (probabilité) <sup>78</sup>Kr (n, gamma), <sup>79</sup>Kr est plus haute.

En 2019, ce nouveau concept est financé par la NIAC (Nasa Inovative Advanced Concept) Phase I.

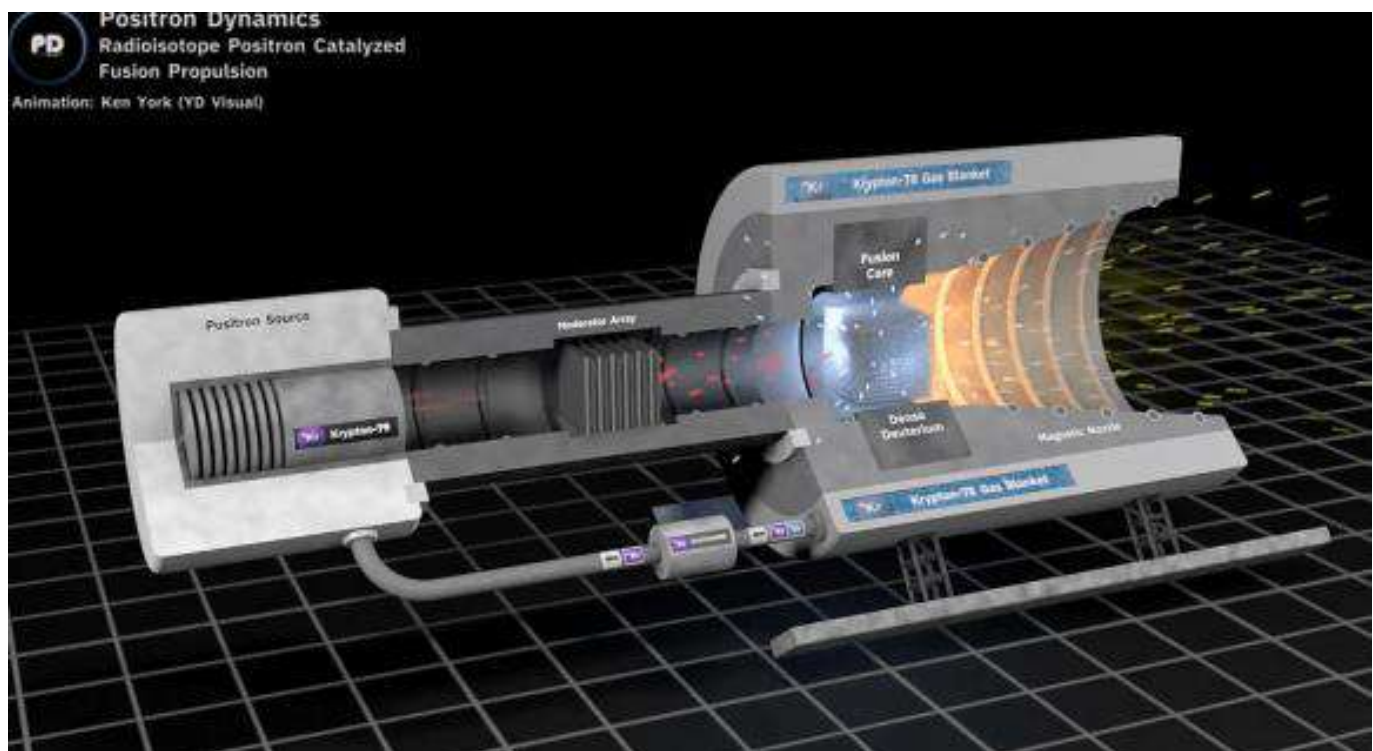


Fig.347 – Principe de fonctionnement des 3 modules du générateur de puissance. Ce générateur fonctionne avec des isotopes Krypton 79, contenus dans le réservoir placé à

gauche sur le dessin. Le Krypton 79 se transforme par désintégration isotopique en Brome 79, qui émet à son tour un positron chaud et un neutrino envoyé vers le modérateur (plaques verticales du centre).

En sortie du modérateur, les positrons froids et neutrinos impactent le noyau (le cube) de deutérium dense, et déclenchent la réaction de fusion nucléaire. Le deutérium est l'un des deux isotopes stables de l'hydrogène.

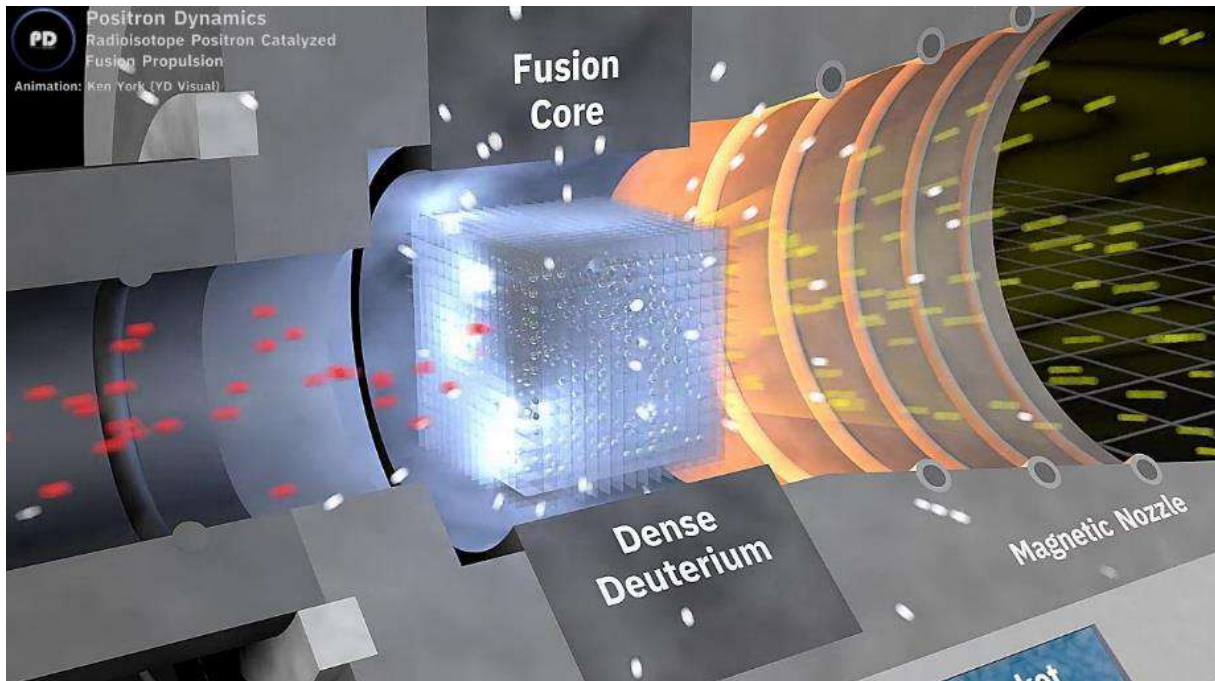


Fig.348 - Cette réaction de fusion nucléaire deutérium-deutérium produit des particules chargées, éjectées vers la sortie (à droite) à travers une tuyère magnétique qui canalise la direction du flux grâce à un champ magnétique.

Au-delà de la tuyère magnétique se trouve le dispositif de conversion thermoélectrique non dessiné utilisant par exemple l'Effet Seebeck qui n'est pas décrit sur le dessin.

Diverses possibilités existent, et on peut s'attendre à un rendement variant entre 10 et 50% suivant le dispositif retenu. Généralement pour la conversion dans les systèmes sans pièces mobiles on fait passer le flux de chaleur dans une des trois classes de matériaux : les composés de type semi-Heusler (par exemple  $ZrNiSn$ ) ; les composés clathrates (par exemple  $GaGe$ ), et les skuttérudites.

On peut s'inspirer de l'architecture des RTG (Radioisotope thermoelectric generator) pour le réaliser.

Pour les systèmes à pièces mobiles, on s'inspirera de la technologie des réacteurs nucléaires compacts en utilisant par exemple un cycle de Stirling, cycle de Rankine, Cycle de Kalina, Cycle de Hirn, etc. D'autre part, des neutrons rapides, dirigés vers le bas sur une couverture (blanket) de gaz Krypton 78 pour la surrégénération.



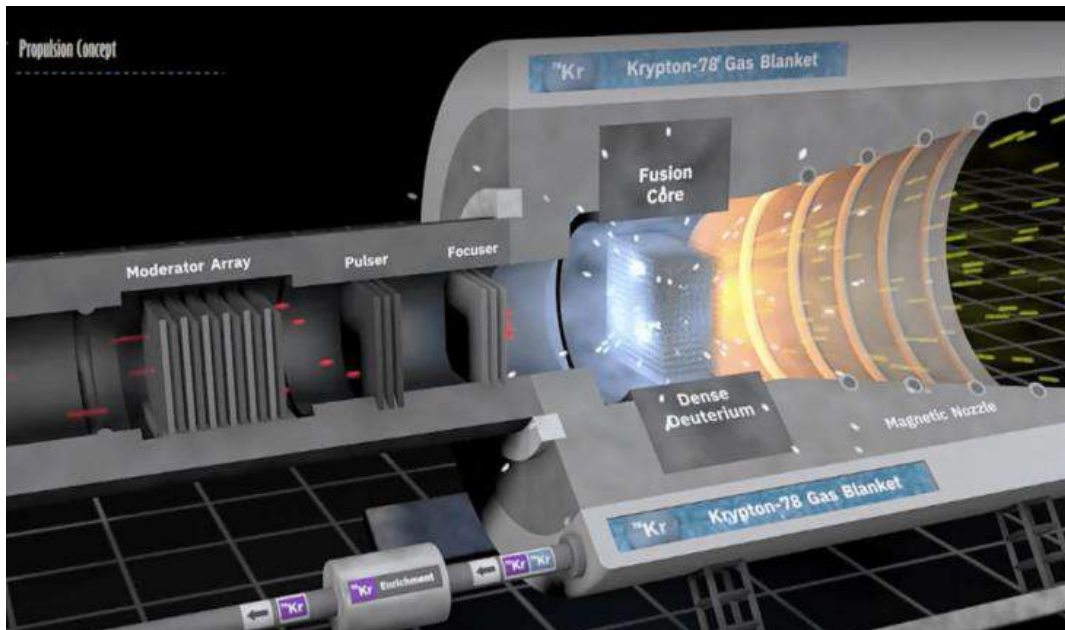


Fig.349 - Le gaz Krypton 78 va capturer les neutrons et devient du Krypton 79. Le système de surrégénération du propulseur va densifier le Krypton79 et l'envoyer en quantité plus que nécessaire vers le réservoir-source de stockage de Krypton 79 situé en haut à gauche sur la Fig.347.

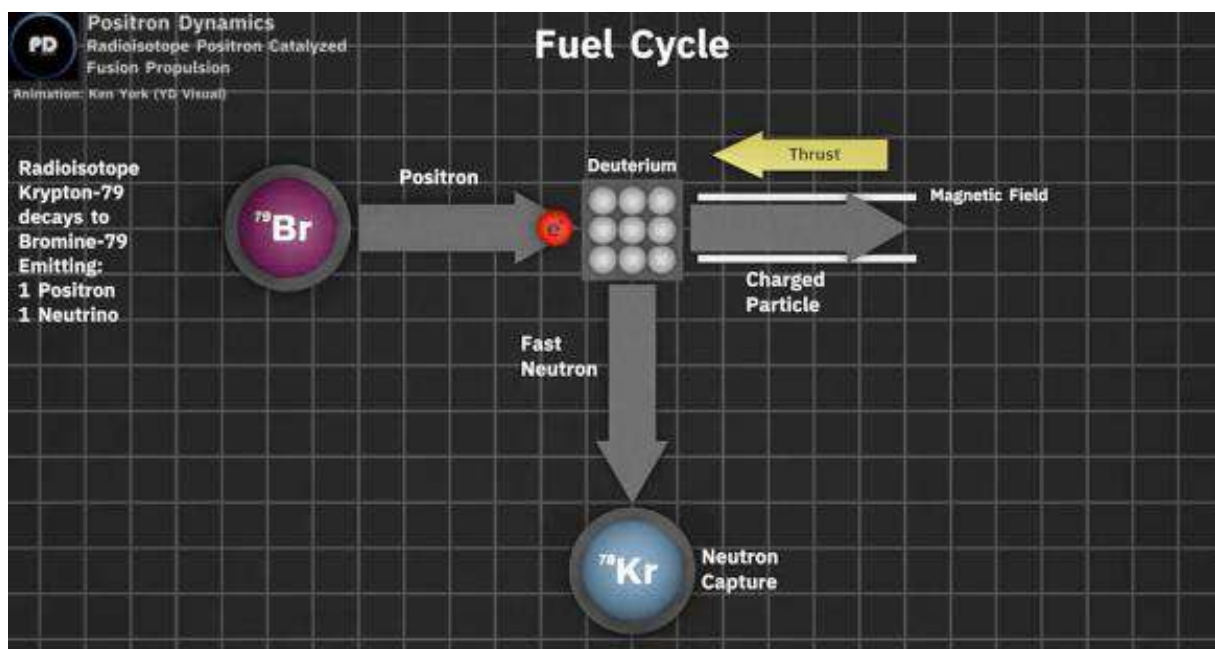


Fig.350 - Ce processus extraordinaire est une grande percée conceptuelle et contourne le problème de stockage d'antimatière sur un vaisseau spatial, car il aurait fallu l'équivalent de 10 autobus de transport parisien pour « contenir » un microgramme d'antimatière « aux limites de Brillouin ».

La production mondiale d'antimatière est d'environ un nanogramme et on ne peut garder longtemps ce nanogramme. Les calculs montrent que le propulseur est capable de transférer 1 à 10% de quantité de mouvement de la réaction de fusion nucléaire, et nécessite un trillion de positrons pour déclencher cette réaction de fusion nucléaire suivant les critères de Lawson.

Le propulseur devrait marcher avec un équilibre d'énergie de 100 milliards de positrons en continu. La limite en Krypton 79 produite est déterminée par la géométrie du réservoir source.

Comme il est plus efficace de perfectionner la méthode de surrégénération pour produire de plus en plus de Krypton 79 que de tenter de fabriquer des réservoirs et conduits magnétiques, une des méthodes consiste à entourer l'enceinte de fusion d'une couverture de gaz Krypton 79 de 1 m d'épaisseur pressurisé à 10 atmosphères qui capture presque la totalité des neutrons émis. Le schéma ne le montre pas, mais la fusion est déclenchée au départ par des positrons. Les positrons du déclenchement sont aussi utilisés pour surgénérer plus d'isotopes, qui produisent des positrons.

**Avec 100 microgrammes de Krypton 79 au départ, on transforme 10 kg de Krypton 78 en Krypton 79.**

Le but du système est aussi de transformer les positrons continuellement émis par une source en des impulsions courtes de positrons focalisées sur un point précis. Les positrons de la microplaque multicouche sont continuellement chargés dans l'étage accumulateur jusqu'à ce que  $10^{11}$  positrons soient accumulés dans un plasma de la dimension de 100 mm de long sur 3 mm de rayon et une densité de plasma de  $3^8 \text{ cm}^3$ . A la valeur du champ de 0,1 Tesla, la limite de Brillouin est de  $5^{10} \text{ cm}^3$ . De plus, pour un plasma neutre tel que le plasma de positrons, la charge de répulsion spatiale limite le nombre maximal de positrons qui peuvent être piégés selon un « potentiel de confinement ». Pour un potentiel de confinement de 10 kV, la limite de charge est de  $3^{11}$  positrons.

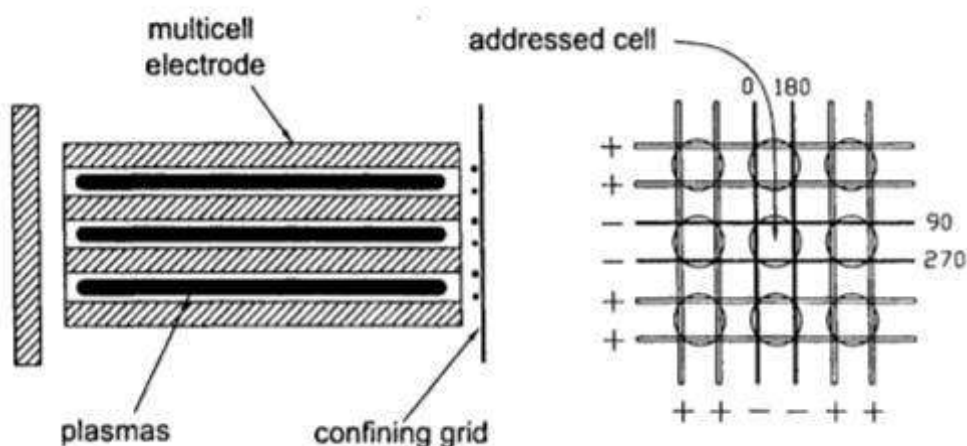


Fig.351 – Schéma des microplaques électrodes multicouches et de l'extraction de la cellule adressée. L'accumulateur non montré se trouve à droite de la grille 90/270. Le panneau vertical à gauche est la source de  $^{79}\text{Kr}$ .

Les positrons générés d'une source radioisotopique possède une grande énergie cinétique. Ils doivent être modérés sinon le piégeage n'est pas possible. Une fois modéré et piégé, le positron peut être davantage refroidi. Le tétrafluorométhane ( $\text{CF}_4$  ou fréon) est utilisé comme gaz refroidisseur à cause de son haut taux de refroidissement. Ceci permet au nuage de positrons piégés de thermaliser rapidement afin de fournir un bon taux de répétition.

### Cycle du carburant

La probabilité de la réaction  $^{78}\text{Kr}$  en  $^{79}\text{Kr}$  est utilisée pour générer les positrons à partir des radioisotopes. Afin de régénérer suffisamment de radioisotopes fournisseurs de positrons, il faut s'assurer qu'il y a suffisamment de neutrons rapides qui sont émis isotopiquement ( $4\text{Pi}$ ) de la fusion D-D pour être capturés dans la zone de la buse (tuyère) qui entoure la cible de fusion du carburant. Bien que le  $^{79}\text{Kr}$  ne soit pas techniquement le carburant du système de propulsion (le deutérium est le carburant), la production du  $^{79}\text{r}$  est si essentielle au mécanisme de propulsion qu'il est inclus dans le cycle. Dans ce concept, les positrons sont produits par la désintégration isotopique du  $^{79}\text{Kr}$ . Pour chaque positron produit, un atome  $^{79}\text{Br}$  est produit aussi. Comme le cycle de surrégénération produit plus de  $^{79}\text{Kr}$ , il produit aussi plus de  $^{79}\text{Br}$ . Ce brome peut être épuisé, mais il peut aussi servir à produire du  $\text{CBr}_4$  (tétrabromométhane), qui peut être utilisé comme gaz refroidisseur ou de piégeage. Il reste à vérifier si la méthode de synthèse chimique reste applicable sur un système embarqué, c'est-à-dire voir si les sous-produits de la désintégration bêta puissent générer du gaz refroidisseur sans trop alourdir le bilan de masse du Tic-Tac.

Les collisions entre les positrons et le gaz  $\text{CBr}_4$  fournissent le mécanisme de perte d'énergie requis pour piéger les positrons modérés à l'intérieur des électrodes cylindriques. La pression partielle du  $\text{CBr}_4$  sera à varier suivant le taux de répétition de l'accumulateur de positrons et l'activité de la source de  $^{79}\text{Kr}$ . En utilisant le brome créé durant la désintégration isotopique du  $^{79}\text{Kr}$ , on évite le recours à un dispositif additionnel de piégeage du gaz. De plus le  $\text{CBr}_4$  possède des caractéristiques comparables au  $\text{CF}_4$  pour piéger les positrons, car il est habituellement utilisé dans les tampons (buffer) pour positrons.

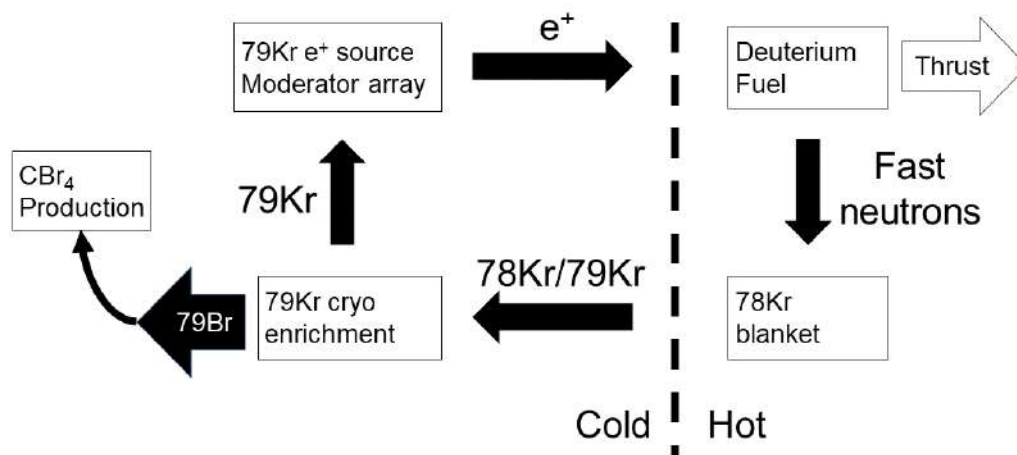


Fig.352 – Cycle de surrégénération du  $^{79}\text{Kr}$  pour assurer l'alimentation du PCNF (Positron Catalysed Nuclear Fusion) en carburant de fusion. Le quatrième module de conversion thermo-électrique n'est pas sur ce dessin.

Depuis 20 ans, l'utilisation d'un piège BGT (Buffer Gas Trap) de type Surko est une pratique standard pour confiner et refroidir des positrons avec un buffer (tampon modérateur ou

amortisseur) de gaz. Typiquement, le nitrogène (N<sub>2</sub> ou azote) est utilisé dans le premier étage du BGT pour piéger les positrons avant de les refroidir dans un deuxième étage utilisant du CF<sub>4</sub> (tétrafluorométhane). L'azote a la plus grande efficacité quand on l'utilise avec un modérateur au néon solide. Mais le CF<sub>4</sub> pourrait être utilisé tout seul dans un BGT compact pour à la fois refroidir et grouper un faisceau de positrons. L'efficacité de groupage et modération peut s'élever si le faisceau initial de positrons a été modéré par du tungstène (W). Il a été trouvé qu'un concept BGT reposant sur le CF<sub>4</sub> utilisant du gaz rare ne peut modérer un faisceau de positrons généré par un radioisotope dont l'efficacité de 90% peut baisser à 60% en utilisant du W (tungstène).

Le tétrabromométhane est solide à la température d'une pièce d'habitation. Un BGT basé sur du CBr<sub>4</sub> travaille à température élevée (100°C) pour prévenir une condensation.

Ces gaz peuvent être utilisés pour la modération : CF<sub>4</sub>, CBr<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, CO, SF<sub>6</sub>.

### **Focalisation de l'impulsion de positrons**

Pour maximiser les probabilités d'ignition de fusion, le faisceau de positron doit être contrôlé et focalisé au bon endroit. Des techniques de radiofréquence à basse puissance ont été utilisées avec succès pour contrôler un ensemble de positrons. La génération instantanée de fortes impulsions requiert un accumulateur pour produire un grand réservoir et une technique de groupage (bunching) pour les compressions temporelles. Le but sur un système embarqué est de compacter l'accumulateur, les optiques d'ions et les regroupeurs pour pouvoir les installer dans un Tic-Tac..

Il existe deux méthodes pour créer un faisceau pulsé : le bunching (groupage) et le chopping (hachage).

**Chopping** : un faisceau continu est passé à travers un chopper (hacheur) conçu comme une fente étroite, ou un système de fentes dans un dispositif de hachage. Une cavité RF (radiofréquence) hors-axe dévie périodiquement le faisceau qui passe à travers la fente pour produire un faisceau pulsé. Ce mode de production de pulses est inefficace parce que la majorité des particules ne sont pas transmises.

**Bunching** : on applique des champs électriques pour altérer la vitesse de distribution des particules. Dans cette méthode, fort efficace, le flux du faisceau est seulement limité par la puissance de la source. Les deux grandes méthodes de bunching sont la cavité RF et l'application d'un potentiel électrique dépendant de l'espace et du temps.

Le résultat à obtenir est un faisceau de positrons pulsés de <1ns FWHM. La création de ce genre de pulses de positrons nécessite une modulation du faisceau de position en phase spatiale. Cette modulation doit être conforme au Théorème de Liouville, qui spécifie que le volume d'une distribution de particules en phase spatiale est toujours constant.

La méthode du bunching utilisé est celle de Mills (1997) qui a décrit 2 méthodes pour transformer une phase volume-espace en énergie de pulses (de positrons dans notre cas) :

- Potentiel quadratique instantané
- Rampe de tension idéale



Dans la première méthode, des positrons de basse énergie le long d'une ligne L sont accélérés par une série d'électrodes en anneaux (voir Fig.321) avec des potentiels (voltages) qui leur sont appliqués de telles manières qu'ils créent un profil de potentiel quadratique à  $t = 0$  le long de l'axe d'une ligne de faisceau (beamline)  $V(z,t) = k/2 \times Z^2 \times H(t)$

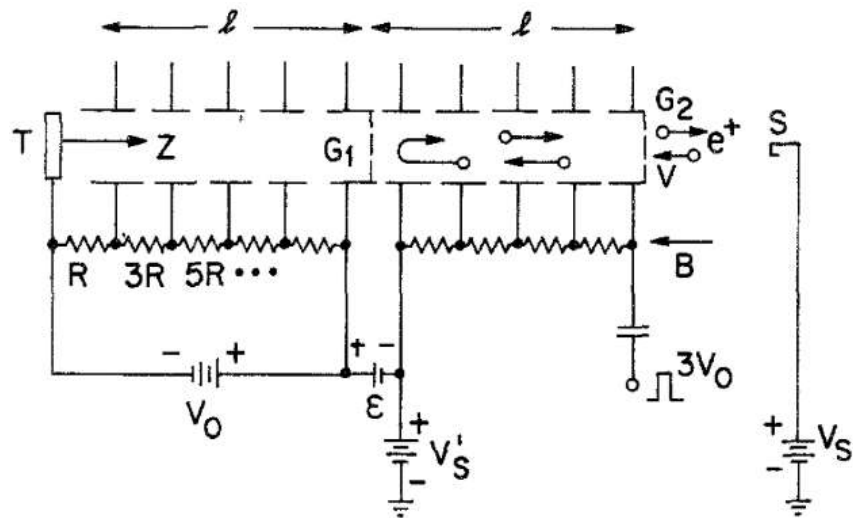


Fig.353 – Circuit électrique utilisé pour le bunching afin de générer le faisceau pulsé de positrons.

Le schéma du circuit montre que, pour un maximum de voltage donné dans l'accélérateur, la propagation temporelle de la grappe de positrons, quand celle-ci atteint la cible est donnée par une équation (non reproduite ici étant donné sa complexité). En tout cas, le calcul donne un timing de 240 ps (picoseconde). En plus de la compression temporelle par le bunching (groupage), le faisceau de positrons doit être compressé radialement à un très petit diamètre sur la cible de fusion, et donc va considérablement augmenter la densité de positrons sur la cible.

Les positrons « modérés » sont donc magnétiquement guidés vers des microcellules de piège à gaz tampon pour subir une compression à paroi tournante qui alimente l'étage basse pression de l'accumulateur.

Le plasma de positrons à basse température dans l'étage accumulateur est déchargé (vidé) dans une compression magnétique et électrostatique, et finalement, à travers un dispositif de bunching quadratique à la façon « Mills ».

Les schémas ci-dessous montrent comment cela se passe au niveau du système de génération.

En raison des exigences fortes en champ magnétique du modérateur et de toute la zone source de positrons, un simple étage de compression magnétique adiabatique requerrait des champs magnétiques irraisonnablement élevés sur la cible, car la compression adiabatique est proportionnelle à la racine carrée du champ magnétique. Le concept du système d'impulsion des faisceaux fait appel aux plus récentes avancées dans l'extraction électrostatique des faisceaux d'énergie, utilisant des filtres 'Spider' (araignée) en mu-métal. Ces systèmes mu-métal sont basés sur des changements rapides de champs magnétiques à courtes distances, tels que les paramètres adiabatiques. Les filtres Spider peuvent extraire

des faisceaux de particules chargées d'une zone ou d'une région comportant de hauts champs magnétiques, avec une efficacité > 90%.

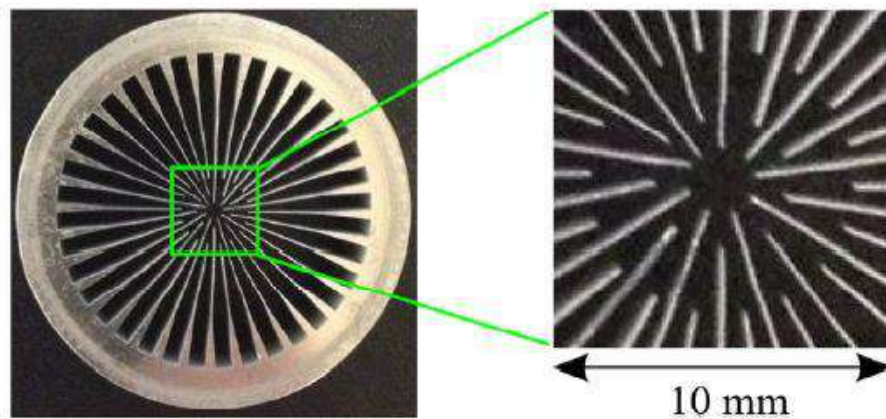


Fig.354 – Un exemple de filtre « Spider » à haute perméabilité et à motif de rayons radiaux en mu-métal ( $\mu$ -metal), utilisé pour l'extraction électrostatique des positrons d'un champ magnétique.

En pratique, le dispositif d'extraction combine des filtres Spider avec des lentilles Einzel pour la focalisation électrostatique, couplé à un programme de simulation SIMION. Le champ magnétique est programmable, basé sur une combinaison des champs des solénoïdes. Cette approche hybride de la focalisation des impulsions de positrons utilise à la fois la compression adiabatique magnétique et la focalisation électrostatique pour générer l'intense pulse requise pour l'ignition.

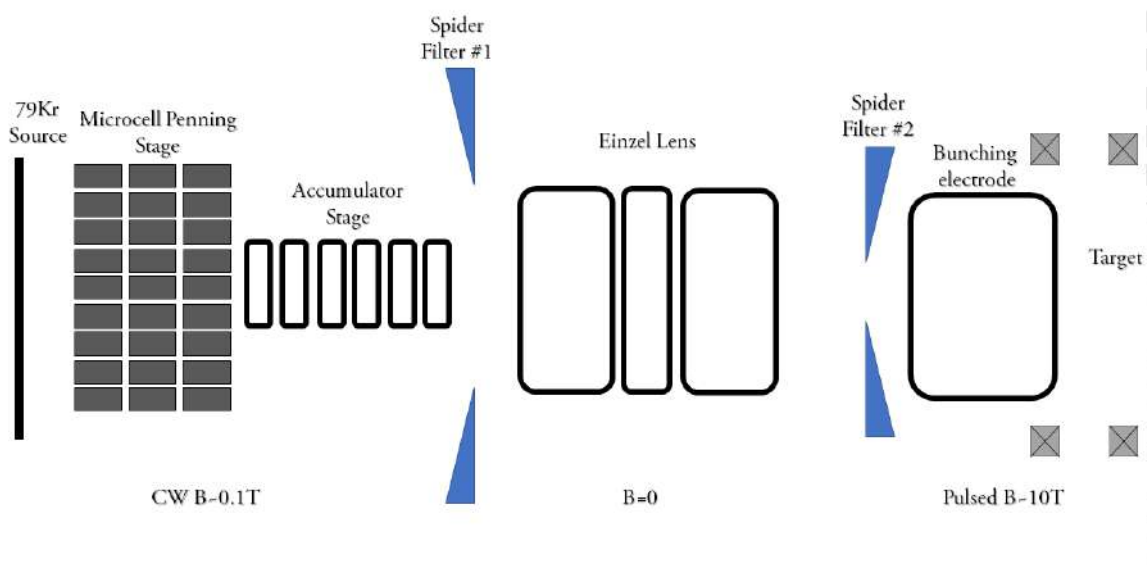


Fig.355 – Dispositif combinant plusieurs filtres Spider et Einzel pour l'extraction de positrons.

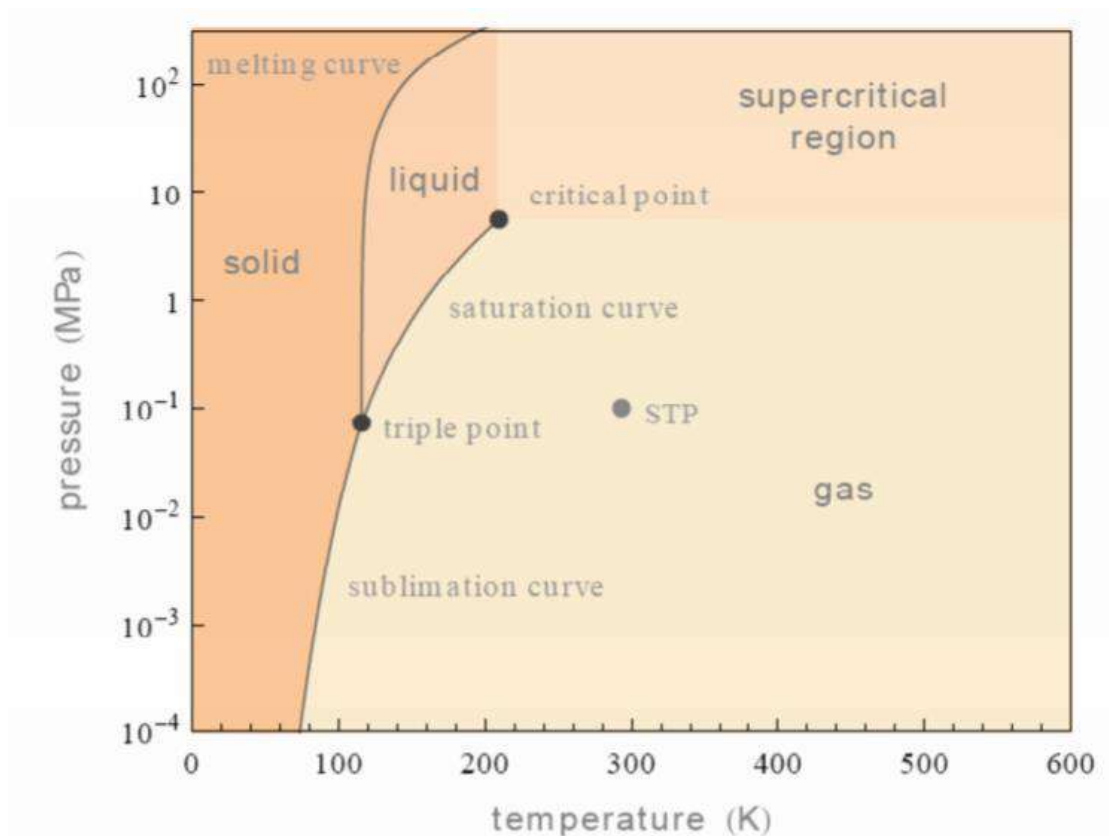


Fig.356 – Diagramme de phase pour le gaz krypton

La préoccupation principale de ce concept est la charge thermique, le maintien de la température et de la pression de la section liquide de Kr, à cause de la géométrie simple et de la symétrie du système ; on peut analyser les caractéristiques thermiques du concept en assimilant la structure à un réseau concentrique de cylindres, comme les boucliers thermiques passifs utilisant des isolants multicouches (MLI pour Multi-layer insulation).

Les MLI utilisent un arrangement de tableaux séquencés de film mince réfléchissant (par exemple de l'aluminium poli) séparé par des couches intercalaires isolantes d'aérogel, ou de vide, etc. Les couches réfléchissantes réduisent le transfert de chaleur radiative, tandis que les couches isolantes ou de vide réduisent le transfert de la chaleur thermique.

Dimensions du réservoir de régénération en titane: 40 cm de rayon, 20 cm en hauteur. Rayon intérieur 10 cm. Bouclier thermique composé de 20 couches de feuilles d'aluminium de 25 $\mu$ m avec des espacements de 1 cm remplis d'aérogel.

#### 4 – Le module de conversion thermique/électrique

Il existe plusieurs possibilités de conversion thermique-électrique. Les principales possibilités de conversion ont déjà été évoquées.

La génération électrique secondaire : pour enlever la chaleur de la section interne de la couverture (blanket), la section krypton gazeuse à haute température/haute pression entraîne une turbine génératrice à haute puissance spécifique kW/kg. La puissance électrique générée de la turbine va alimenter les éléments de chauffe sur les structures du radiateur. Ceci permet

à la température des radiateurs d'être plus élevée que celle du krypton, réduisant la dimension et la masse des radiateurs.

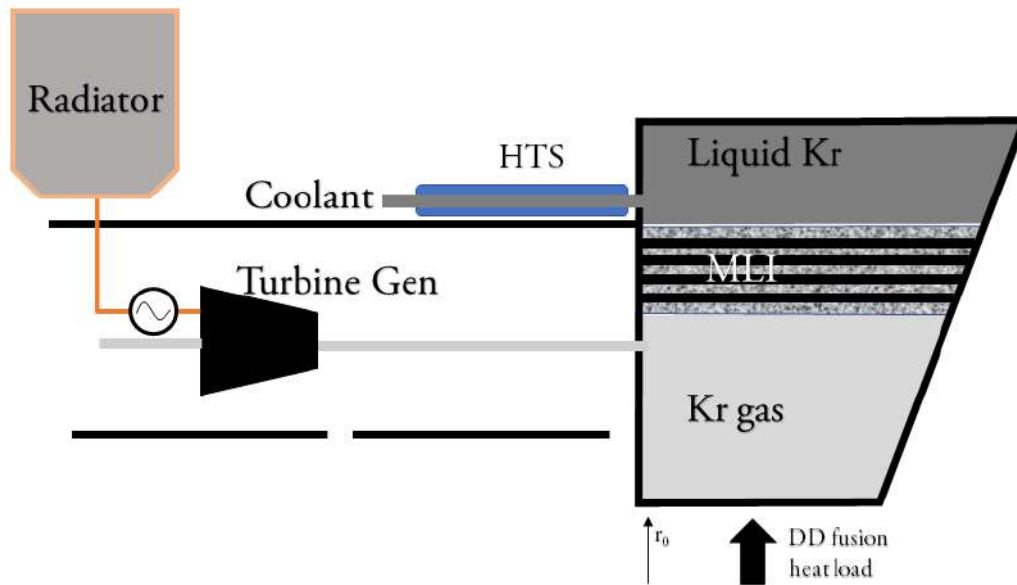


Fig.357 – Vue d'ensemble du système de génération électrique secondaire.

La charge thermique de l'intérieur de la section gazeuse de la couverture (blanket) est principalement due aux particules neutres et aux particules chargées s'empêtrant à l'intérieur de la buse. Le flux thermique dépend de la structure magnétique, des caractéristiques d'ignition, d'expansion du plasma et de la géométrie de la couverture. Par simulation, on peut voir que la charge thermique de la structure des parois de la couverture est  $< 6\%$  de la puissance de fusion à l'isp de  $10^6$  s. Des avancées récentes dans les micro-turboalternateurs à très haute vitesse (180.000 tours minutes) sans graissage d'huile, avec des roulements à billes conformes, permettent des opérations à très hautes températures. Par ailleurs, la section alternateur est isolée de la section moteur de la turbine pour faire baisser davantage la charge thermique de la section génératrice.

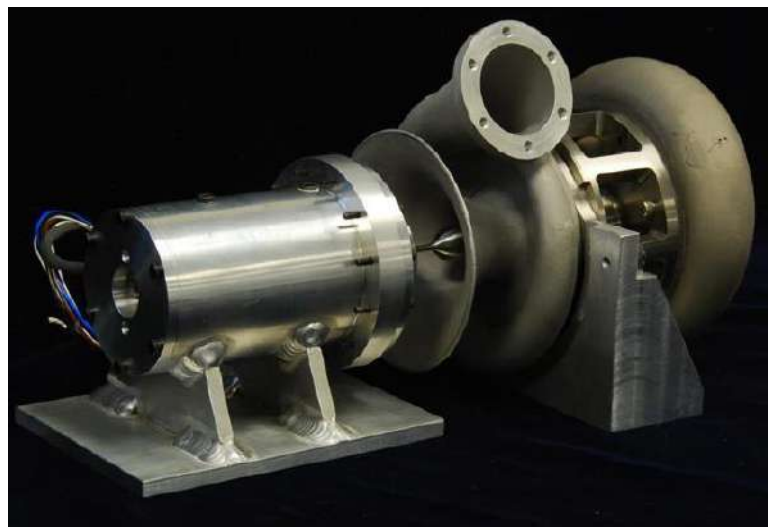


Fig.358 – Turbo-génératrice de puissance spécifique 1,6 kW/kg opérable à 760°C.



On peut estimer que l'enthalpie disponible à l'intérieur de la section de la couverture (blanket) Kr peut être extraite par un système turbogénérateur utilisant la température et la pression attendues du gaz Kr. On peut estimer que la région inter couverture sera à 1.000 K et à la pression de 10 Bars. En supposant une différence de température de 700 K, environ 43 kJ d'énergie est disponible. Cette estimation est basée sur la géométrie de la couverture et sur une température d'échappement de la turbine de 300 K. Néanmoins, les turbogénérateurs tels que celui montré sont conçus pour tourner à 2 Bars. La performance d'un turbo-générateur de puissance spécifique 1,6 W/kg est de tourner à 180.000 rotations/mn. Ainsi il apparaît possible en utilisant des étages multiples ou parallèles d'extraire la chaleur du gaz Kr qui a été échauffé à l'intérieur de la couverture.

## Radiateur

En raison de la nature de la réaction de fusion DD, la production de la poussée à partir des produits de fusion n'est pas efficace à 100%. Une large portion de l'énergie cinétique née des réactions de fusion est libérée dans les environs de la structure de la buse. Cette énergie cinétique se transforme en chaleur et nécessite une dissipation jusqu'à atteindre une température permanente.

La plupart des systèmes de propulsion à fusion nécessite des radiateurs tellement grands qu'ils risquent de dépasser la résistance de la structure globale du vaisseau spatial. Des enrobages à haute émissivité sont communs pour minimiser le poids des radiateurs. Récemment des radiateurs utilisant de la fibre de carbone tissée nue ont démontré des densités de 2kg/m<sup>2</sup> à la température de 600°C.

Un des défis pour la construction du Tic-Tac est d'intégrer ces radiateurs dans la structure du métamatériau de surface externe.

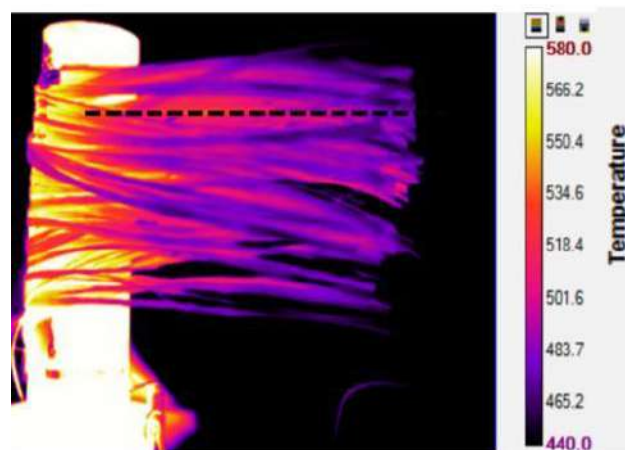


Fig.359 – Fibre de carbone tissée nue à 580°C.

La fonction principale des radiateurs est de dissiper l'énergie thermique incidente interne à la structure du blanket (couverture), causée en grande partie par le plasma chaud et les particules neutres s'empêtrant dans la surface interne de l'ouverture de la buse. Le montant exact de l'énergie thermique dépend des propriétés d'expansion du plasma et du taux moyen de fusion. Le niveau attendu de la charge thermique est de 10 à 100 kW. Cette énergie sera

transférée à travers une conduction thermique radiative au gaz Kr, dans la région du noyau interne. La puissance électrique sera générée à partir de l'enthalpie du gaz Kr. Une partie de cette puissance électrique sert aux sous-systèmes du Tic-Tac (enrichissement Kr, électronique, etc.), une grande partie sera dirigée dans les éléments de chauffe électrique dans les radiateurs. Le système radiateur est constitué de tableaux de fibres de carbone tissés sur une structure intégrée avec les métamatériaux céramiques et autres, opérant à environ 600°C.

### Aimants

Le concept initial de la couverture (blanket) et de la section de la buse, inclut un aimant pulsé résistif refroidi au Kr cryogénique.

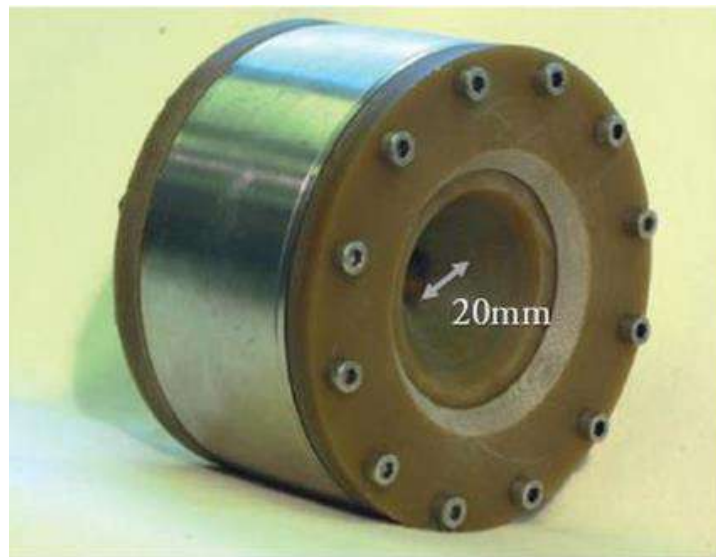


Fig.360– Aimant pulsé résistif de 30 Tesla. L'aimant est submergé dans un bain d'azote liquide et opéré à 0,0016 Hz.

Le système de faisceau positrons aux caractéristiques de marche avec des pulses courtes ont guidé le mode de réalisation de l'aimant pulsé. Ce type d'aimant a marché correctement à 30T. Malheureusement, le taux de répétition répété du faisceau de positrons à des niveaux élevés de poussée approche 100 kHz, et exige des niveaux de refroidissement exorbitant. De plus, le concept de l'aimant pulsé répétitif requiert une banque massive de condensateurs qui pourrait réduire les performances du système de propulsion. Heureusement ce risque est écarté sur le Tic-Tac grâce aux dispositifs de supraconduction à température ambiante. Les valeurs initialement affichées doivent être revues.

Initialement, le concept n'inclut pas une buse magnétique supraconductrice, à cause des préoccupations au sujet des masses magnétiques et des contraintes cryogéniques des bobines supraconductrices. Néanmoins, les exigences du champ magnétique du système de faisceau de positrons pulsés en combinaison avec les récentes avancées dans l'alésage à grandes dimensions des superconducteurs à haute température (HTS ou high temperature superconductor) ont permis de nouvelles considérations. Ces aimants composés de terres rares en oxyde de Barium-cuivre (Barium-Copper-Oxide ou ReBCO) peuvent opérer en supraconduction à des températures de 90K et sont formatés sous forme de rubans fins, flexibles et solides.

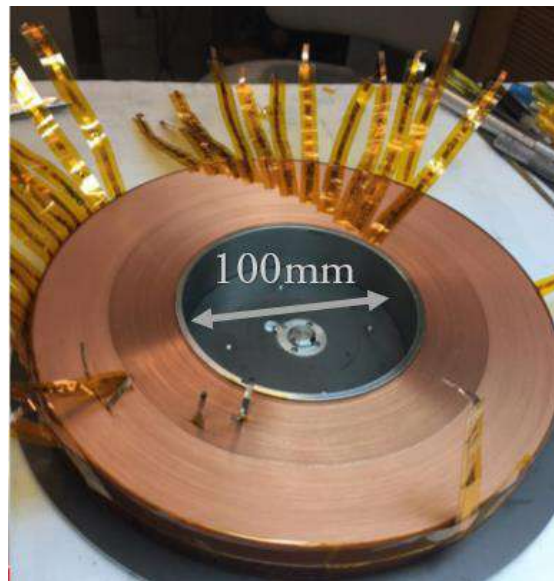
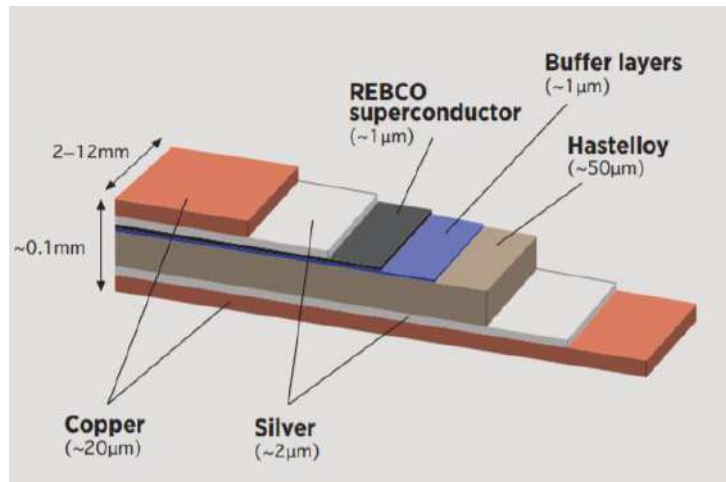


Fig.361 - L'aimant ReBCO superconducteur à haute température (HTS) avec champ opératoire de 30T. A droite, une section de bobine HTS à large ouverture construit par le Laboratoire National de Brookhaven.

Ces matériaux HTS sont recherchés pour la production des tokamaks compacts de fusion. Pour notre usage sur l'analogue du Tic-Tac, un grand progrès a été accompli après le dépôt des brevets de Pais sur la supraconduction à température ambiante. Ceci signifie que les produits de fusion sont moins passibles d'interaction avec les parois de la structure de la buse, augmentant la poussée tout en baissant les exigences de refroidissement de la structure du blanket (couverture). Les études sur les dégâts causés par le neutron dans les supraconducteurs de type BCO indiquent que les performances du HTS ne seront pas dégradés de manière significative sur toute la durée de vie des opérations.

Les aimants ReBCO HTS vont exiger des couches d'isolation MLI et LKr pour la section chaude du blanket. Un refroidissement actif est nécessaire pour maintenir la température entre 20-70K. Le champ critique s'abaisse de manière significative vers l'extrémité haute de cette plage de température, tandis que la puissance de refroidissement s'accroît aux températures plus hautes.

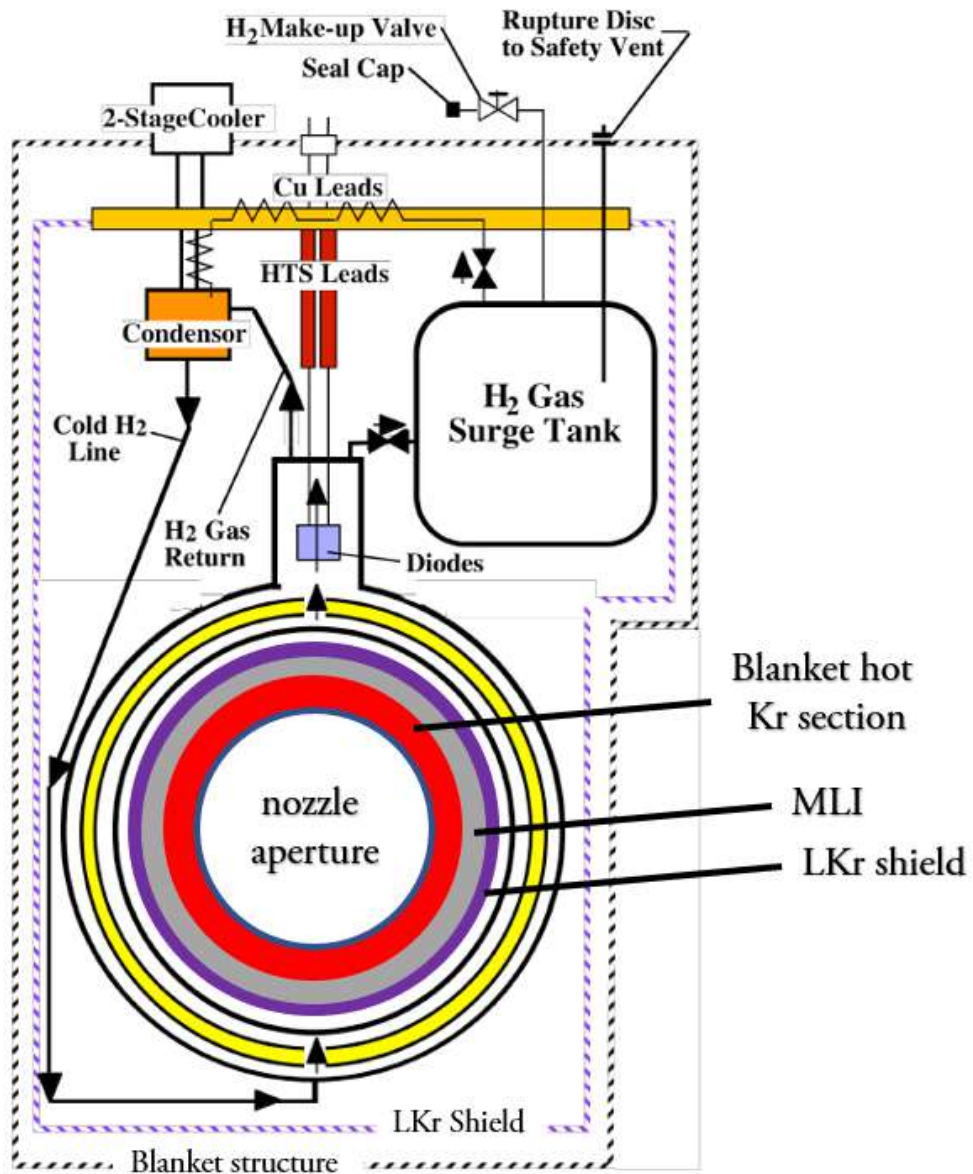


Fig.362 – Vue globale du système de refroidissement de l'aimant basé sur l'hydrogène. Noter comment les bobines HTS peuvent être intégrés à l'intérieur du design de la buse et du blanket Kr.

Le refroidissement par conduction directe utilisant un moteur Stirling pulsé à tube ou un cryo-refroidisseur de type GM à deux étages n'est pas faisable. Une boucle de cryogène liquide est une solution plus probable pour maintenir l'aimant à sa température de fonctionnement. Traditionnellement, les cryo-refroidisseurs hélium sont utilisés pour refroidir et maintenir à basse température les matériaux supraconducteurs exigeant une température  $<10\text{K}$ , typiquement entre le point triple de l'hélium ( $2\text{K}$ ) et la température critique ( $5\text{K}$ ). Avec l'avènement des différents matériaux HTS, des températures opératoires dans la gamme  $10 - 70\text{K}$  sont possibles, permettant l'utilisation de fluides de travail possédant un point triple et des températures critiques plus élevés. Il est donc envisagé un refroidissement des aimants HTS par un système de siphon thermique à boucle de refroidissement utilisant le carburant  $\text{D}_2$  du vaisseau spatial comme fluide de travail, avec un triple point et une température critique de  $14\text{K}$  et  $32\text{K}$ . En fait, comme montré sur le schéma du haut, un système de refroidissement



à base d'hydrogène a été étudié préalablement. Un tel système de refroidissement devrait aussi bénéficier de la performance globale du système RPP en fournissant une structure commune de compresseur D2, comme la fréquence opératoire d'un cryocooler de type Stirling (50 – 100 Hz) dans la même gamme que la fréquence opératoire de la méthode de Mills de séparation isotopique. Cependant, le gaz D2 (gaz de deutérium) peut être utilisé à la fois dans un cryo-cooler HTS à moteur Stirling et dans le processus d'enrichissement Kr, éliminant l'obligation d'avoir un compresseur séparé de gaz vecteur et le système associé de manipulation du gaz.

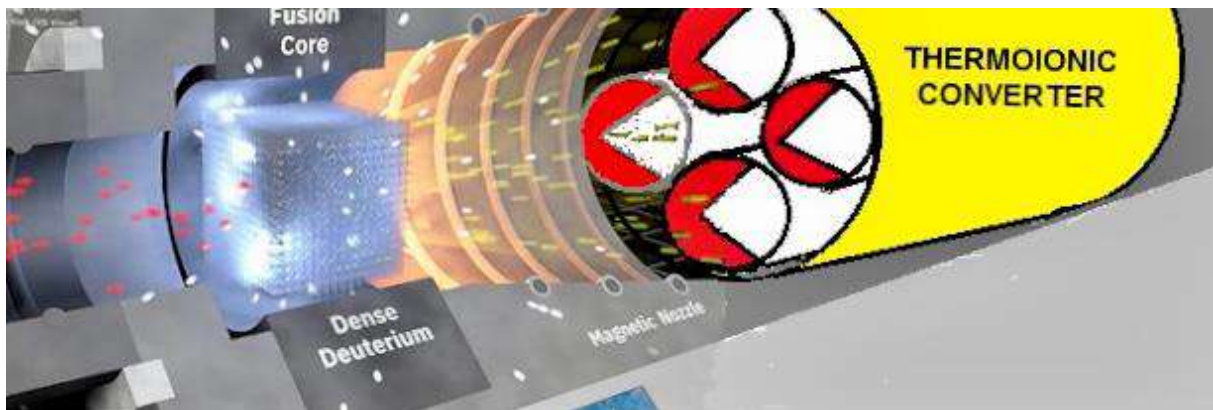


Fig.363 – Le générateur de puissance au complet, incorporant le module 4 de conversion thermique-électrique, qui est figurative et non détaillée.

### Description du big HAUC Triangle Noir

Pour construire un big HAUC Triangle Noir il est indispensable d'énoncer une théorie cohérente qui permet de répondre aux 5 observables. Ainsi, pour répondre à

1/ L'observable N°1 sur l'accélération instantanée, il faudrait un engin dont l'inertie est nulle.

2/ L'observable N°2 sur la vitesse dans l'atmosphère et l'insensibilité au mur de la chaleur, il faudrait un engin dont le déplacement n'interfère pas avec les molécules d'air.

3/ La capacité de se rendre invisible ou visible, il faudrait un engin qui absorbe toutes les ondes électromagnétiques dans la fréquence de la lumière visible ou qui les convertit et les disperse de manière contrôlée.

4/ Le déplacement multi-milieux, il faudrait un engin qui n'interfère pas physiquement avec ces milieux, autrement dit il doit se déplacer dans un environnement sans contact avec cet environnement.

5/ L'absence de perturbation environnementale : émission de bruit, chaleur, fumée, ...il faudrait un engin dont le déplacement ne fasse pas appel à la loi de conservation du mouvement qui nécessite une éjection de la masse, et à un mode de propulsion qui ne consomme aucun carburant. En plus, il faut qu'il fasse jaillir du vide tout ce dont il a besoin et qu'il recycle intégralement ses déchets.

6/ L'énergie : pour produire du mouvement, il est nécessaire de consommer de l'énergie. Le big HAUC dépense une énergie qui semble illimitée. Or avant de dépenser, il faut avoir accumulé au préalable, et donc embarquer sur l'engin cette puissance énergétique. Mais la

dimension d'un HAUC est incompatible avec la quantité d'énergie qu'il doit embarquer. Donc pour pouvoir faire ce que nous observons, sans réserve d'énergie embarquée, le HAUC doit consommer l'énergie là où il la prélève et il doit la transformer en tout ce dont il pourrait avoir le besoin. Et comme la seule forme d'énergie qui existe là où il est, c'est-à-dire partout, c'est l'énergie de l'espace-temps qui inclut l'énergie du vide, du quasi-vide, etc.. c'est cela sa source d'énergie.

Alors, de quoi avons-nous vraiment besoin pour essayer de construire un analogue du Big HAUC ?

D'une disruption complète de notre façon de raisonner.

Déjà, sur l'énergie. Il y a quelques années, si vous parliez d'extraction de l'énergie du vide, les gens voyaient en vous un charlatan.

Si vous dites que « l'énergie », personne ne sait ce que c'est, les gens vous croient inculte.

Les scientifiques savent tous que l'énergie, c'est le produit de deux valeurs, la masse et la vitesse. Mais que ce soit  $E = mc^2$  (l'énergie de la masse atomique) ou  $E = \frac{1}{2} mv^2$  (l'énergie cinétique), ou  $E = m.g.h$ , (l'énergie potentielle) ce n'est pas cela qu'utilise le HAUC !

Beaucoup croient tout savoir de l'énergie, alors que leur état de connaissance est resté au niveau de ce qu'ils ont appris au lycée. Un jour, dans une discussion avec un ingénieur des Grandes Ecoles, sorti de Centrale, nous en sommes venus à discuter sur le choix d'une bonne arme de défense personnelle. Pour le Centralien, c'est facile : il suffit de prendre le tableau comparatif des balles et de prendre celle qui possède l'énergie cinétique  $\frac{1}{2} mv^2$  la plus élevée. Non, c'est du raisonnement académique à l'emporte-pièce ! Un maître d'arme, pour se défendre, ne cherche pas à « trouser » l'autre, mais d'empêcher l'autre de le trouser. C'est-à-dire précéder le mouvement de l'adversaire et porter votre coup, même en avance de phase et au-delà de toute règle. Ce qui est important : le premier coup porté doit mettre l'adversaire hors de combat sur-le-champ. Dans ce cas, l'énergie cinétique ne représente aucune valeur : à quoi cela servirait de faire un trou bien net qui traverse l'adversaire de part en part si ce projectile ne l'arrête pas immédiatement ? Il y a des cas où un assaillant a reçu 14 projectiles à haute énergie cinétique tout en continuant à avancer et à faire des ravages. Bien sûr l'énergie cinétique tue à coup sûr mais n'arrête pas forcément immédiatement. L'énergie cinétique n'est pas un bon critère pour arrêter un tueur en action. Seule une autre métrique compte : c'est le stopping power (la puissance d'arrêt). Un projectile efficace est celui qui transfère intégralement son énergie dans le corps de celui qu'il touche, même s'il ne fait que l'effleurer. Un bon stopping power arrête n'importe quel assaillant, même un gros gorille ou un grizzli, et le met dans l'incapacité de riposter, mais ne le tue pas forcément si vous savez où placer votre coup. Il y a diverses manières d'atteindre cet objectif ; l'efficacité vient du choix de la forme du projectile et de nombreux autres facteurs, le calcul énergétique du stopping power est  $= mv$ , et non  $\frac{1}{2} mv^2$ , et la valeur du calcul n'est qu'un élément parmi d'autres.

### **De l'énergie du désespoir à l'énergie du Big HAUC**

Bong sang de bonsoir ! Cela fait un demi-siècle que nous discutons d'énergie et il va falloir tout reprendre et repartir sur de bonnes bases pour comprendre la nature profonde de l'énergie du Big HAUC.

C'est quoi l'énergie ? C'est quoi l'énergie d'un Big HAUC ? C'est quoi l'énergie d'une pomme que vous tenez dans votre main, c'est quoi ?

Qui peut répondre dans la classe ?

Heuh, il y a au moins six doigts qui se lèvent :

- C'est la moitié de sa masse multipliée par sa vitesse au carré ! Bien, au suivant ..
- C'est sa masse multipliée par le carré de la vitesse de la lumière ! Trop cool, allez, au suivant..
- C'est la fréquence des photons émis par les corps « chauds » multipliée par la constante de Planck ! De mieux en mieux, au suivant...
- C'est la moitié de la masse des molécules d'air déplacées fois leur vitesse au carré ! Aha, au suivant...
- C'est l'augmentation de sa température durant sa chute à cause des frottements de l'air multipliée par sa masse, multipliée par sa chaleur spécifique. C'est Top, au suivant.
- C'est la masse de la pomme multipliée par la hauteur à laquelle elle se trouve au-dessus du sol, multipliée par l'accélération de la pesanteur terrestre ! Bien, bien, retenons provisoirement celle-là...

Okay, si on ramasse une pomme, qu'on la soulève du sol, l'énergie dépensée pour la soulever est magiquement passée de nous à la pomme. Mais si nous habitons en Bretagne ou en Normandie, près d'une falaise, et que la pomme est au sol près d'une falaise, si nous la faisons basculer de la falaise d'une pichenette, comment la pomme a-t-elle su qu'elle a acquis soudainement une énergie potentielle très supérieure ? Comment la pomme a-t-elle mesuré la hauteur de la falaise pour savoir combien d'énergie potentielle elle devrait convertir en énergie cinétique durant sa chute ?

C'est là qu'on réalise que l'énergie se conserve dans un système isolé, donc il faut bien définir le système considéré. Dans le premier cas, le système isolé « pomme + sol + moi » a une petite énergie potentielle. Dans le deuxième cas, le système isolé « pomme + falaise + plage 100 m plus bas » a une plus grande énergie. **Donc, l'énergie n'est pas liée à la pomme, mais au potentiel du système.**

**L'énergie est juste un nombre qui permet au système de conserver une énergie constante.** La formule  $E = m.g.h$  dépend autant de la masse de la pomme que de la gravité (terrestre ici) et la hauteur.

Le mot énergie est une aberration linguistique qui décrit la valeur intermédiaire, transitoire, de certains calculs, mais il n'y a aucune chose qui existe réellement et qui s'appelle « énergie ». **L'énergie n'est pas une chose, elle n'existe pas.** C'est un mot commun à diverses grandeurs, dont la somme pondérée par différents facteurs a l'étrange particularité de rester constante dans un système isolé. Rien de ce qui existe actuellement ne rend compte de la nature de cette chose, de ce concept, de cette valeur, de ce nombre qui reste constant lors des transformations d'un système isolé. Même pas la fameuse équation :  $E = mc^2$ .

Einstein n'a pas écrit une équivalence  $E$  égal  $mc^2$ . Dans sa publication « Does the Inertia of a Body Depend upon its Energy-Content » (L'inertie d'un corps dépend-elle de son contenu énergétique) publiée le 27 septembre 1905, il avait exactement écrit ceci :

« Si un corps dégage de l'énergie  $L$  sous forme de rayonnement, sa masse diminue de  $L/c^2$  »

La masse d'un corps est une mesure de son contenu énergétique ; si l'énergie change de  $L$ , la masse change dans le même sens de  $L/2 \times 10^{20}$ , l'énergie étant mesurée en erg et la masse en gramme. Le mot important à retenir est « rayonnement ». Une perte de masse produit l'émission de particules dotées de l'énergie correspondante, comme par exemple dans l'annihilation matière-antimatière qui produit des photons gamma à haute énergie. L'équation  $E = mc^2$  dit simplement que des particules émises lors de la désintégration d'une masse ont des longueurs d'ondes qui, traduites sous forme d'énergie cinétique et d'énergie de rayonnement, totalisent  $mc^2$ .

L'énergie est juste une valeur qui reste constante lors de toutes les transformations d'un système isolé.

C'est Madame Emmy Noether qui a compris pourquoi en 1915 : « énergie » est le nom donné à l'invariant par translation dans le temps des lois de la physique.

L'énergie est la capacité d'un système à agir sur un autre système afin de modifier son état. Il n'y a pas que l'énergie qui est invariant par translation dans le temps des lois de la physique. Il y a d'autres invariants qui se conservent, comme le moment cinétique, l'impulsion (c'est-à-dire la quantité de mouvement).

Le Big HAUC est bien un système isolé qui a la capacité d'agir sur les autres systèmes afin de modifier son état tout en restant invariant. Le Big HAUC, c'est l'expression évidente de la symétrie des équations physiques par rapport à une translation dans l'espace-temps, autrement dit Big HAUC = invariant dans le sens du Théorème de Noether.

Le Big HAUC n'est pas un concept. C'est un objet réel, bien concret, qui est un système fermé composé d'éléments divers qui échangent de l'énergie (énergie du vide, énergie cinétique, énergie de masse, etc) avec des objets dans l'Univers dans un jeu qui est toujours à somme nulle, mais dont le résultat est la translation du Big HAUC dans l'espace-temps à vitesse supraluminique.

Le Big HAUC est un système énergétique en lui-même parce que l'énergie c'est la capacité à faire quelque chose. Pour un Big HAUC, c'est de tirer de l'énergie, c'est-à-dire la capacité de modifier son état là où il est, pour se translater à l'endroit où il veut, dans un minimum de temps, tout en restant dans son biotope et sa zone de confort d'origine, c'est-à-dire sans bouger de son espace-temps à lui.

Pour construire un big HAUC, ce n'est pas un fabricant d'avions qui va pouvoir le faire. Nous avons besoin de l'infrastructure d'un chantier naval du genre de General Dynamics aux USA ou Naval Group en France. La réalisation d'un engin aussi gigantesque ne se fait pas de A à Z, mais c'est un assemblage de tronçons, et l'intégration de l'ensemble des tronçons est comparable à l'intégration d'un SNLE (sous-marin nucléaire lanceur d'engins), ou mieux encore, à la construction d'une voiture Tesla sur un banc robotisé.

Imaginons que l'analogie du big HAUC à construire est un triangle noir de catégorie 1. Ce serait donc l'assemblage de 6 triangles par exemple, ou encore d'une structure centrale carrée avec trois triangles adjacents aux trois côtés du carré. Optons pour cette dernière disposition. Le HAUC se présente donc comme un carré auquel est adjoint 3 triangles A, B, C.

Imaginons que la structure externe doive supporter une pression proche de -1000 m sous la mer, sa structure serait comparable à un sous-marin construit avec de l'acier HY 130



inoxydable, conforme aux normes militaires MIL S-16216 & MIL S-21952. Cet alliage de haute résistance (130 ksi (900 MPa), dureté C-30, densité 7885 kg/m<sup>3</sup>, (température de fusion 1.793 K) permet de construire des caissons dont les longerons de soutient pourraient être en titane. Les caissons sont des structures porteuses de plaques de métamatériaux multicouches et d'isolants. Le big HAUC, contrairement à un sous-marin, n'a pas de ballast et de système de chasse d'eau. Nous faisons l'hypothèse que le NHI est un être biologique de 120 cm de haut, bipède avec des membres supérieurs qui vont légèrement au-delà du genou, avec des mains dotées d'un pouce et 3 doigts légèrement palmés au niveau des paumes, de grands yeux, un petit nez et une petite bouche. Par rapport à un être humain, sa tête est plus grosse, et comme un humain, le cerveau se trouve au-dessus des arcades sourcilières. Les oreilles sont peu protubérantes. Pourquoi cette hypothèse ?

Parce que la plupart des gens qui ont relaté leur (prétendue) rencontre avec des NHI les rangent en 3 catégories : les petits, les grands, et les divers (ceux qui ont une apparence nordique, reptilienne, ou ressemblant à un insecte). Les rencontres les plus fréquentes concernent des « petits gris ». Il y a des raisons de croire que les NHI ressemblent à de « petits gris » qui ont une silhouette quasi-humaine. Le Général Haim Eshed avait déclaré qu'un « extra-terrestres nous ressemble au point de pouvoir se fondre dans une foule sans être remarqué ».

Nous ne connaissons qu'un seul modèle scientifique qui explique dans le détail comment la vie naît de l'inerte : c'est le nôtre, celui prouvé sur Terre. Et si ce modèle fonctionne bien sur Terre, pourquoi ne marcherait-il pas ailleurs si les conditions sont identiques ?

Il suffit de lire les livres des célèbres astrophysiciens Trinh Xuan Thuan et Hubert Reeves pour être convaincu que la Vie, c'est d'abord une question d'ingrédients. Les atomes sont créés par nucléosynthèse au cœur des étoiles et tout objet qui constitue les quelques 5% de matière connue de l'univers (qui représente les galaxies, les étoiles, les planètes, tous les êtres vivants et les objets inertes) sont composés de ces 118 atomes du tableau de Mendeleïev.

Ensuite, la Vie, c'est une question de membrane : il faudrait que les atomes se regroupent en molécules, puis qu'émerge une molécule génétique qui contient à la fois de l'information transmissible (ARN, ADN), des protéines pour son fonctionnement, et une membrane constituée d'une double couche de gras (lipides) pour délimiter son environnement, et des canaux membranaires pour permettre l'entrée des molécules nutritives depuis l'environnement et pour évacuer les déchets.

Sur Terre la vie est basée sur le carbone, élément indissociable de la vie. C'est un gros atome capable d'établir de nombreuses liaisons avec d'autres atomes (hydrogène, oxygène, azote, phosphore, etc) pour tricoter des structures ramifiées de milliers d'atomes de carbone. Ouvert à toute nouvelle alliance, le carbone émet des édifices le long duquel des charges électromagnétiques variables attirent et repoussent des chaînes pour prendre des formes en 3D, certaines s'emboîtant les uns avec les autres comme des clés dans une serrure. Ce processus fondamental permet à l'inerte de s'associer, réagir, communiquer, s'adapter, et en fin de compte de former le squelette des molécules organiques du patrimoine génétique (ARN, ADN) qui sont des assemblages de milliards d'atomes de carbone.

Mais c'est la membrane qui fait l'individu. Si on met du savon dans l'eau, il se forme des bulles. Des membranes donc, pour former une protocellule quand cette membrane emprisonne des molécules amphiphiles de formes allongées possédant à leurs extrémités des propriétés très

différentes : une tête qui se dissout dans l'eau, une queue qui préfère l'huile. Autrement dit, une tête hydrophile, une queue lipophile.

Ainsi dans l'eau ces molécules s'assemblent spontanément en bulles de taille nanométrique (les micelles) en dirigeant les têtes hydrophiles à l'extérieur et en rassemblant les queues lipophiles à l'intérieur. Si la température est clémente, les bulles prennent une taille micrométrique, pouvant contenir de l'eau en leur centre.

Les molécules amphiphiles s'alignent les unes contre les autres sur deux couches parallèles mais symétriques, tournant toutes leurs têtes vers l'extérieur et rassemblant leurs queues au milieu, pour former une « membrane bicouche ». Le tout constitue déjà le prototype d'une cellule bactérienne. Avec l'apport des acides gras, commence un cercle vertueux favorisant l'essor de protocellules complexes. Les vésicules les plus complexes prennent l'avantage sur les plus simples.

Mais comment la cellule la plus complexe s'est-elle animée et reproduite ?

Partout là où il y a un peu d'eau des vésicules se forment. L'énergie du milieu est utilisée pour une compétition féroce entre vésicules.

L'étincelle de la Vie peut naître de deux hypothèses.

La première, par le code de l'hérédité qui est une molécule longue et très stable. Les cellules produisent des copies de l'ADN en ARN, fragmentaires et labiles. L'ARN, est à la fois support d'information et catalyseur. Au sein des vésicules, des nucléotides sont polymérisés en ARN et certains ont favorisé la réplication de leurs congénères. Mais l'hypothèse est controversée car une étincelle de vie amorcée par l'ARN suppose que les brins d'ARN doivent être suffisamment longs pour exercer une activité catalytique, or, plus la molécule est longue, plus il y aura des erreurs de duplication et l'information ne peut se transmettre. Autre inconvénient : les ARN catalytiques doivent leur activité à la forme qu'ils adoptent en se repliant ; or l'ARN qui stocke de l'information doit être déplié pour être lu et répliqué. Les deux fonctions, informative et catalytique, ne peuvent pas être supportées par les mêmes molécules.

L'autre hypothèse est que la Vie est plus un verbe qu'un nom. C'est l'action qui utilise de l'énergie qui organise la matière. C'est le métabolisme, et donc un processus qui enclenche des réactions chimiques auto-organisées facilitées par des catalyseurs comme la roche, le métal, l'argile, qui permet de sélectionner certaines cellules plutôt que d'autres malgré l'absence d'un code de l'hérédité. Des chercheurs ont découvert que certains nucléotides précurseurs des ARN peuvent agir comme catalyseur et faciliter des réactions métaboliques. Ce qui invite à changer de perspective : peu importe ce qui est apparu en premier, des protéines, des membranes, du métabolisme, ou de l'ARN. Ce qui compte, c'est comment les précurseurs de chacun des mondes ont finalement coopérés pour aboutir à l'émergence d'une chimie des systèmes qui, une fois lancée, ne s'est plus arrêtée.

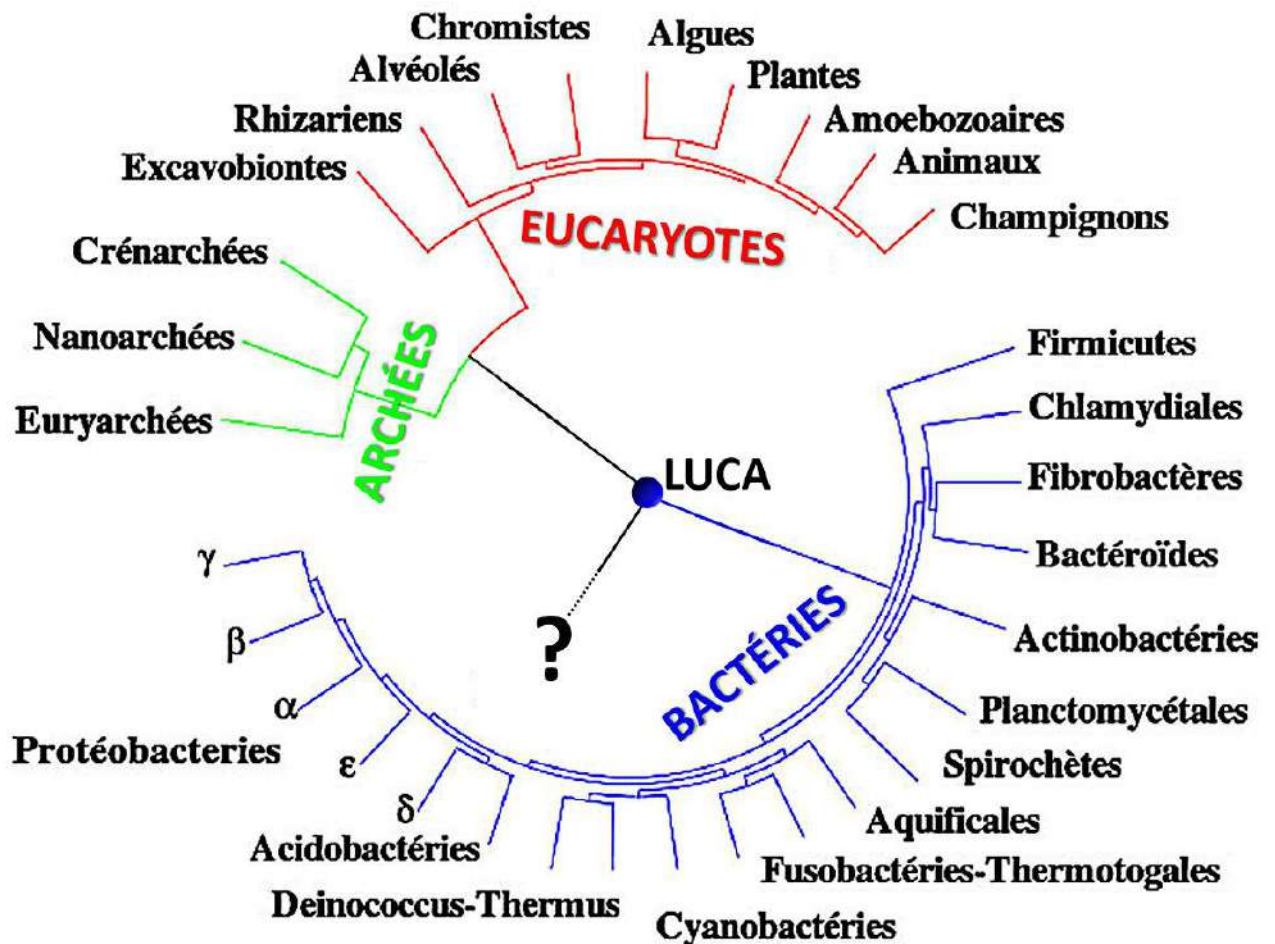


Fig. 364 – Arbre phylogénétique synthétique de la vie. LUCA, notre ancêtre commun universel, est le tronc de cet arbre. Nous sommes en haut à droite sur la branche des animaux. L'origine de la vie se situe quelque part au niveau du point d'interrogation.

Les premières formes du vivant vont se transformer, disparaître, réapparaître ici et là, se complexifier en empruntant tous les chemins possibles. Jusqu'à ce l'un d'eux se révèle particulièrement porteur : LUCA (Last Universal Common Ancestor ou dernier ancêtre commun universel). LUCA n'est pas la première cellule vivante, mais juste l'un des nombreux descendants de celle-ci et le seul à survivre jusqu'à nos jours.

Formé d'une seule cellule, LUCA a gagné la bataille de l'évolution en se frayant le chemin le plus pertinent à coup d'innovations et d'ingéniosité folles pour donner naissance aux trois branches de l'arbre de la vie actuelle.

D'un côté sont nées les bactéries et les archées qui sont des micro-organismes unicellulaires pour la plupart des cellules sans noyau, de l'autre les Eucaryotes (les cellules avec noyau) qui regroupent les amibes, les paramécies, les plantes, les champignons, les animaux nous les humains.

Tiens donc ! Moi qui me croyait supérieur aux animaux....huum.

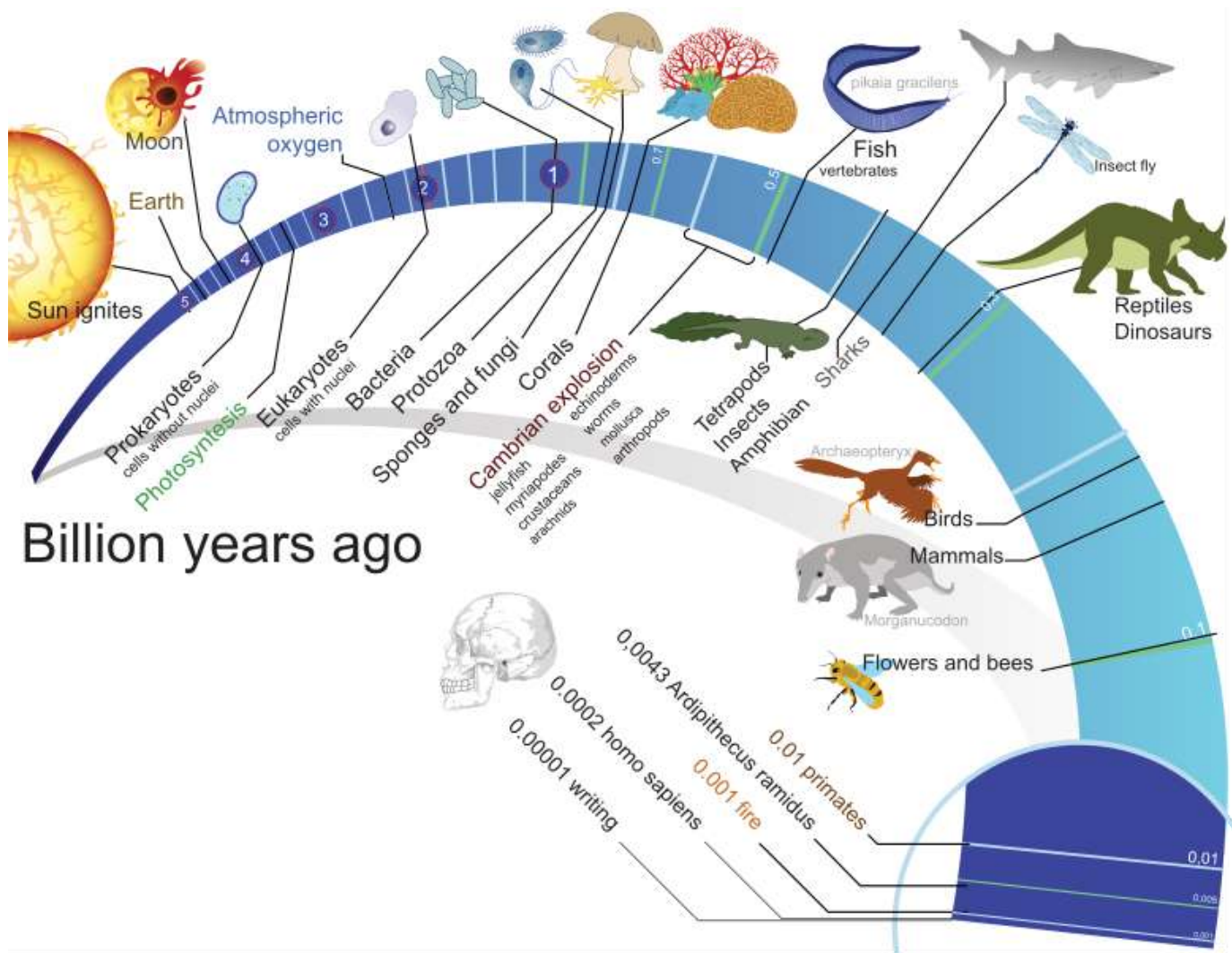


Fig.365 - La vie sur Terre en un clin d'œil, exprimé en milliard d'années dans le passé. La Terre s'est formée il y a 4,54 milliards d'années. Le premier être unicellulaire, LUCA, ancêtre commun à tout ce qui est vivant sur la Terre, aurait ainsi vécu il y a 3,5 à 3,8 milliards d'années. **La division fondamentale entre les formes de vie sur Terre ne réside pas entre les plantes et les animaux mais entre les cellules sans noyau et les cellules avec noyau.** Durant leurs deux premiers milliards d'années, les cellules sans noyau ont transformé la surface et l'atmosphère terrestres.

L'une des caractéristiques de presque toutes les cellules vivantes est qu'elles pompent des ions à travers une membrane pour générer un gradient électrochimique, puis utilisent ce gradient pour fabriquer une molécule riche en énergie, l'ATP. Les résultats des recherches scientifiques suggèrent que LUCA ne pourrait pas générer un tel gradient, mais pourrait exploiter un gradient existant pour fabriquer de l'ATP. Cela s'accorde avec l'idée selon laquelle la première vie tirait son énergie du gradient naturel entre l'eau des cheminées sous-marines et l'eau de mer, et était donc liée à ces cheminées. Ce n'est que plus tard que la capacité de générer des gradients a évolué, permettant à la vie de se détacher des cheminées à au moins deux reprises – l'une donnant naissance aux premières archées, l'autre aux bactéries.

Il semble que LUCA ait été dotée d'un gène codant pour une protéine dite « porte tournante » capable d'échanger des ions sodium et hydrogène à travers ce gradient. Des études



antérieures menées à l'University College de Londres suggèrent qu'une telle protéine aurait été absolument cruciale pour exploiter le gradient naturel des sources. Il se pourrait que LUCA ait dépendu d'acides aminés produits spontanément dans les cheminées.

LUCA est une seule cellule, qui contient un génome ARN ou qui contiendrait probablement la fameuse molécule à double hélice ADN. Et c'est elle qui a conduit à toute forme de vie microbienne, végétale, animale, humaine sur Terre.

Avant 1,5 milliard d'années, il n'y avait rien de vivant sur Terre. Les plus anciens fossiles attestant de la présence de vie sur Terre sont datés de trois milliards d'années. Il ne s'agit pas de LUCA mais de bactéries que l'on appelle stromatolithes. Il n'existe aucun fossile de LUCA, les chercheurs n'ont donc aucune preuve de son existence. Tout ce que vous venez de lire n'est finalement qu'une hypothèse. Pourtant, les scientifiques s'accordent sur le fait que LUCA était bien présent sur Terre il y a 3,8 à 3 milliards d'années.

La leçon de LUCA, c'est que lorsque les conditions se trouvent réunies sur une exoplanète, l'évolution naturelle de la planète va donner naissance à un analogue LUCA.

Et LUCA, c'est une cellule, c'est un monde, c'est nous.

Six éléments seulement constituent le dénominateur commun de toute la vie et représentent 99 % du poids sec de tout être vivant. Ce sont, outre l'hydrogène et le carbone, l'oxygène, l'azote, le phosphore et le soufre. La proportion de ces éléments dans les acides aminés est constante. Elle se retrouve dans toutes les formes de vie, depuis les bactéries jusqu'au corps humain. Les spécificités de la Terre ne résident pas dans ses composants mais dans les conditions de son milieu : humidité, températures douces, champ de gravitation. Ce sont ces spécificités qui ont favorisé certaines combinaisons chimiques plus que d'autres.

### **Les combinaisons moléculaires menant à la vie se forment lorsque sont disponibles l'énergie et le temps.**

On peut même faire le pari que sur une exoplanète habitable, un analogue LUCA, c'est une cellule pas si différente de LUCA dans un monde différent du nôtre mais dont les processus physico-chimiques sont similaires, et l'analogue LUCA va aussi donner naissance à un NHI dont la morphologie ne serait pas trop différent du nôtre, en dehors des conditions locales comme par exemple une gravité plus forte qui le rendrait plus petit, ou une antériorité plus grande que nous qui lui donnerait un cerveau plus gros et plus développé.

Qu'est-ce qui nous fait penser que les NHI ne sont pas trop différents de nous ? Les molécules organiques, ces briques fondamentales du vivant, nous les avons détectés sur des météorites tombées sur Terre. Par exemple la météorite de Murchison tombée en 1969 contient 70 acides aminés et 14.000 molécules organiques.

## Meet your maker

We're getting closer to understanding what the last universal common ancestor of all life on Earth, LUCA, was like and where it lived

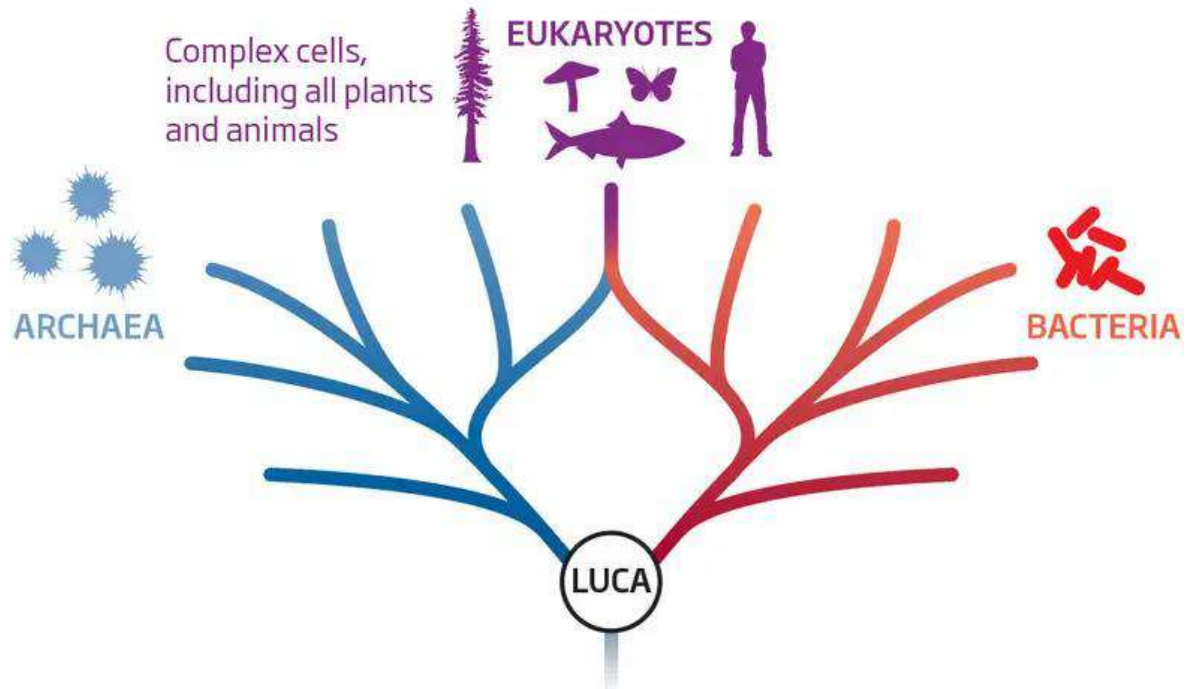


Fig.366 - Tout ce qui est vivant, végétal ou animal, malgré leur diversité, se ressemblent absolument. Végétaux et animaux viennent tous d'une même cellule, LUCA, bâtie sur un modèle original unique et adoptant les mêmes processus pour croître et se diversifier. LUCA était notre ancêtre, il vivait probablement dans des sources hydrothermales il y a 3,8 milliards d'années, et nous possédons 355 gènes qui viennent de lui.

Un gros HAUC, dans notre hypothèse, possède des dimensions compatibles avec un effectif standard de 25 NHI. Le HAUC doit pouvoir subvenir à leurs besoins de manière complètement autonome pour une durée de 1.000 jours terrestre. Pour accomplir leur voyage entre leur planète et nous, la durée du voyage ne devrait pas dépasser 500 jours, ce qui impose au gros HAUC de se déplacer à une vitesse supraluminique et donc avoir une technologie en rapport avec cette vitesse. Les NHI travaillent par équipes de 7, à raison de 3 rotations par jour, avec un commandeur pour chaque équipe, et un responsable de mission ayant les 3 commandeurs placés sous son autorité.

Comme pour le Tic-Tac, le big HAUC comporte une structure faite d'enceintes imbriquées. Pour son caisson central, il y a trois enceintes imbriquées, et pour les caissons triangulaires deux enceintes imbriquées. La Fig.343 ne montre pas les enceintes. Les caissons triangulaires ne sont pas des lieux de vie et ne sont accessibles qu'avec une combinaison protectrice.

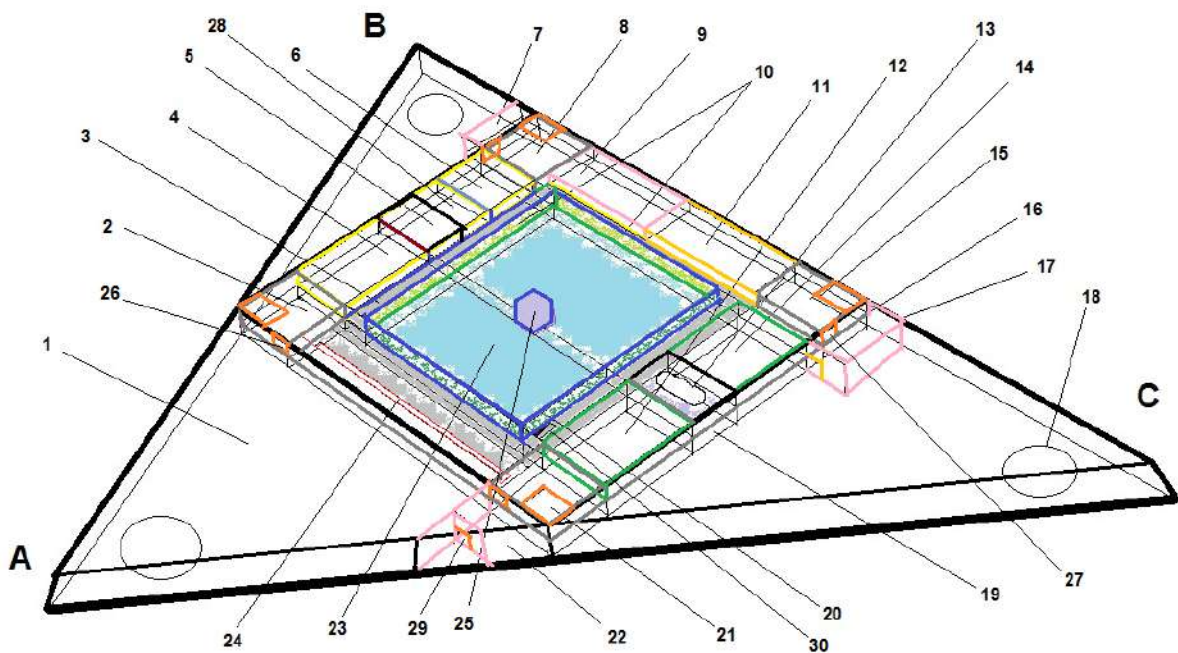


Fig.367 – Ecorché sommaire du pont supérieur d'un big HAUC de catégorie 1, montrant sa structure bâtie autour d'un carré et de trois triangles, dont deux triangles droits B et C et un triangle équilatéral A. Afin de ne pas trop surcharger la figure, le pont inférieur est décrit dans la Fig.344. Le pont supérieur est réservé aux opérations de conduite du vol du Big HAUC et aux travaux de laboratoires.

1/- Triangle isocèle A, comprenant deux enceintes imbriquées non représentées sur ce dessin, se trouvent deux compartiments réservés aux outillages et équipements spéciaux et un ensemble de sas pour des sorties extérieures représentés sur la Fig.343 : deux sas donnant accès à l'extérieur par le haut et le bas du Big HAUC et un accès vers la zone carrée habitée. L'enceinte interne renferme les extracteurs de vide, les générateurs de puissance et d'ondes de résonance, les échangeurs thermiques, les systèmes de conditionnement de l'habitable, les systèmes de supraconduction, les systèmes de détection et d'analyse de données, les équipements de communication, les systèmes de survie, les systèmes de recyclage de l'air et les systèmes de préservations d'élevages et de cultures, les systèmes d'extraction du vide et les systèmes de synthétisation de la matière.

2, 8, 15, 21/- Compartiment incluant 2 sas d'entrée/sortie, dont un vers le haut du HAUC pour accéder à tous milieux externes et un vers l'enceinte interne du triangle A. Ces compartiments contiennent aussi les scaphandres et tenues pour tous milieux externes au big HAUC. Aux quatre coins du carré se trouvent des sas et compartiments identiques, offrant à l'équipage 4 entrées/sorties externes, et 3 entrées/sorties internes vers les zones techniques des triangles A, B, C.

3/- En gris, couloir de circulation et de dégagement, périphérique à l'îlot central. Ce couloir comporte 4 escaliers roulants, un sur chaque côté du carré, permettant de rejoindre le pont inférieur.

4, 6/- Laboratoires scientifiques et médicaux

5/- Bloc de récupération des Tic-Tac, situé en haut du Big HAUC côté droit. Le bloc de récupération est un sas pressurisé contenant un système de récupération automatique.

7, 17, 22/- A l'extérieur du carré central, du côté du triangle A, se trouve deux caissons groupant deux sas d'entrée/sortie du HAUC (par le haut et par le bas, un sas d'entrée/sortie vers la zone carrée habitable (identique au 26), et un sas 29 permettant de circuler entre les deux caissons. Chacun des compartiments contient des scaphandres de sortie et diverses combinaisons spéciales pour accéder aux zones techniques situées dans les triangles. Au total 12 sas d'entrées/sorties externes au HAUC donnent accès à 4 entrée/sorties internes donnant sur la zone habitable. On peut donc accéder à un gros HAUC par 8 sas par le Haut et 4 sas par le bas.

9/- Zone d'entraînement physique de l'équipage

10/- Paroi interne des cloisons séparatrices du bloc central

11/- Zone médicale : infirmerie, cabinet dentaire et salle d'opération chirurgicale

12 et 14/- Laboratoires et zones de stockages adjacents à la plateforme élévatrice du Tic-Tac

13/- Tic-Tac reposant sur le plancher de sa plateforme élévatrice, à l'intérieur du bloc de récupération du Big HAUC côté gauche en haut. Le compartiment contient un sas d'entrée/sortie pour Tic-Tac vers le haut ou vers le bas du Big HAUC, et donne accès à la zone de parcage située sur le pont inférieur. Le compartiment contient un système de largage et de récupération automatique de Tic-Tac opérable par le haut et par le bas du Big HAUC.

16/- Plancher du pont supérieur

18/- On devine sur les trois triangles la position des cercles qui figurent des éléments du système de réduction d'inertie, de propulsion et de distorsion d'espace-temps.

19/- Compartiment du pont inférieur contenant un sas d'entrée/sortie pour Tic-Tac vers le bas du Big HAUC. Ce compartiment possède une double entrée/sortie, vers le haut et vers le bas, et donne accès à une zone de parcage située sur le pont inférieur. Le compartiment contient 2 systèmes de largage et de récupération automatique de Tic-Tac, opérable par le haut et par le bas du Big HAUC. Le Big HAUC peut récupérer ou larguer en simultané 4 Tic-Tac, 2 par le haut et 2 par le bas. L'opération peut se renouveler immédiatement après, pour récupérer ou larguer 4 autres Tic-Tac.

20/- Paroi externe des cloisons séparatrices du bloc central

21/- Sas de sortie du compartiment 21 vers l'extérieur du HAUC par le haut, identique à ceux équipant les compartiments 2, 8, 15.

23/- La zone bleue représente le plancher du pont supérieur au niveau du centre des opérations du Big HAUC.

24/- Zone réservée aux fonctions de surveillance, détection, communication, navigation et de pilotage du Big HAUC.

25/- Afficheur central du centre des opérations



26/- Sas d'entrée/sortie vers la zone technique du Triangle A

27/- Sas d'entrée/sortie vers le caisson externe à la zone habitable du carré

28/- Atelier de réparation des Tic-Tac et autres ateliers techniques : mécaniques, électroniques, chimiques, etc.

29/- Sas inter caissons

30/- Un des escalators vers le niveau inférieur

Le carré central comporte deux niveaux : le pont supérieur et le pont inférieur. La Fig.343 laisse deviner les contours du pont inférieur dont le contenu est décrit dans la Fig.344. L'enceinte interne supérieure comprend : le pont central de commandement réservé au centre des opérations avec les systèmes d'information, de commandement, de communication et de contrôle associés (C3I). C'est la partie bleue du dessin, non complétée pour le moment. Le côté A du carré est réservé aux fonctions de pilotage, de navigation, de détection, de contre-mesures diverses opérant des dispositifs à énergie dirigée. Sur les côtés B et C se trouvent les labos scientifiques, dont 2 du côté C sont aménagés pour accueillir éventuellement un Tic-Tac qui pourrait éventuellement rapporter des échantillons. Le Tic-Tac peut accéder à son compartiment par le haut ou par le bas du Big HAUC. S'il accède par le bas, un élévateur le remonte vers les labos du pont supérieur. Le pont inférieur est doté de 6 stations de parcage de Tic-Tac, dont un compartiment (28) est équipé pour leur entretien, démontage et réparations. Le big HAUC peut héberger au maximum 8 Tic-Tac, 6 sur le pont inférieur et 2 sur le pont supérieur. Les 4 accès des Tic-Tac, par le haut et par le bas du Big HAUC, sont dotés de portiques de récupérations automatiques et de sas opérables tous milieux. A l'arrière côté BC, sur le pont supérieur se trouve la salle de conditionnement physique (sport) et à côté se trouve l'infirmerie, le cabinet dentaire et la salle d'opération chirurgicale. Les couloirs qui longent le bloc central comportent 4 escalators vers le pont inférieur.

Le carré central du pont supérieur est comparable au pont supérieur d'un SSNLE (sous-marin stratégique nucléaire lanceur d'engins), sauf que c'est beaucoup plus vaste avec un central des opérations très ouvert car le Big HAUC n'est pas un engin de guerre, mais un vaisseau d'exploration intergalactique. C'est pourquoi la structuration du Big HAUC privilégie les schémas exploratoires, l'étude et l'analyse des échantillons et la communication avec la planète d'origine qui se trouve quelque part dans Laniakea.

Le Big Hauc possède de nombreux types d'accès externes et internes car plusieurs équipes doivent pouvoir travailler à des activités extra-véhiculaires et intra-véhiculaires différentes en même temps sans se gêner. De cette manière, il y a peu de temps d'attente, ce qui améliore l'efficacité des équipes.

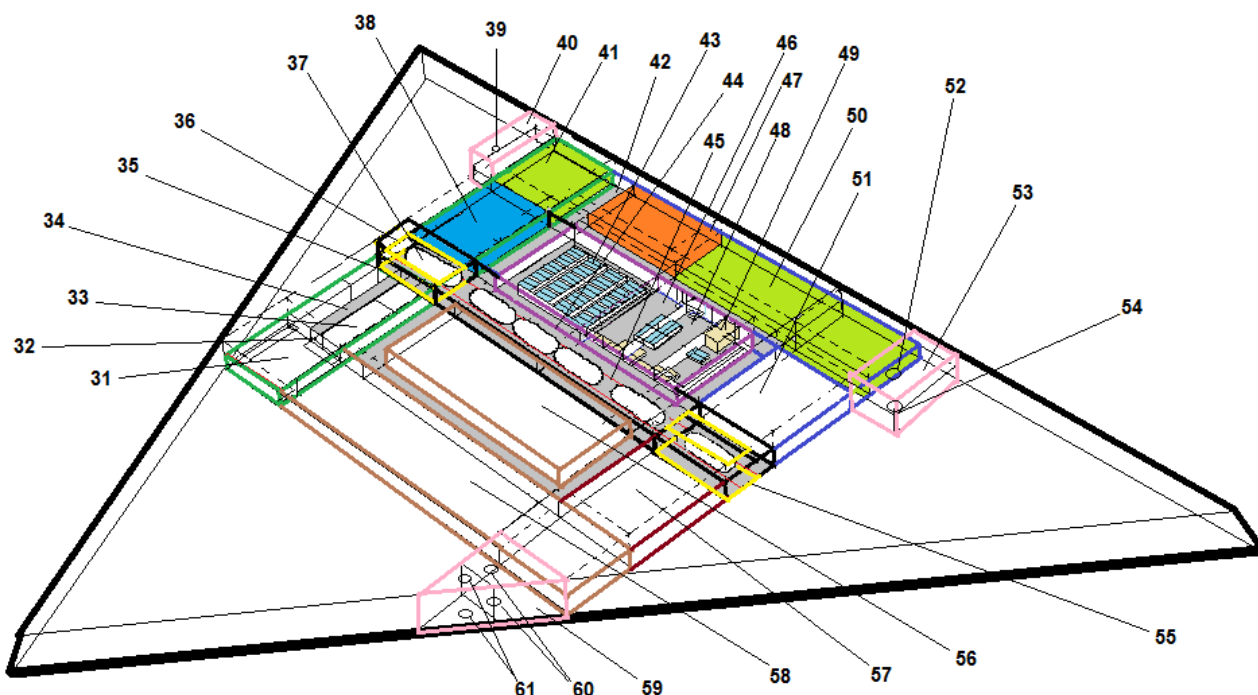


Fig.368 – Ecorché sommaire du pont inférieur d'un Big HAUC réservé à la vie de l'équipage et aux servitudes. Le niveau inférieur comporte de nombreuses fermes d'élevage et d'aquaculture, et sert aussi au parage des Tic-Tac.

31/- Préparation des repas

32/- Laveries

33/- Réserves alimentaires et boissons

34/- Couloir d'accès

35/- Trappe d'accès inférieur droit du Big Hauc. L'accès est équipé du système de récupération automatique des Tic-Tac et d'un sas de décompression.

36/ Trappe d'accès supérieur droit du Big HAUC. L'accès est équipé du système de récupération automatique des Tic-Tac et d'un sas de décompression.

37/- Petit HAUC genre Tic-Tac

38/- Bassins et viviers pour élevages aquatiques et cultures marines.

39/- Entrée/sortie du caisson 7 vers l'extérieur haut du Big HAUC

40/- A l'extérieur du caisson carré central habitable, c'est-à-dire à l'intérieur des triangles A, B, C, se trouvent 4 enceintes (en rose) dont deux enceintes consécutives. Les deux enceintes arrière contiennent chacune deux sas d'entrée/sortie externe du HAUC (par le haut et par le bas), un sas d'entrée/sortie vers la zone carrée habitable et un sas d'entrée/sortie vers la zone technique située à l'intérieur du triangle. Chacune des enceintes contient des scaphandres de sortie et diverses combinaisons spéciales pour accéder aux zones techniques situées dans les triangles. A l'avant se trouvent deux enceintes consécutives. Celle qui jouxte la partie

centrale carrée habitable contient deux sas d'entrée/sortie externe du HAUC (par le haut et par le bas), un sas d'entrée/sortie vers la zone carrée habitable et un sas d'entrée/sortie vers l'autre enceinte qui lui est juxtaposée. L'enceinte de devant contient deux sas d'entrée/sortie externe du HAUC (par le haut et par le bas), un sas d'entrée/sortie vers l'enceinte qui lui est juxtaposée.

41/- Ménagerie transitoire. Elle sert à héberger provisoirement des échantillons biologiques durant leurs études. Dans la plupart des cas, ces échantillons sont restitués à leur point de capture.

Les Tic-Tac qui ramènent des échantillons biologiques vivants doivent accéder par le sas du bas pour bénéficier d'un accès direct à des ménageries transitoires et bassins biologiquement sécurisés. Deux « fermes » d'élevages et de cultures sont situées un peu plus loin dans le prolongement de la ménagerie.

42/- Couloir de dégagement.

43/- Dortoir de l'équipage. Chaque alvéole de repos comporte deux couchages, dont un seul est occupé normalement. Ceci permet à un dortoir prévu pour 20 équipages d'accueillir au maximum 40 personnes en cas de besoin. Un Big HAUC doit pouvoir porter assistance à un autre Big HAUC dans n'importe quel milieu (air, eau, espace) et ramener tout l'équipage d'un Big HAUC en péril.

44/- Zone de parage des Tic-Tac.

45/- Système de déplacement des Tic-Tac du parage aux trappes d'entrées/sorties.

46/- Logement des commandants. Les commandants bénéficient d'un local leur permettant de s'isoler de l'équipage composé au total de 21 opérationnels. Les commandants sont logés par paire, mais le local peut accueillir jusqu'à 4 commandants en cas d'urgence. Les alvéoles de repos sont identiques à ceux de l'équipage.

47/- Habillements, douches et sanitaires de l'équipage et des commandants.

48/- Deuxième logement des commandants, identique à celui décrit en 46.

49/- Logement du responsable de mission. Le responsable bénéficie d'un local possédant des sanitaires, un emplacement dédié aux communications spéciales, et des conteneurs spéciaux dédiés à la mission. L'alvéole de repos est amélioré par rapport à celui de l'équipage, et peut aussi se dédoubler.

50/- Ferme d'élevages et de cultures.

51/- Bassins et viviers pour élevages aquatiques et cultures en eau douce.

52/- Sas permettant de communiquer de la zone habitable vers le caisson externe jouxtant la zone interne du Triangle.

53/- Caisson servant d'interface entre la zone habitable et la zone interne du Triangle. Ce caisson contient des scaphandres de sortie du Big HAUC vers différents milieux dépendant de la mission et diverses combinaisons spéciales pour accéder aux zones techniques situées dans les triangles.

54/- Sas d'entrée/sortie du caisson permettant l'accès par le dessous du Big HAUC côté C du Triangle. Il existe aussi un sas d'entrée/sortie du caisson par le dessus du Big HAUC côté C du Triangle qui n'est pas dessiné sur la Fig.335.

55/- Trappe d'accès du Tic-Tac par le dessous du Big HAUC côté C du Triangle.

56/- Mess et loisirs

57/- Entrepôts

58/- Restauration

59/- Caisson identique à 53, sauf qu'il jouxte avec un autre caisson situé devant lui.

60/- Sas d'entrée/sortie du caisson 53 vers l'extérieur du Big HAUC, par le haut et par le bas.

61/- Sas d'entrée/sortie du caisson situé devant le caisson 53, vers l'extérieur du Big HAUC, par le haut et par le bas. Ce caisson dispose aussi d'un sas permettant de communiquer vers la zone technique du Triangle (non représenté sur le dessin) et d'un autre sas (29) vers le caisson qui lui est juxtaposé.

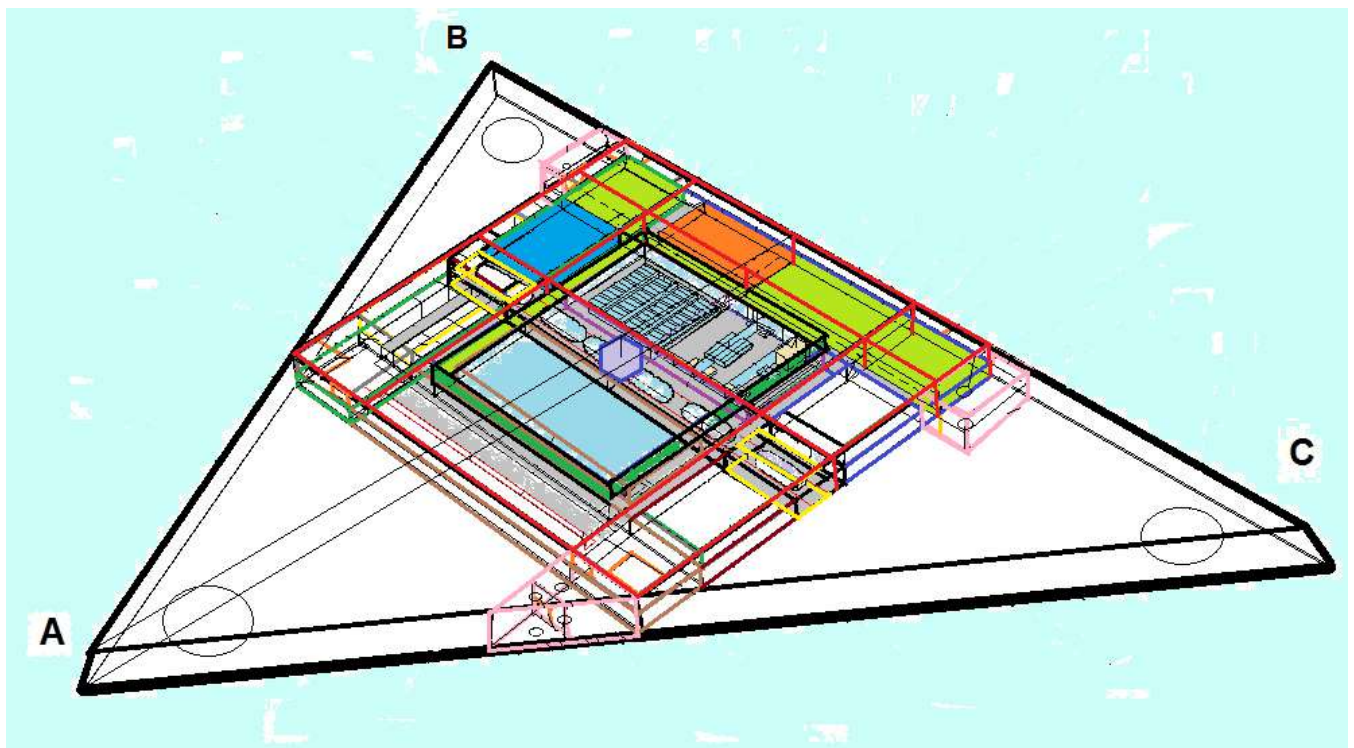


Fig.369 – Vue condensée des deux niveaux du carré central du Big HAUC. L'ensemble des deux niveaux du Big HAUC est entouré de trois enceintes imbriquées qui ne sont pas dessinées sur cette figure.



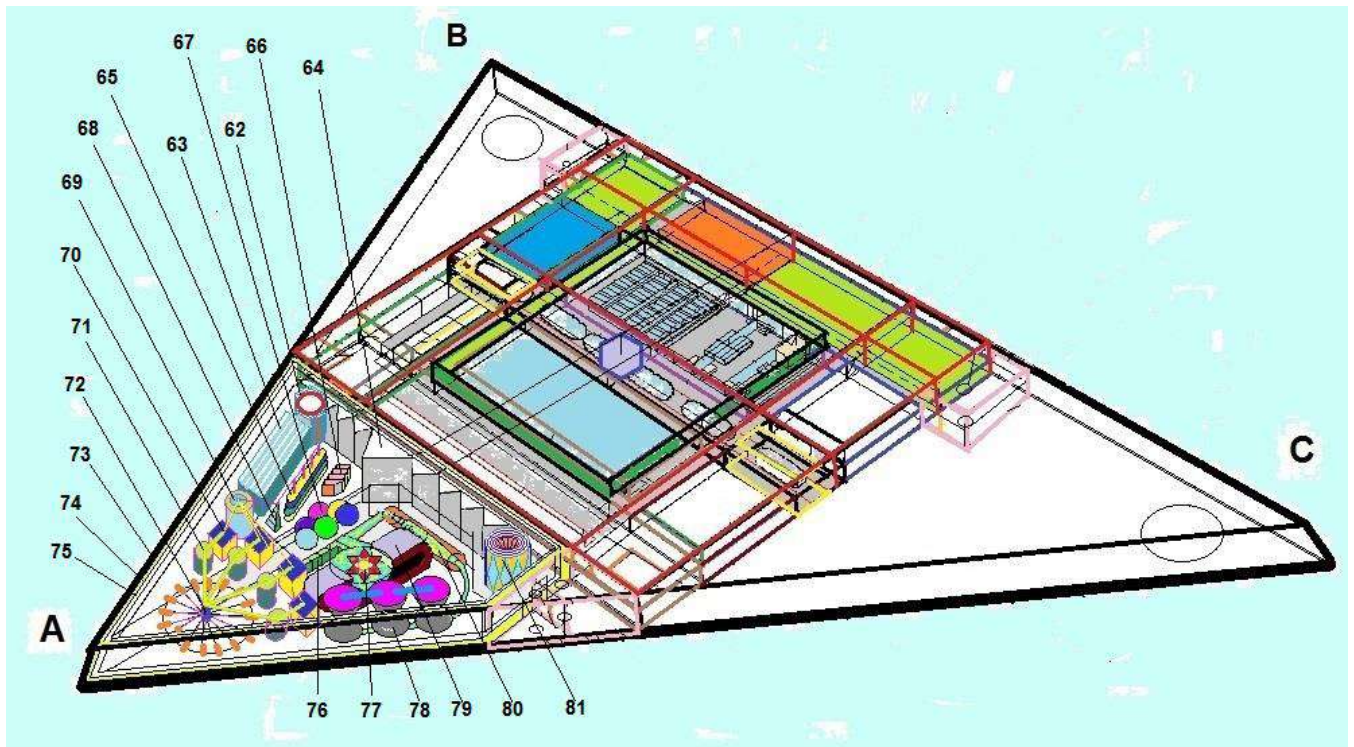


Fig.370 – Ecorché du Triangle A d'un HAUC.

- 62/- Système de synthèse de matériaux et nourritures
- 63/- Echangeurs thermiques
- 64/- Absorbeurs
- 65/- Accumulateurs de chaleur et échangeurs
- 66/- Systèmes AI
- 67/- Réservoirs de gaz (krypton pour servitudes Tic-Tac, oxygène, hélium, etc)
- 68/- Systèmes de navigation et contrôles des conditionneurs d'habitable
- 69/- Pompes du système d'extraction d'énergie du vide
- 70/- Convertisseurs thermoélectriques
- 71/- Condensateurs et amplificateurs de puissance
- 72/- Eclateurs lasers
- 73/- Revêtement externe du Big HAUC
- 74/- Enceinte extérieure
- 75/- Enceinte intérieure
- 76/- Modulateur de flux
- 77/- Ordinateurs quantiques et systèmes associés

78/- Générateur HEEMFG (champ électromagnétique à haute énergie)

79/- Générateurs de supraconduction

80/- Capteurs et systèmes de communication

81/- Générateur HFGWG (ondes gravitationnelles à haute fréquence)

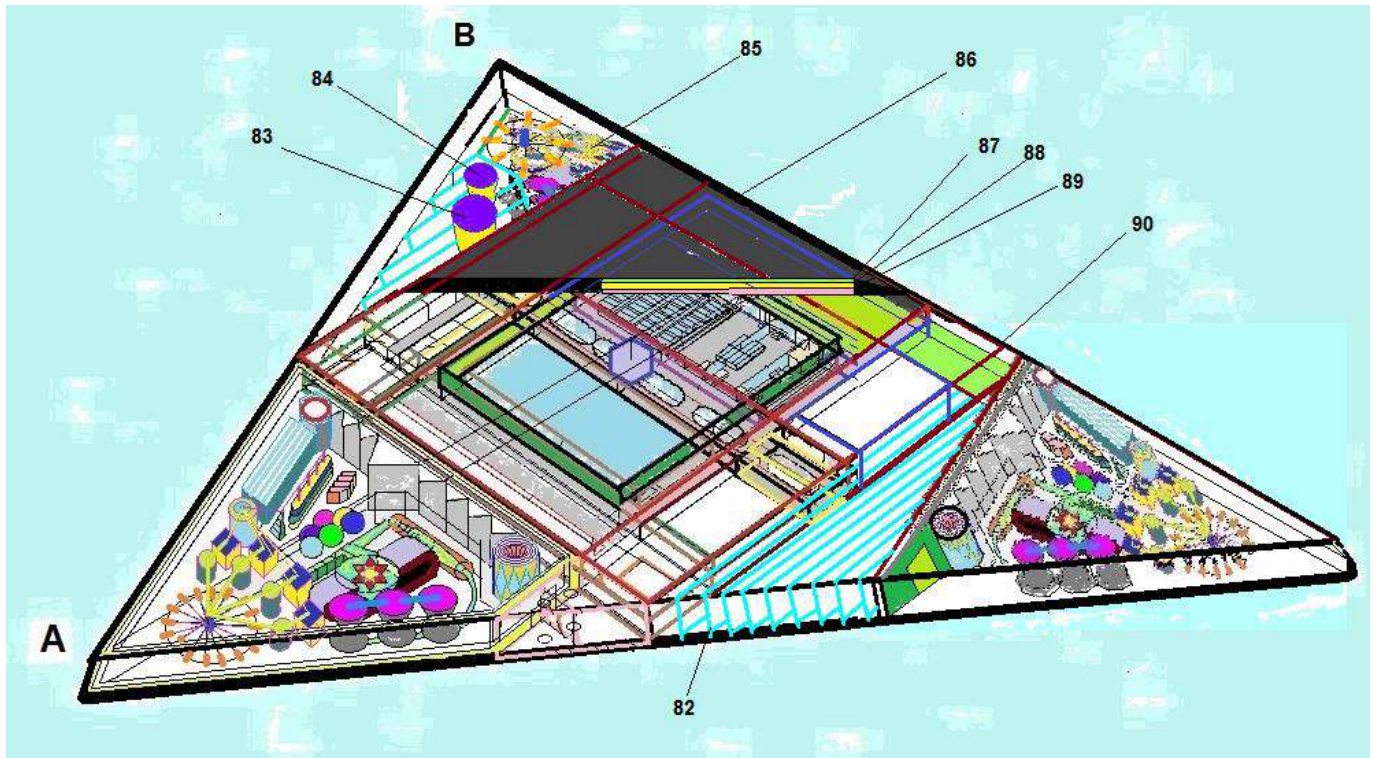


Fig.371 – Ecorché d'un Big HAUC Triangle Noir en entier.

82/- Panneaux de cavité de Casimir dynamique

83/- Réservoirs pour les cultures animales et végétales

84/- Conditionneurs de systèmes d'élevages et de cultures

85/- Entrepôts

86/- Revêtement externe du Big HAUC

87/- Enceinte externe

88/- Enceinte interne

89/- Enceinte pressurisée et divers blindages : antiradiations, acoustiques, cage de Faraday

90/- Longeron de la structure interne

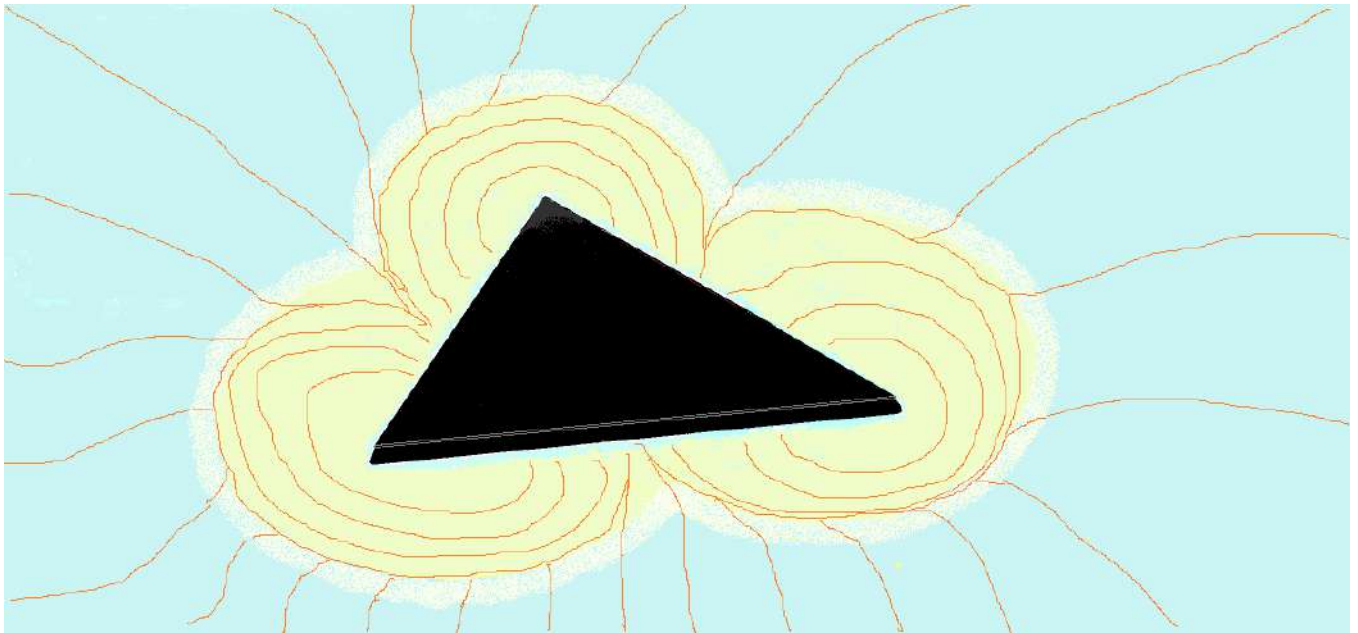


Fig.372 – En rouge les isométriques d'espace-temps autour du Big HAUC. Remarquez les zones d'espace propre en jaune-vert et les zones d'espace local en bleu clair.

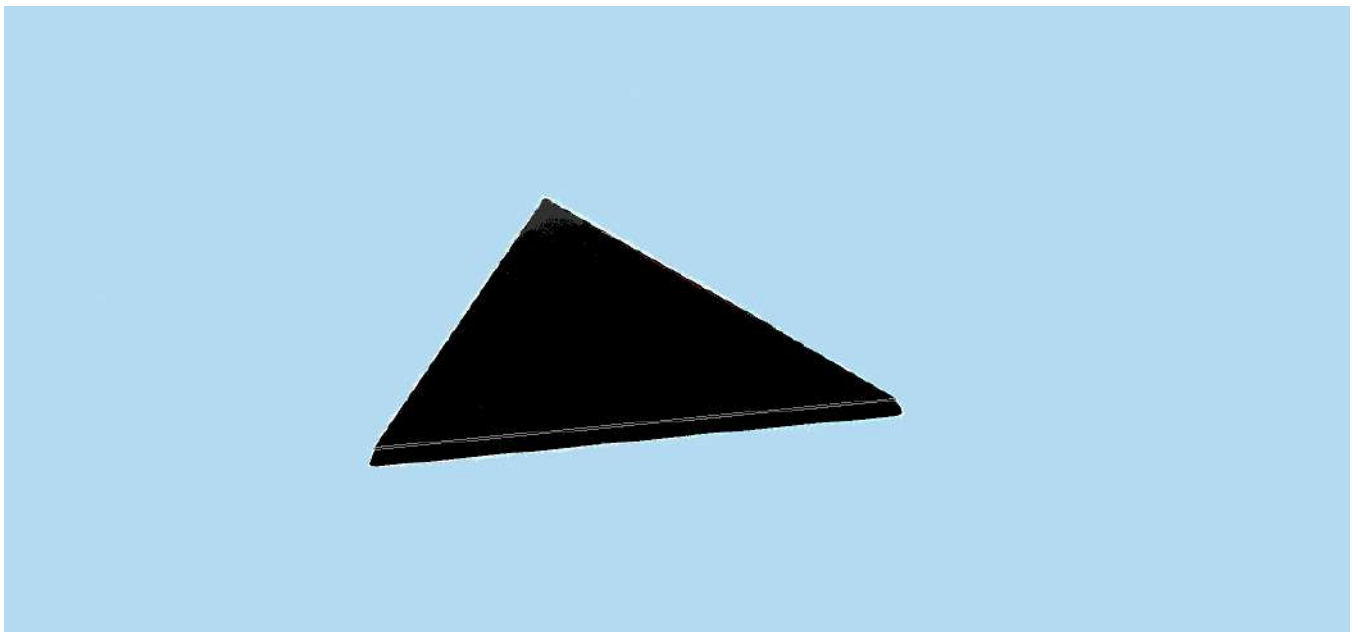


Fig.373 – Le Big HAUC de Type Triangle Noir Catégorie 1 en vol dans l'atmosphère vu de dessus. On ne distingue aucune trainée, ni onde de choc, ni aucune perturbation du milieu, aucun son. Les distorsions d'espace-temps sont invisibles.

Les trois caissons triangulaires ont des contenus quasi identiques, ceci afin d'optimiser la durabilité et la résilience du HAUC face aux pannes et incidents de toutes sortes. Leur fonction est :

- 1/- d'extraire de l'énergie du vide et de convertir cette énergie en force électromagnétique et en force gravitationnelle
- 2/- agir sur les scalaires de l'espace-temps qui se trouvent à proximité du gros HAUC, grâce au contrôle de ses forces dans les parois et cavités résonnantes

- 3/- faire marcher le système de propulsion et de régulation thermique
- 4/- fabriquer des molécules à partir du vide, pour synthétiser de l'air respirable, des matériaux et pièces de maintenance et la nourriture.
- 5/- recycler les déchets de l'équipage et maintenir un biotope équilibré.

De ces 5 points, les points 1, 2 et 4 ont déjà été abordés plus haut, il reste à donner quelques précisions pour le point 3 et 5.

Point 3. Le système de propulsion du HAUC est, comme nous l'avons vu, capable de distordre l'espace-temps par la conjugaison et la résonance de champ électromagnétique et gravitationnelle. L'effet Woodward peut éventuellement être envisagé, mais nous ne le retenons pas car il y a déjà un projet NIAC en cours, et en tout cas il ne répond pas aux besoins des NHI.

En 2009, Harold White proposa une conjecture de fluctuation du champ quantique du vide (QVF) pour créer des flux de quantité de mouvement à partir du vide spatial extra-terrestre. Là où le champ gravitique inertiel de Sciama de la Théorie de l'Absorbeur de Wheeler-Feynman est utilisé pour produire l'effet Woodward, la conjecture de White remplace le champ gravito-inertiel de Sciama par le champ électrodynamique du vide quantique. Les forces locales réactives sont générées et convoyées par des flux de quantité de mouvement créés dans le champ électrodynamique du vide quantique par le même processus utilisé pour créer les flux de quantité de mouvement dans le champ gravito-inertiel. White utilise des lois relatives aux plasmas magnétohydrodynamiques pour quantifier cette interaction locale de quantité de mouvement, tandis que Woodward applique les lois physiques de la matière condensée.

Nous avons déjà expliqué plus haut le dispositif de propulsion de White appelé QVPT (Quantum Vacuum Plasma Thruster) ou Q-thruster. A la différence d'un propulseur à effet Mach qui échange instantanément sa quantité de mouvement avec la matière cosmique de l'univers à travers des ondes avancées/retardées du champ radiatif gravito-inertiel (d'après la théorie de l'absorbeur de Wheeler-Feynman), le Q-thruster de White semble violer la loi de conservation de la quantité de mouvement, car le mouvement vers l'avant semblerait être produit en réaction à la poussée exercée sur les particules virtuelles qui auraient disparu immédiatement après qu'elles aient été poussées, conduisant à la génération d'une quantité de mouvement locale et d'énergie à partir de rien.

Le dispositif de White s'appuie aussi sur une autre conjecture : l'inertie provient de la quantité d'énergie accumulée dans le vide quantique au Point Zéro. Si nous faisons popper de l'énergie virtuelle au Point zéro sur toute la région environnant le HAUC, nous réduisons l'inertie, donc la résistance au mouvement. Nous ramollissons en quelque sorte la dureté de l'espace-temps, et nous facilitons la distorsion de l'espace-temps local pour frayer le passage de l'espace-temps propre au HAUC.

Par ailleurs, les particules virtuelles que nous faisons popper du vide au Point zéro vont contribuer à amplifier les forces que nous allons générer à partir de la surface de l'enceinte extérieure du HAUC.



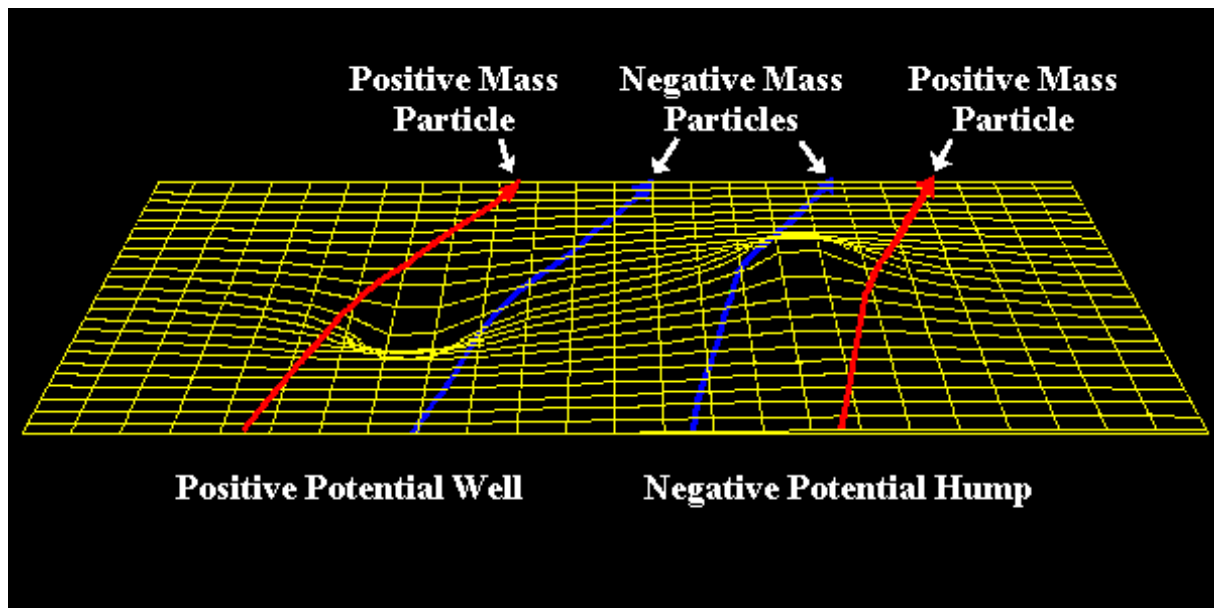


Fig.374 – Puit potentiel positif et bosse potentielle négative : un corps massif produit un creux dans l'espace-temps (représenté ici en 2D), de telle sorte qu'une bille roulant sur la trame s'incurve vers le creux. Dans cette simulation, la masse négative qui réside sur l'autre rive du creux produit une bosse qui détourne la trajectoire d'une bille roulant sur la trame. Cependant, si nous plions la trame, c'est la masse négative qui produit le creux et c'est la masse positive qui produit la bosse.

Les deux schémas ci-dessus comportent la base de réflexion qui va permettre de réaliser un engin supraluminique capable de prélever de l'énergie et de la matière au point zéro pour façonner sa propre route, tout en se déplaçant.

Cet engin doit transformer l'énergie du point zéro en lumière, puis à partir de la lumière fabriquer de la matière et de l'antimatière. La matière pourvoit aux besoins de l'équipage et en partie à la propulsion. L'antimatière qui sort du vide au Point zéro, transformée en énergie négative, pourvoit à la propulsion par distorsion d'espace-temps. Une partie de l'antimatière peut aussi servir à la propulsion des Tic-Tac. C'est en gros le défi à relever.

Nous avons vu plus haut que le HAUC doit traverser un immense espace-temps rempli de vide avant d'arriver jusqu'à nous. Mais de quel espace-temps s'agit-il ? On va d'abord revenir aux fondamentaux pour essayer de comprendre de quoi on parle parce que le mot espace-temps dans l'esprit de chacun peut ne pas désigner la même chose.

La relativité générale nous dit que l'univers a une géométrie spatio-temporelle en  $3D + 1$  (3 dimensions d'espace, une dimension de temps) et nous donne une belle équation qui dit que ce sont les masses qui disent à l'espace-temps comment il doit courber, et ce sont les courbures de l'espace-temps qui indiquent aux masses où elles doivent aller. Les masses, c'est la matière, c'est l'énergie. La matière et l'énergie, mais la gravité et la lumière aussi peuvent courber l'espace-temps. Et, ne l'oublions pas, les ondes gravitationnelles et les ondes électromagnétiques peuvent aussi courber l'espace-temps. Mais l'espace-temps de l'univers est naturellement en expansion, aussi Einstein qui était convaincu que l'univers était immobile avait par la suite introduit dans son équation une « constante cosmologique Lambda » qui n'est pas constante et qui permet de tenir compte de cette expansion due à une inconnue appelée « énergie noire ».

L'énergie noire (ou sombre) constitue entre 68 et 73 % de l'Univers et est intimement associée au vide de l'espace. Elle est distribuée de façon uniforme dans l'Univers, non seulement dans l'espace mais aussi dans le temps. La nature exacte de l'énergie noire est tout simplement l'énergie du vide quantique, modélisée par la constante cosmologique Lambda de la relativité générale.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + \Lambda g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu}$$

### ***Equation d'Einstein***

Dans l'expression de gauche, g est le tenseur métrique. Dans l'expression de droite, T est le tenseur énergie-impulsion : il représente l'énergie et le moment de tous les champs autres que le champ métrique lui-même. Lambda est la constante cosmologique : elle représente la densité d'énergie de l'espace-temps en l'absence de champs non-gravitationnels. Dans l'univers statique imaginé par Einstein, Lambda = zéro.

**Cette équation signifie : « L'espace-temps dit à la matière comment se mouvoir ; la matière dit à l'espace-temps comment se courber. »**

Autrement dit, il faut considérer que l'espace-temps est une structure qui tient la masse, lui disant comment se mouvoir ; et la masse tient l'espace-temps, lui disant comment la structure doit se courber.

La partie de gauche représente la courbure de l'espace-temps telle qu'elle est déterminée par la métrique et l'expression de droite représente le contenu masse/énergie de l'espace-temps. Cette équation peut alors être interprétée comme un ensemble d'équations décrivant comment la courbure de l'espace-temps est reliée au contenu masse/énergie de l'univers.

Cette constante cosmologique était à l'origine introduite par Einstein pour obtenir de son équation un univers statique (c'est-à-dire un univers qui ne soit pas en expansion ou en contraction). Cet effort fut un échec pour deux raisons : l'univers statique décrit par cette théorie était instable, et les observations des galaxies distantes par Hubble une décennie plus tard confirmèrent que notre univers n'est en fait pas statique mais en expansion. Lambda fut donc par la suite abandonné. Einstein qualifia cette bourde « **la plus grande bêtise de sa vie** ».

Bien que la motivation d'Einstein pour l'introduction de cette constante ait été erronée, sa présence dans l'équation n'est pas inconsistante. En effet, récemment les techniques astronomiques améliorées ont permis d'affirmer qu'une valeur non nulle de Lambda est nécessaire pour expliquer certaines observations. **L'existence d'une constante cosmologique est alors équivalente à l'existence d'une énergie du vide non nulle.**

La formule introduite par Einstein est cohérente avec nos observations actuelles de l'Univers. Si l'énergie sombre ou noire, autre appellation d'une énergie de vide non nulle prend effectivement cette forme, cela signifie qu'il s'agit d'une propriété fondamentale de l'Univers.

Les solutions de l'équation d'Einstein sont les tenseurs métriques de l'espace-temps. Elles sont souvent appelées « métriques ». Elles décrivent la structure de l'espace-temps en incluant le mouvement inertiel des objets.

En géométrie, et plus particulièrement en géométrie différentielle, le tenseur métrique est un tenseur d'ordre 2 permettant de définir le produit scalaire de deux vecteurs en chaque point

d'un espace, qui est utilisé pour la mesure des longueurs et des angles. Il généralise le théorème de Pythagore. Dans un système de coordonnées données, le tenseur métrique peut se représenter comme une matrice symétrique. La géométrie différentielle est l'application des outils du calcul différentiel à l'étude de la géométrie. Les objets d'étude de base sont les variétés différentielles, ensembles ayant une régularité suffisante pour envisager la notion de dérivation, et les fonctions définies sur ces variétés. La géométrie différentielle trouve sa principale application physique dans la théorie de la relativité générale où elle permet une modélisation d'une courbure de l'espace-temps.

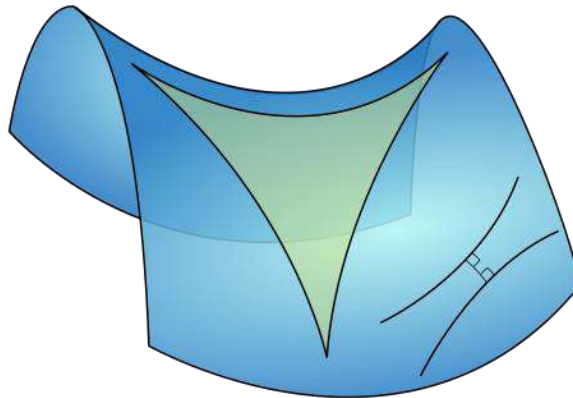


Fig.375 - Exemple d'objets étudiés en géométrie différentielle. Un triangle dans une surface de type selle de cheval (un paraboloïde hyperbolique), ainsi que deux droites parallèles.

L'énergie noire peut être une notion directement reliée à la constante cosmologique car elle apparaît dans le second membre de l'équation d'Einstein « modifiée ». Cette constante a été ajoutée par Albert Einstein à son équation primitive afin qu'elle puisse modéliser un Univers statique (il sera prouvé par la suite que l'Univers statique d'Einstein est instable). Elle introduit une sorte d'énergie (un champ scalaire constant) présente en tout point du continuum spatio-temporel, qui, avec un choix convenable de signes et de valeurs, peut s'opposer à la gravité et modifier le profil d'évolution de la « taille de l'Univers » (facteur d'échelle dans la métrique).

Lors de la découverte de l'expansion de l'Univers, Einstein renia cette « verrue » au profit de l'équation originelle (où  $\Lambda$  ne figure pas), jugée plus « esthétique » et conforme aux observations de l'époque. Jusque dans les années 1980, la constante cosmologique a été plus ou moins ignorée en cosmologie conventionnelle.

En fait, cette "erreur" n'en est peut-être pas une, car la constante cosmologique apparaît comme une des solutions les plus simples et naturelles au problème de l'énergie noire. Un modèle cosmologique intégrant la constante cosmologique en tant qu'énergie sombre existe : le modèle  $\Lambda$ CDM (Standard Cold Dark Matter), qui est de plus en plus utilisé comme modèle de travail par les cosmologistes.

Toutefois, cette solution ne s'impose pas (tout en restant toujours possible) pour les raisons suivantes :

- l'histoire de la constante cosmologique est jusqu'ici toujours la même : une constante ad hoc ajoutée artificiellement pour expliquer un état supposé de l'Univers, et qui a finalement été abandonnée
- mais du point de vue de la physique des particules, la constante cosmologique apparaît comme la densité d'énergie du vide. Or, les calculs de cette densité d'énergie à l'aide du modèle standard donnent une valeur gigantesque alors que la valeur attendue de

la constante cosmologique est extrêmement faible. Cette différence de plus de 120 ordres de grandeur entre la valeur théorique et celle mesurée n'est toujours pas comprise.

Si on fait intervenir une supersymétrie totale de la physique des particules, la densité d'énergie du vide est alors précisément zéro, la contribution de chaque boson étant annulée par son fermion supersymétrique et réciproquement. Cependant, l'état actuel de l'Univers correspond à un état « brisé » de la supersymétrie, qui donne alors de nouveau pour le calcul de l'énergie du vide, une valeur bien plus grande que celle attendue, bien que plus faible que celle du modèle standard.

- cette différence d'ordre de grandeur implique également un ajustement fin de la constante cosmologique. Celle-ci a dû être égale à une certaine valeur pour que l'évolution de l'Univers puisse donner son état actuel. Fixer arbitrairement un paramètre cosmologique avec une telle précision, sans base théorique, est scientifiquement difficilement acceptable.
- il faut que la valeur de l'énergie noire reste rigoureusement constante au cours du temps. Ce point n'est pas encore établi. De plus, l'énergie du vide est soumise à des fluctuations quantiques alors que la constante cosmologique est fondamentalement et rigoureusement une constante.

La physique quantique nous dit que l'univers peut être une superposition d'univers multiples, allant jusqu'à  $10^{500}$  (10 puissance 500) univers, chacun de ces univers pouvant avoir jusqu'à 11 dimensions, ou peut-être notre univers que nous percevons comme 3D +1 n'est que la projection holographique d'un univers à 2 dimensions sur notre conscience, et si nous essayons de comprendre ces dimensions multiples et superposées ou repliées sur elles-mêmes cela nous aiderait à comprendre la réalité quantique de la gravité qui possède des racines qui ne sont pas ancrées dans notre monde, pour l'accorder enfin à la théorie des champs et donc à la relativité générale. Malgré tout ce foisonnement, la théorie quantique des champs permet de réduire l'univers à sa plus simple expression. Ainsi les 118 atomes du tableau périodique des éléments, qui constituent l'ensemble de la matière visible de l'univers et les 3 forces qui les tiennent en cohésion à l'échelle atomique (force forte, force faible, force électromagnétique), rentrent dans le 5% de matière normale visible de l'univers qui a créé le monde dans lequel nous vivons. Et le mot « nous » désigne ici toute la matière visible de l'univers, c'est-à-dire les galaxies, les étoiles, les gaz des nébuleuses, toutes sortes de lumières, toutes sortes d'atomes, de molécules, d'êtres vivants comme nous y compris ceux dépourvus de conscience: animaux, microbes, virus, arbres, plantes et algues de toutes sortes, sans oublier les NHI qui sont probablement plus dotés de conscience que nous.

Nous sommes tous faits de champs quantiques, ces champs interagissent pour créer tout le bestiaire de l'inerte et du vivant. C'est pourquoi, dans notre approche de modélisation du big HAUC (contenant comme contenu) et des milieux qu'il a à traverser (vide cosmique, atmosphères de planètes diverses, milieux marin et d'eau douce), nous réduisons tout ce qui existe à des champs et nous faisons interférer ces champs dans la simulation. Un champ quantique, c'est un champ à au moins 3 +1 dimensions qui s'étend jusqu'à l'infini dans l'espace, et qui possède en chaque point des valeurs qui changent avec le temps. La lumière n'est rien d'autre que le champ électromagnétique composé de photons. Dans le monde macroscopique où nous vivons, l'espace-temps forme un continuum, l'énergie est continue, la



lumière est continue. Dans le monde microscopique subatomique, l'énergie est discontinue. Elle est quantifiée d'une valeur non-continue, appelée « quantum d'énergie ». Si on regarde un trait de lumière (qui est une onde de lumière, c'est-à-dire l'ondulation du champ électromagnétique), il est composée de grains minuscules appelés photons, groupés par paquets. Et si on regarde l'espace-temps avec une loupe subatomique, le même principe s'applique en beaucoup plus compliqué. Que voit-on ? Sans doute un champ de gravitons formé de boucles délimitant un quantum d'espace et un quantum de temps, noyé dans un champ quantique contenant des champs scalaires interagissant avec le boson de Higgs et le boson de l'inflaton, des champs correspondants à des niveaux de vides différents : faux vide, vrai vide, vide court, vide long, vide haut, vide bas, ... cachant des champs virtuels de forces et de matières intriqués qui bougent tout le temps. Faute de mot adapté, on peut nommer ce mélange d'espace-temps en fluctuation permanente « espace-temps » mais il est temps de l'appeler pas un autre nom, comme par exemple « le Paysage virtuel ».

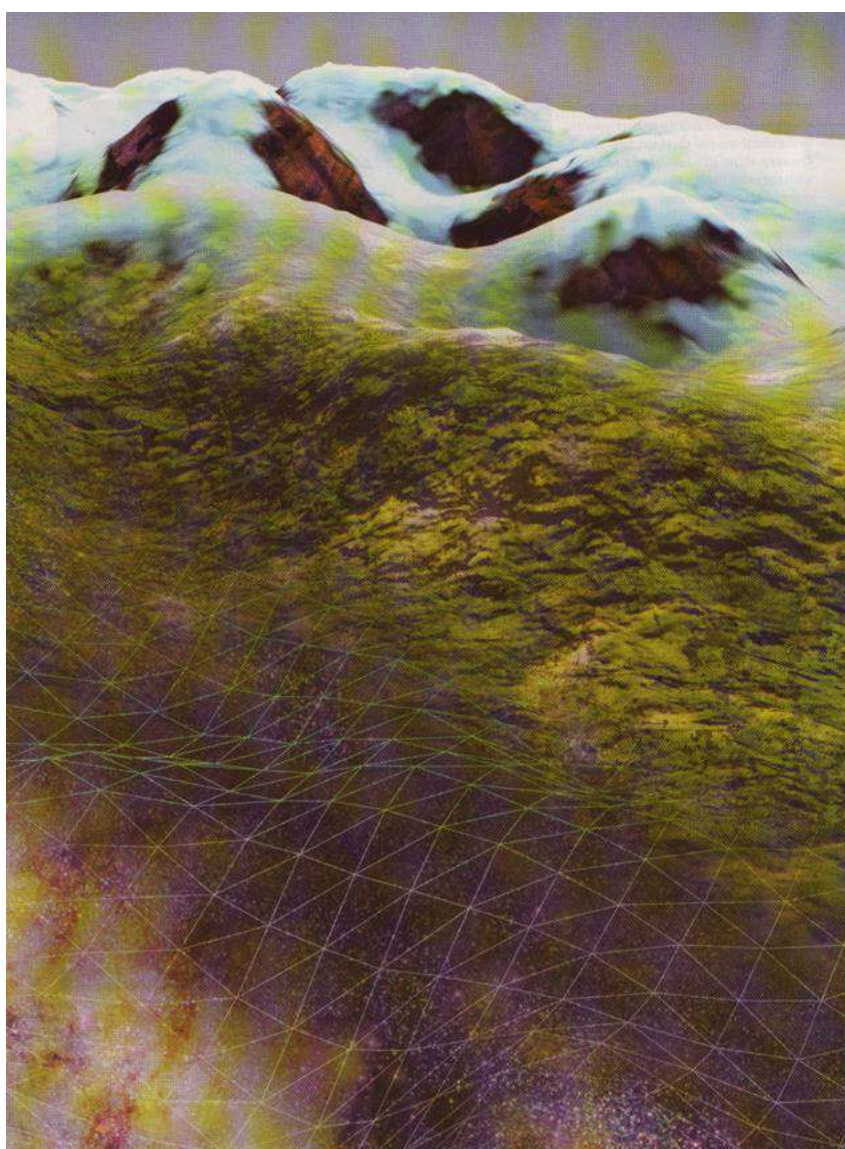


Fig.376 - *Le Paysage virtuel : l'Univers est parcouru de champs de force qui traversent des outre-mondes à N dimensions, qui formatent un paysage de « vallées d'énergies » aux univers multiples qui nous sont superposés. Notre monde à 4 dimensions est situé dans l'une de ces*

*vallées. Les autres vallées, qui peuvent contenir jusqu'à  $10^{500}$  niveaux d'énergies, et donc des univers, nous sont invisibles.*

Le Paysage virtuel est la représentation visuelle en  $2D+1$  d'un objet quantique qui est au moins en  $3D+1$  qui contient des champs virtuels de matières et d'antimatières, de forces, de champs scalaires virtuels interférant avec le champ de Higgs pour donner la masse à la matière, de champs scalaires virtuels interférant avec la particule inflaton qui a déclenché la fulgurante inflation de l'espace-temps au début de l'univers. La résultante de l'interaction du « Paysage » avec les champs de matière et de force du monde réel, et aussi avec la matière noire, c'est justement la valeur de la constante cosmologique  $\Lambda$ , qui est de  $3,83 \times 10^{69} \text{ m}^{-2}$  ou  $2,846 \times 10^{-122}$ , on ne sait au juste. On trouve dans le Paysage virtuel, des monts et des vallées, des plaines, des tertres et des lacs, et aussi des volcans. Les lacs figurent une courbure négative de l'univers, montrant que les univers qui ont cette caractéristique sont en état de dissolution; les univers qui sont situés sur les plaines du Paysage n'évoluent pas beaucoup; les univers comme le nôtre sont sur des tertres et peuvent dégringoler par Effet Tunnel ou aller vers plus d'expansion (on a connu 8 milliards d'années de ralentissement et 5,5 milliards d'années d'expansion). L'énergie de l'espace-temps, c'est la force d'expansion négative de l'énergie noire, c'est l'énergie du vide quantique au Point zéro, c'est le graviton (ou le champ gravitationnel) c'est la force exercée sur le tenseur des géodésiques de l'espace-temps, tout cela c'est du pareil au même ? On peut le penser !

Bref, en tant qu'ingénieur, on ne peut blablatérer sur les théories. Nous savons que le HAUC fonctionne par résonance de champs. Alors prenons l'hypothèse que tout autour du HAUC se trouve un champ qu'il convient de modifier en injectant en chaque point  $x, y, z$  de ce champ une valeur proportionnelle au temps. Pour bien comprendre le processus, on va d'abord imaginer un HAUC parfaitement sphérique de rayon  $R$ , le centre de la sphère coïncidant avec le point zéro des axes  $x, y, z$ . Et on va commencer par injecter une valeur  $V1$  sur chaque volume de  $1 \text{ cm}^3$  se trouvant sur la surface  $S$  de la sphère de manière à faire courber l'espace-temps qui juxtapose la surface de la sphère et de la maintenir « collée » à la surface. En balayant toute la surface de valeurs  $V1$ , on a ainsi créé une première couche d'espace-temps, épaisse de  $1 \text{ cm}$  qui couvre intégralement la surface de la sphère. Et on peut ajouter une deuxième couche en injectant une valeur  $V2$  par-dessus la première couche, et une troisième couche en injectant  $V3$  par-dessus la deuxième couche. On obtient donc 3 couches laminaires qui forment un espace-temps propre à la sphère. Pourquoi 3 couches ? parce c'est le minimum de couches nécessaires pour avoir une couche qui interface avec de la matière (la surface du HAUC), une couche qui interface avec l'espace-temps local (qui peut être un fluide, un mélange de gaz, ou du vide cosmique) et une couche prise en sandwich entre les deux qui sert d'amortisseur de pressions, de buffer thermique, etc. On va maintenant distordre l'espace-temps local. Pour cela on va injecter, à une distance  $D = R+3 \text{ cm}$ , une valeur  $W1$  (sur chaque volume d'espace-temps de  $1 \text{ dm}^3$  se trouvant sur la surface de la 3<sup>ème</sup> couche d'espace-temps propre du HAUC), de manière à faire courber suivant un profil choisi l'espace-temps local jouxtant l'espace-temps propre du HAUC. En balayant toute la surface de la 3<sup>ème</sup> couche d'espace-temps propre, on couvre l'espace-temps propre d'un espace-temps local dont la courbure va exercer une poussée de pression. Et on va refaire l'opération 9 fois de suite par exemple avec des valeurs  $W2, W3, \dots, W10$  pour couvrir l'espace-temps propre d'une couche d'espace-temps local distordu sur une profondeur de  $1 \text{ mètre}$ . Mais on pourra le faire jusqu'à une profondeur de  $10 \text{ m}$ , de  $100 \text{ m}$  ou d'un kilomètre si on veut, il suffit de réitérer l'opération. Tout ceci se passe en un temps infinitésimal, et c'est le modulateur du HAUC qui conduit ces

opérations de A à Z. Mais comment le modulateur peut-il connaître la valeur de V et de W à injecter en des points précis entourant le HAUC ? Très simplement en balayant l'espace environnant d'un faisceau ladar (le ladar est une variante du laser) qui mesure par l'indice de réflexion de la lumière l'état de chaque point balayé. Le reste est une affaire de calcul couplé à un système AI. Maintenant que nous avons compris comment cela se passe sur une sphère, revenons à notre HAUC Triangle noir. Le processus est identique, c'est la formule de calcul qui est plus complexe car il faut tenir compte de la forme du triangle en 3D. Le façonnage de l'espace-temps propre est identique et il faut tenir compte de la forme aussi. Là où cela change un peu, c'est le formatage de l'espace-temps local plus complexe car il faut distordre un volume couvrant les trois pointes du triangle de manière à couvrir l'ensemble du triangle avec trois sphères distordues et à propulser le Triangle dans la bonne direction. Mais ce n'est que du calcul, et le modulateur se charge très bien de cela.

Questions cruciales : Peut-on, avec un seul générateur, agir à la fois sur v (c'est-à-dire l'espace propre) et w (c'est-à-dire avec l'espace local) ? Oui, tout à fait. Tout dépend de ce recouvre ce terme générateur. En fait, pour que l'effet de distorsion se produise, il faut que le modulateur actionne un ensemble d'effecteurs suivant un processus défini dans le partage du temps et de la puissance de chaque effecteur.

Le modulateur contrôle finement le changement rapide des phases d'accélération/décélération/accélération des vibrations et/ou girations des surfaces électroifiées. De cette manière, il peut retarder les préalables de la relaxation à l'équilibre thermodynamique, retardant de ce fait la survenance de l'entropie maximale, et donc induire des effets de réduction de masse inertielle jusqu'à annuler sa masse.

Le modulateur effectue un découplage des fréquences de vibration de la coque externe piézoélectrique du HAUC de n'importe quelle résonance naturelle due à la structure de soutien de l'engin, qui peut causer une diminution de l'intégrité structurelle du système pouvant amener sa destruction.

Le modulateur contrôle la génération d'ondes de gravité pour polariser le vide afin de retirer de la masse inertielle et aussi de la masse gravitationnelle. La masse gravitationnelle est traitée comme une surcouche de la masse inertielle. En polarisant le vide par les ondes gravitationnelles, on retire l'énergie des fluctuations du vide quantique, et donc réduire l'inertie (cf Prigogine, Prix Nobel). L'état d'énergie du vide est considéré comme un système chaotique comprenant des fluctuations au hasard d'énergies hautement énergétiques dans les collections de champ qui le définissent.

Or, un système chaotique peut se réorganiser de lui-même s'il est sujet à 3 conditions :

- 1- s'il est linéaire
- 2- s'il peut éprouver une excursion rapide hors des équilibres thermodynamiques
- 3- s'il est soumis à un flux d'énergies qui remet de l'ordre dans le chaos

Les générateurs d'énergies électromagnétiques à haute fréquences/hautes intensités du HAUC répondent à ces 3 conditions, en particulier dans le mode des vibrations/accélération contrôlées quand ils interagissent abruptement avec l'état d'énergie du vide.

Ces interactions sont induites par le couplage de la giration axiale d'hyperfréquences avec la vibration/oscillation/pulsation abrupte des harmoniques. Ces actions polarisent le plasma du

vide quantique bordant les contours du HAUC, lui permettant de générer une « anomalie » (courbure plus ou moins accentuée) de l'espace-temps par élévation/diminution de la densité de pression du vide quantique. Le modulateur modifie les courbures de l'espace-temps local avec des flux d'énergies pour ouvrir le passage au bouclier d'espace-temps propre qui entoure le HAUC. Ce bouclier le protège de toutes les formes d'inconvénients annoncés par la Relativité Générale lors d'un voyage hyper rapide.

Comment va-t-on générer V et W, et comment l'injecter avec précision ?

En faisant résonner les ondes des plasmas dans telle ou telle direction, le modulateur crée un différentiel de masse transitoire d'électrons qu'il fait résonner avec des harmoniques différentes (selon l'Effet Woodward, White et de Shawyer), accumule une petite quantité de mouvement à l'intérieur de la structure du HAUC, puis l'amplifie exponentiellement grâce aux paires de Dirac. Il injecte avec précision la quantité d'énergie nécessaire au point voulu de l'espace local proche en vectorisant les ondes par corrélation de phases. Cela implique que la coque externe du HAUC est capable de rayonner des ondes de plusieurs sortes, ces ondes étant « pilotées » par le modulateur. Par l'Effet Mach et Sciama, l'échange de la quantité de mouvement accumulée dans le HAUC avec la quantité de mouvement des masses restantes de l'Univers au travers de la trame de l'espace-temps, va aspirer le HAUC dans la direction voulue. Ce sont toutes les masses de l'univers dans la direction où il va qui l'aspirent, des masses qui s'expansent avec une accélération constante de  $70 \text{ km/s}^2$ . Remarquons que la trame de l'espace-temps est ici sous la tension gravitationnelle des masses distantes de l'univers, un peu comme un trampoline est tendu sur ses bords par des ressorts. Ici, j'ai pris l'hypothèse de Sciama, Wheeler et Mach mais si j'avais pris l'hypothèse de White, selon laquelle l'échange de quantité de mouvement s'acquiert à travers des ondes poussées par des particules virtuelles du vide modifié à l'intérieur des cavités de résonance du big HAUC, le résultat devrait être sensiblement le même. C'est une question de perspective, qui pour l'instant n'est pas tranchée.

Le niveau dont le vide est polarisé permet de se mouvoir à travers lui, et cela dépend strictement de la densité d'énergie du flux généré artificiellement et contrôlé par le HAUC par rapport à la densité du vide polarisé local, causée en partie par les fluctuations du Point Zéro et en partie par le champ électromagnétique artificiel inter-réagissant avec l'état d'énergie du vide local.

La force propulsive du HAUC n'est pas énorme mais comme elle s'applique sur une bulle quasi non-inertielle, la vitesse est considérable. Le principe de la conservation de la quantité de mouvement est conservé, avec un déplacement sans aucune éjection de la masse embarquée, ce qui est contraire à tout ce que vous avez appris sur la 3ème loi de Newton, qui impose une éjection de la masse pour conserver la loi; toutefois le HAUC se déplace sans violer cette loi, la quantité de mouvement est conservée car il échange son mouvement avec le mouvement de toutes les masses en déplacement dans l'univers, via les tensions sur les courbes isométriques du champ gravitationnel. Ou alors il échange sa quantité de mouvement avec celle des ondes poussées à l'extérieur des cavités de résonance.

Les courbes isométriques de l'espace-temps sont sous tension parce que la surface externe de la coque d'espace-temps propre du HAUC est à leur contact et impulse des vibrations/oscillations abruptes qui polarisent le vide quantique bordant les contours se trouvant au-delà de l'espace-temps propre du HAUC, lui permettant de générer une « anomalie



» (courbure plus ou moins accentuée) de l'espace-temps local par élévations/diminutions de la densité de pression du vide quantique local. Lorsque le vide local est en pression négative, il « aspire » l'espace-temps propre du HAUC, et nous, nous voyons tout cela comme un « déplacement » du HAUC.

La coque du gros HAUC utilise un métamatériau qui entrerait en résonance avec l'espace à courber. Prenons l'exemple avec les ondes radios : il est très difficile de détecter un rayonnement d'énergie électromagnétique dans le vide. Cependant, il suffit d'utiliser un conducteur taillé pour résonner à la bonne fréquence de l'onde radio. On appelle ce conducteur spécialisé un circuit oscillant, ou une antenne. A ce moment le phénomène de résonance amplifie le signal des milliards de fois le rendant exploitable.

Quand on parle de métamatériau, il s'agirait de quelque chose qui jouerait le rôle d'antenne avec l'espace à déformer, qui nécessiterait donc d'utiliser une énergie infinitésimale pour produire un résultat. Le métamatériau dont est construit le HAUC doit entrer en résonance avec l'air (l'azote de l'air par exemple) et l'eau. Pour construire ce métamatériau, il faut parvenir à réaliser « un état » de la matière qui présente 3 caractéristiques :

\*Un diamagnétisme parfait démontré par l'Effet Meissner

\*\*Une conductivité électrique parfaite, zéro résistance électrique

\*\*\*Une cohérence quantique macroscopique, c'est à dire la capacité d'avoir toutes les particules constitutives du matériau tomber dans un état de verrouillage et savoir les faire mouvoir dans un mode ordonné. En un mot, il ne faut pas que le matériau se comporte comme une matière normale avec des atomes qui ondulent dans tous les sens. Tous les atomes doivent onduler comme une seule onde géante de matière. Et on doit savoir piloter cette onde.

L'objet construit avec ce matériau permet une cohérence quantique macroscopique au niveau local, se comporte comme si les mécanismes de base du monde quantique tels que la superposition, l'intrication et/ou le tunnelage sont démontrés.

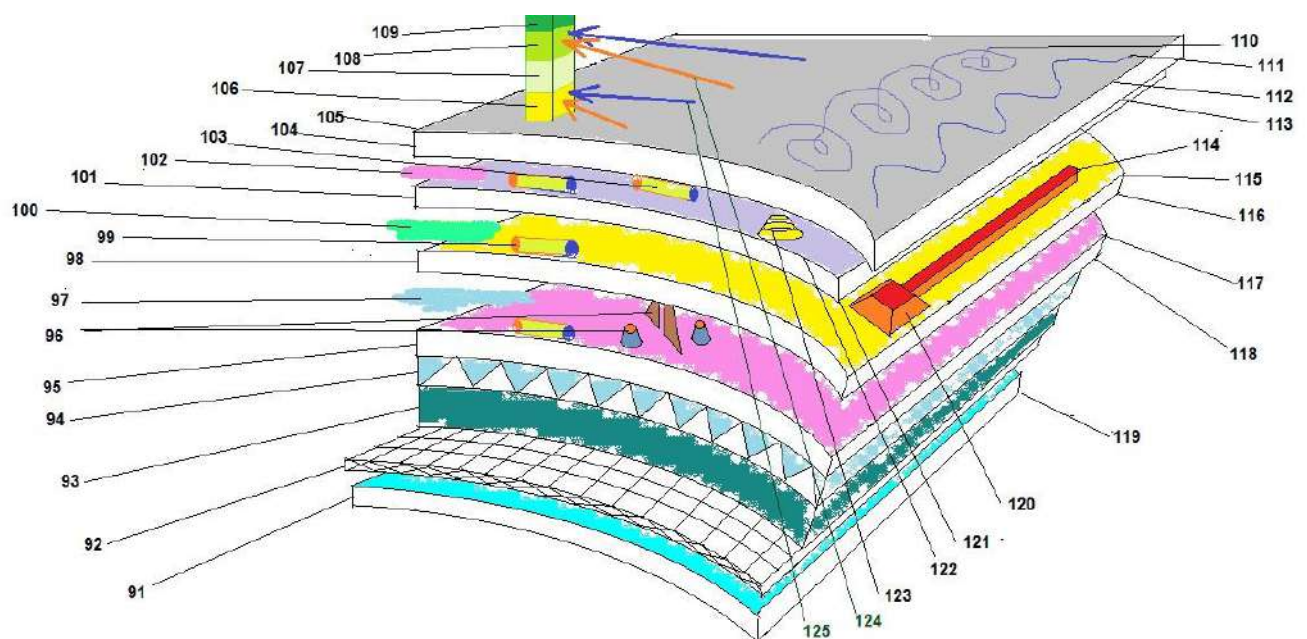


Fig.377 – Vue en coupe des enceintes imbriquées d'un HAUC, petit ou gros

91/- Enceinte de pressurisation

92/- Cage de Faraday

93/- Blindage anti-radiations

94/- Destructeur d'ondes acoustiques et isolation anti-vibrations

95/- Enceinte interne

96/- Générateur acoustique

97/- Gaz inerte

98/- Enceinte interne paroi double

99/- Système de supraconduction attaché à la paroi inférieure

100/- Gaz Krypton / Plasma

101/- Enceinte externe paroi double

102/- Gaz Krypton chargé / Plasma radioactif

103/- Système de supraconduction attaché à la paroi supérieure

104/- Enceinte externe

105/- Revêtement extérieur

106, 107, 108, 109/- Figure le scalaire du gradient de densité d'énergie de l'espace-temps au contact du revêtement du Big HAUC

110/- Figure rotations/gyrations axiales en hyper fréquence

111/- Figure vibrations en hyperfréquence

112/- Revêtement chargé en haut voltage

113/- Paroi interne de l'enceinte extérieure

114/- Guide d'onde du générateur micro-ondes

115/- Paroi externe de l'enceinte interne

116/- Paroi externe de l'enceinte interne à ondes acoustiques

117/- Paroi interne de l'enceinte interne à ondes acoustiques

118/- Paroi inférieure de l'enceinte interne

119/- Plafond de l'habitacle

120/- Générateur de micro-ondes

121/- Fond inférieur de la paroi double de l'enceinte externe

122/- Fond supérieur de la paroi double de l'enceinte externe

123/- Rostre du générateur de plasma radioactif

124/- Flèche bleue figurant l'adressage du scalaire par des ondes HHFGWG

125/- Flèche rouge figurant l'adressage du scalaire par des ondes HEEMFG. L'adressage émane du revêtement externe, au travers de la paroi externe chargée en haut voltage. La surface du revêtement est parcourue de courants giratoires et rotatoires et vibre en hyperfréquence. Elle est traversée par des champs électromagnétiques et des champs gravitationnels. Les flèches bleues et rouges sont pilotées par le modulateur. Elles envoient de l'énergie électromagnétique et gravitationnelles pour faire grimper la densité d'énergie au niveau du scalaire adressé, faisant popper du Point Zéro des particules et antiparticules qui interagissent avec le vide polarisé, induisant une pression négative équivalente à une gravité répulsive. Plus précisément :

*- L'action conjuguée de la vibration du plasma sur la giration des spins du matériau supraconducteur chargé en haut voltage s'exerçant à l'intérieur de la coque externe accroît exponentiellement la puissance de l'amplification du champ électromagnétique. Dans les parois de la coque, la rotation du plasma peut être segmentée par bandes dont les caractéristiques de rotation (vitesse, vibration, densité) dans tous les sens sont contrôlées par le modulateur. Comme les ondes de plasma et les ondes de surface sont d'égales fréquences, lorsque les champs électromagnétiques traversent le champ magnétique statique créé sur la surface extérieure chargée, il va résulter un effet Gertsenshtein qui génère des ondes gravitationnelles « B » vers l'extérieur du HAUC. Le HAUC dispose donc de 2 émetteurs d'ondes gravitationnelles, A et B. Nous avons compris comment les coques du HAUC deviennent supraconductrices et comment elles s'enveloppent de forts champs électromagnétiques et gravitationnels. Il faut maintenant savoir que l'interaction d'un champ électrique fort ( $10^{18}$  Volts/m) avec le plasma du vide quantique va faire apparaître des particules de plus grande densité d'énergie, des paires électrons/positrons dites virtuelles qui surgissent de la mer de Dirac. Au voisinage d'un électron, ces paires sont séparées par le champ de l'électron, il y a « polarisation » du vide. En conséquence, la charge électrique de l'électron effectivement ressentie par les autres particules sera diminuée.*

La supraconductivité du HAUC a peu de lien avec la structure chimique du matériau supraconducteur, mais beaucoup de lien avec « sur ce qui est fait sur le matériau » pour qu'il soit supraconducteur, dans un contexte de non-équilibre thermodynamique interprété comme une rupture de symétrie. Ainsi, à la manière du HAUC, pour rendre supraconducteur un fil à température ambiante, on doit le faire vibrer de manière abrupte, pendant qu'on lui fait transporter un courant constant. Un peu comme si on faisait circuler de l'eau dans un tuyau, tout en le « pinçant » par intermittence, comme un fil de guitare, pour le faire vibrer sous différentes harmoniques. Concrètement, ce fil est composé d'un noyau transporteur de courant en Hastelloy dopé de K3C60 (potassium et fullerène), revêtu d'un isolant portant un revêtement mince d'oxyde de Barium-Cuivre, puis d'une couche d'isolant revêtu de polycristaux ferroélectriques, puis d'une couche d'isolant revêtu de cuivre et d'une couche d'isolant. Les couches externes sont porteuses de courants statiques. Leur épaisseur est calculée pour être conforme à la profondeur de pénétration de London, qui dépend du champ magnétique appliqué au fil. À intervalles réguliers, sont disposés sur le fil, des actionneurs de

vibrations en forme d'anneaux. Ces anneaux contiennent des photo-diodes (des lasers) qui irradient le fil, de manière abrupte, des pulses de 300 MHz à 300 GHz. Sous l'action des anneaux, le fil affiche des propriétés piézoélectriques fortes, induisant des vibrations à hautes fréquences permettant la supraconduction à température ambiante. Il est toutefois extrêmement important de bien maîtriser les montées d'accélération et de décélération des spins des surfaces chargées pour maintenir la supraconduction à température ambiante. Tout l'appareillage du HAUC fonctionne suivant ce principe de supraconduction. Les générateurs acoustiques, les générateurs de micro-ondes, les générateurs d'ondes gravitationnelles, etc. sont tous supraconducteurs à température ambiante, les coques internes et externes aussi.

Le plasma du vide quantique est la glue électrique de l'univers. C'est grâce à lui qu'est assuré l'équilibre thermodynamique de l'espace-temps. Il traduit l'état d'énergie du vide quantique, c'est à dire l'état agrégé et collectif de toutes les fluctuations de champs qui imprègnent l'espace-temps. Le couplage d'une rotation/giration axiale en hyperfréquence avec une vibration en hyperfréquence peut macroscopiquement contrôler des champs de plasma du vide quantique. Là où les champs électromagnétiques sont les plus forts, les interactions avec le vide quantique ont le plus de potentiel, induisant une plus grande densité d'énergie aux particules de plasma qui poppent du vide quantique. Ces particules-paires, qui sont de matière et d'antimatière, amplifient considérablement les niveaux d'énergies des flux des systèmes générateurs d'ondes gravitationnelles et électromagnétiques, permettant de polariser l'état d'énergie du vide local se trouvant à la périphérie d'un objet. Ceci est équivalent à une excursion accélérée hors-de-l'équilibre thermodynamique. C'est l'analogie d'une brisure de symétrie induite par les changements abrupts des transitions de phases ou d'états (cf Schwinger, Prix Nobel). La polarisation de l'état d'énergie du vide local modifie la cohérence des fluctuations du champ quantique qui conduit à une pression négative sur le vide polarisé, entraînant une diminution de la masse inertielle, équivalente à une gravité répulsive.

Autrement dit, en polarisant le vide local avec un champ électrique de  $10^{18}$  Volts/m, on peut modifier la densité d'énergie du tissu topologique de l'espace-temps local. Pour réduire l'inertie d'un HAUC, c'est à dire sa résistance au mouvement et à l'accélération, il faut polariser le vide dans la proximité immédiate de l'engin.

### **Description des caissons triangulaires :**

Nous savons que les caissons triangulaires sont identiques à 80% et comportent :

- Un extracteur d'énergie du vide au Point Zéro : les atomes qui parsèment le vide cosmique sont récoltées au travers de la surface des caissons et acheminés dans un extracteur de vide du type Jovion déjà décrit en Fig. 91 à 94.

La méthode pour récupérer l'énergie du vide quantique électromagnétique consiste à faire passer des gaz stellaires dans des cavités Casimir de manière à supprimer le décalage de Lamb dans les niveaux d'énergie de leurs orbitales électroniques – en raison de l'annulation des modes de champ du vide interagissant normalement au sein de la cavité Casimir – ce qui entraîne une émission ou une libération d'énergie par les atomes du gaz. Comme le décrit le brevet américain 7,379,286, "lorsque des atomes pénètrent dans des cavités micro-Casimir appropriées, une diminution des énergies orbitales des électrons dans les atomes se produit". Cette énergie peut être captée. Les chercheurs ont montré que les lois de la thermodynamique ne sont pas violées.



Cole et Puthoff ont effectué et publié des analyses thermodynamiques montrant qu'il n'y a pas de violation.

Dans l'interprétation de l'atome d'hydrogène par l'électrodynamique stochastique (SED), l'état fondamental est interprété comme étant effectivement équivalent à un électron en orbite classique dont la vitesse est  $c/137$ . L'orbite est stable au rayon de Bohr en raison d'un équilibre entre l'émission électromagnétique classique et l'absorption du champ électromagnétique du point zéro. Cette vision, obtenue pour la première fois par Boyer (1975) puis affinée par Puthoff (1987), a été renforcée par les simulations détaillées de Cole et Zou (2003, 2004) qui démontrent que les mouvements stochastiques de l'électron dans cette interprétation reproduisent la distribution de densité de probabilité de la fonction d'onde de Schrödinger. Il convient de noter qu'une différence apparente entre cette interprétation et celle de la mécanique quantique est qu'en mécanique quantique, l'état  $1s$  de l'électron est considéré comme ayant un moment angulaire nul, alors que dans l'interprétation SED, l'électron a un moment angulaire instantané de  $mcr/137 = h/2\pi$ . Cependant, les simulations SED de Nickisch ont montré que le moment angulaire moyen dans le temps est nul, tout comme dans le cas quantique, en raison des perturbations du point zéro sur le plan orbital. Ainsi, en considérant la moyenne sur un nombre suffisant d'« orbites », cet « électron classique » remplira un volume sphérique symétrique autour du noyau ayant la même densité de probabilité radiale que la fonction d'onde de Schrödinger et un moment angulaire net nul, ce qui est tout à fait cohérent avec le comportement quantique.

Le rayon de Bohr de l'atome dans la vue SED est de 0,529 Å (Angströms). Cela implique que la longueur d'onde du rayonnement du point zéro responsable du maintien de l'orbite est de  $2\pi \cdot 0,529 \cdot 137 = 455$  Å (0,0455 microns). On prétend que la suppression du rayonnement du point zéro à cette longueur d'onde, plus courte dans une cavité de Casimir, entraînera la désintégration de l'électron vers un état d'énergie inférieur déterminé par un nouvel équilibre entre l'émission classique d'une charge accélérée et le rayonnement du point zéro à  $\lambda < 455$  Å, où  $\lambda$  dépend de la séparation des plaques de Casimir. Notez que l'extrémité de la densité de probabilité quantique de l'électron (ainsi que la simulation SED de Cole et Zou) s'étend au-delà de cinq rayons de Bohr, de sorte qu'un certain changement dans l'équilibre énergétique pourrait être accompli même à des longueurs d'onde considérablement plus longues, peut-être de 0,1 micron à 0,2 micron.

La fréquence de cette orbite étant de  $6,6 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ , quelle que soit la vitesse à laquelle l'atome est injecté dans une cavité de Casimir  $d$ , le processus sera lent, comme le ressent l'électron en orbite. Nous supposons donc que la désintégration vers un nouvel état fondamental sous-Bohr impliquera une libération progressive d'énergie sous forme de chaleur, plutôt qu'une soudaine signature du rayonnement optique.

L'énergie de liaison de l'électron étant de 13,6 eV, nous supposons que la quantité d'énergie libérée dans ce processus serait de l'ordre de 1 à 10 eV pour l'injection de l'atome d'hydrogène dans une cavité de Casimir où  $d$  serait environ de 250 Å (et peut-être même dans une cavité plus grande). En sortant de la cavité, l'électron absorberait l'énergie du champ du point zéro et serait réexcité à son état normal. L'énergie (chaleur) extraite dans ce processus se fait aux dépens du champ du point zéro, qui, dans l'interprétation SED, circule à la vitesse de la lumière dans tout l'Univers. En fait, nous extrayons de l'énergie localement et la reconstituons globalement. Imaginez que vous extrayez des dés à coudre remplis d'eau de l'océan, l'océan s'appauvrirait sans aucune conséquence pratique.

Différentes sortes de gaz peuvent être utilisés mais si on utilise l'hydrogène naturel à température et pression normales, l'hydrogène étant une molécule à deux atomes, un processus de dissociation devrait précéder l'injection d'atomes d'hydrogène dans une cavité de Casimir. Nous évitons cette complication et tirons parti de la modification multiélectronique en travaillant avec des gaz monoatomiques (nobles) qui ont également l'avantage d'être sûrs et peu coûteux.

Le générateur de Jovion concerne un système permettant de convertir une partie de l'énergie du vide quantique électromagnétique disponible en tout point de l'univers en énergie utilisable sous forme de chaleur, d'électricité, d'énergie mécanique ou d'autres formes d'énergie. Ceci est accompli en utilisant un effet sur les configurations électroniques des atomes prédit par la théorie de l'électrodynamique stochastique (SED). Dans le contexte de la théorie SED, il est prédit que les niveaux d'énergie des électrons dans les atomes sont déterminés par un équilibre entre le rayonnement de Larmor et l'absorption de l'énergie radiative du vide quantique électromagnétique. En supprimant l'énergie du vide quantique électromagnétique à des fréquences appropriées, un changement peut être effectué dans les niveaux d'énergie des électrons qui entraînera l'émission ou la libération d'énergie. Ce changement d'énergie est analogue à une émission standard d'un photon lorsqu'un électron effectue une transition d'un état excité à un état d'énergie inférieur, mais sur une échelle de temps plus longue avec un changement continu plutôt qu'un « saut » d'un niveau d'énergie à un autre. On sait que la suppression du mode de rayonnement du vide quantique électromagnétique se produit dans les cavités de Casimir. Une cavité de Casimir désigne toute région dans laquelle les modes électromagnétiques sont supprimés ou restreints. Lorsque des atomes pénètrent dans des micro-cavités de Casimir adaptées, une diminution des énergies orbitales des électrons dans les atomes se produit, l'effet étant plus prononcé pour les électrons de la couche externe. Une telle énergie est capturée dans les dispositifs revendiqués. Lors de l'émergence de ces micro-cavités de Casimir, les atomes sont réénergisés par le vide quantique électromagnétique ambiant. De cette manière, l'énergie est extraite localement et reconstituée globalement à partir et par le vide quantique électromagnétique. Ce processus peut être répété un nombre illimité de fois. Ce processus est également cohérent avec la conservation de l'énergie, dans la mesure où toute l'énergie utilisable se fait aux dépens du contenu énergétique du vide quantique électromagnétique. Deux variantes d'un tel exemple sont décrites permettant de multiples extractions d'énergie du vide quantique électromagnétique pendant le passage d'un gaz à travers une série de micro-cavités de Casimir qui fonctionnent de manière autonome et recyclable. Des effets similaires peuvent être produits en agissant sur des liaisons moléculaires. Les dispositifs décrits sont évolutifs en termes de taille et de rendement énergétique pour des applications allant du remplacement de petites batteries aux générateurs d'électricité de la taille d'une centrale électrique. Étant donné que le vide quantique électromagnétique est censé imprégner l'univers tout entier, les dispositifs tirant de l'énergie du vide quantique électromagnétique de la manière revendiquée seront des sources d'énergie effectivement inépuisables.

Cette énergie peut être convertie directement en électricité par un procédé thermophotovoltaïque, ou indirectement par l'utilisation d'un échangeur de chaleur. Comme dans le mode de réalisation précédent, un moyen de capter le rayonnement émis consiste à entourer l'appareil d'un bain d'eau.

L'énergie électrique produite sert à :

- Alimenter l'habitable. Cet habitacle est logé à l'intérieur de la coque interne. La partie interne de l'habitable est une cage de Faraday protégeant l'équipage des effets du rayonnement électromagnétique. Aucune onde ne peut pénétrer l'habitable, en dehors des ondes gravitationnelles qui la traversent complètement. La cage est étanche comme un thermos, insonorisée par un destructeur d'onde acoustique et protégée par des parois multicouches qui arrêtent les rayons bêta et gamma. Sa face externe est supraconductrice à température ambiante et électriquement chargée.

•Alimenter le modulateur de flux. Le modulateur est l'interface entre les commandes de pilotage du HAUC et les générateurs de puissance électrique, les générateurs gravitationnels et les équipements de bord. C'est le modulateur qui définit comment l'espace-temps propre doit envelopper le HAUC, et c'est lui aussi qui dicte à l'espace-temps local comment il doit se courber pour livrer passage à la bulle d'espace-temps propre. Lorsque le HAUC traverse l'atmosphère, le modulateur utilise une partie des champs électromagnétiques pour accélérer l'air ionisé à la surface externe de la bulle propre, induisant des vents électro-ioniques autour de la bulle dont la vitesse est augmentée par entraînement d'air autour de la région ionisée. L'air ionisé et l'air libre se mélangent ; le mélange d'air va rotater jusqu'à former un plasma cyclonique qui fournit un bouclier supplémentaire au HAUC pour repousser les molécules d'air ; idem dans l'eau pour dévier les molécules d'eau et s'affranchir de la pression hydrodynamique. Le plasma chargé repousse les particules chargées arrivantes, tout comme la magnétosphère de la Terre la protège des particules chargées provenant du soleil. Une fois dans l'espace cosmique, toute l'énergie du HAUC est utilisée pour la polarisation du vide local, qui est une sous-structure du vide cosmique. En règle générale, un vide cosmique désigne un espace totalement vierge que la lumière peut traverser sans subir la moindre perturbation. Un vide cosmique fortement magnétisé se comporte comme un prisme vis à vis de la propagation de la lumière (un prisme décompose la lumière) et produit un effet appelé biréfringence du vide. La biréfringence conduit à des indices variables de réflexion de la lumière, donc à des vitesses de lumière différentes dans un même milieu.

Le vide cosmique est le siège de toutes les particules énergétiques et fluctuations de champs. Vu dans le contexte de la théorie quantique des champs, un engin qui se déplace dans le vide cosmique voit ses particules se heurter à ces particules énergétiques (dont des paires virtuelles à l'état virtuel) et son déplacement contré : c'est ce que nous appelons « l'inertie ». Il faut vaincre l'inertie pour créer du mouvement. Les générateurs du HAUC font « popper » les paires (elles sortent du vide: les paires virtuelles sont maintenant réelles) et les utilisent pour énergieser les polarisateurs d'espace-temps. Là où les paires poppent, il y a moins d'énergie dans le vide local, donc moins d'inertie, donc moins de résistance à l'avancement. Et si on réitère le process, on finit par ne plus avoir d'inertie, donc aucune résistance à l'avancement. En un mot, si l'on retire l'énergie du vide, on crée « on the spot » (en local) une pression négative du vide, qui équivaut à une inertie négative ou inertie répulsive, ou encore une anti-gravité. Pourquoi? Parce que dans le contexte de la Théorie de la Relativité, le vide quantique est le siège de la métrique qui encode la distribution de la matière et l'énergie dans l'espace-temps (cf Einstein). Les constructeurs du HAUC traitent le vide comme un milieu polarisable conduisant à des indices variables de réflexion de la lumière, donc des vitesses de lumière différentes dans un même milieu, en agissant sur la permittivité et la perméabilité électromagnétique. La courbure de l'espace-temps à proximité d'un HAUC est modélisée par le modulateur du HAUC comme une variation de la courbure de l'espace-temps suivant la réflexion de l'indice de réflexion de la lumière dans le vide local qui agit dessus par le contrôle des vibrations/oscillations/girations hyperfréquences. Le modulateur contrôle les générateurs électrostatiques qui énergiesent les extérieurs de la coque. Une densité de charge de 1 coulomb/cm<sup>2</sup> couplée avec une fréquence micro-onde de 10<sup>11</sup> Hertz permet un flux d'énergie de

$10^{33}$  Watts/m<sup>2</sup>. Cette puissance induit une avalanche de production de particules paires assurant la complète polarisation du vide local. Cette polarisation rend cohérente les fluctuations des champs à hautes énergies du vide quantique ; sans la polarisation, le vide à l'état normal fluctue de manière incohérente et bloque la progression d'un mobile, c'est la pression négative résultant d'un fluide polarisé qui permet au HAUC de le traverser plus aisément (cf. Froning).

Le modulateur peut focaliser des flux d'énergies électromagnétiques pour délinéariser les ondes sonars et les émissions radiofréquence, afin d'échapper à la détection électronique ; et il peut courber la lumière en arrière-plan pour la ramener vers l'avant-plan, pour échapper à la détection visuelle.

### Description de l'habitacle

Dans l'habitacle du Big HAUC, les processeurs du module de pilotage devraient simuler les transferts de momentum entre le HAUC et les masses restantes de l'univers avant de déclencher la commande, car l'accroissement de l'accélération/décélération de la bulle propre par rapport à la bulle locale s'effectue en jouant sur la production de la vitesse (le delta V) par échange de quantité de mouvement de la bulle propre avec les masses restantes de l'univers. Cette simulation devrait se faire dans un espace de type Kaluza-Klein.

On peut imaginer le centre de contrôle comme le central de commande d'un sous-marin ultra moderne, où toutes les commandes sont électriques et pilotées via des processeurs et des systèmes AI en Deep Learning (apprentissage profond) connectés à des systèmes experts en navigation tous milieux, toutes planètes. Les sièges sont conformales, s'adaptent à la position voulue par l'occupant du siège. Les pupitres sont quasi-vides, les écrans d'affichages sont peu nombreux car les interactions NHI-machine sont sans doute comme une liaison neuralink (mais sans casque ni électrodes implantées).

Si les NHI sont des êtres biologiques comparables à des êtres humains, leurs besoins en équipement de vie ne sont pas trop différents des humains.

### Les générateurs d'ondes gravitationnelles :

Les ondes gravitationnelles sont des ondulations de la structure de l'espace-temps. Ces ondes propagent des fluctuations dans les champs gravitationnels. Les sources de ces ondes peuvent provenir du mouvement des masses, par exemple la coalescence de deux trous noirs, ou encore l'accélération de masses asymétriques, mais on sait aussi - et c'est une expérimentation très récente - que les radiations électromagnétiques causées par des objets chargés électriquement en accélération, quand ils traversent un champ magnétique statique de densité de flux magnétique constant, produisent des ondes gravitationnelles de même fréquence que les radiations électromagnétiques qui les ont induites. Ceci a été formulé dans l'expression du tenseur énergie-impulsion présent dans les équations de champs de la Relativité Générale. Ce phénomène est connu comme « l'Effet Gertsenshtein », qui peut être décrit comme le mélange d'une propagation d'un photon avec un graviton via un couplage Yukawa (nom du premier Nobel Japonais) médiaté par un photon virtuel venant du fond du vide quantique, c'est à dire d'une extra-dimension (cf Lisa Randall, professeur d'astrophysique à Harvard). Comme les ondes électromagnétiques, les ondes gravitationnelles sont porteuses



de quantités de mouvements et d'énergie. Par nature, elles sont transverses, quadripolaires, étirent et compriment les courbes isométriques de l'espace-temps tout au long de leur trajectoire de propagation.

Les générateurs d'ondes gravitationnelles du HAUC comportent deux enceintes imbriquées l'une dans l'autre. Chaque enceinte est à double parois, la coque de l'enceinte est donc creuse. L'enceinte externe englobe une enceinte interne. L'enceinte interne contient un générateur d'ondes acoustiques constitué de 2 propagateurs de sons qui sont des cavités à résonances acoustiques à vibrations, en forme de coins incongrus asymétriques, remplies de gaz Krypton, auxquelles sont accolés, pour chacun, 4 générateurs de sons. La surface des propagateurs de sons sont électriquement chargés. Le son provenant de ces 4 générateurs provoque la vibration des surfaces électriquement chargées des cavités acoustiques de telle manière à créer un champ électromagnétique #1. Les propagateurs de sons sont montés sur un axe qui les font tourner grâce à une motorisation électrique indépendante, et la contre-rotation des deux propagateurs fournit leur stabilité gyroscopique. Lorsque les axes sont décalés, on brise la symétrie de la propagation. Selon le nombre de propagateurs et la manière dont on contrôle la dissymétrie de leurs rotations et l'émission des ondes acoustiques et leurs harmoniques, on contrôle le champs électromagnétique #1. La surface externe de l'enceinte interne est chargée électriquement par du haut voltage et mise en vibration par des émetteurs à micro-ondes à haute fréquence qui se trouvent disposés entre les parois externes et internes de l'enceinte interne. La cavité qui se trouve entre ces parois est remplie de gaz Krypton. Ce gaz permet une transition de phase en plasma et son amplification selon les aspects de la brisure de symétrie, par effet Prigogine (Nobel de Chimie). Sous l'action des micro-ondes le Krypton s'énergiesise, se transforme en plasma et vibre, induisant un champ magnétique #2 sur la paroi externe électriée de l'enceinte interne. La surface de la paroi interne de l'enceinte interne possède une isolation l'empêchant de vibrer. Lorsque le champ électromagnétique #1 se propage à travers le champ magnétique #2, un puissant champ d'onde gravitationnelle « A » se crée.

- alimenter des générateurs de micro-ondes à très hautes fréquences disséminés entre les parois de la coque externe. La coque externe creuse est configurée comme une cavité résonante contenant du gaz Krypton dopé de Cobalt 57 et de Fer 57 (matériaux radioactifs). Dans cette cavité se trouve aussi un rostre rotatif autour de l'axe vertical. Il couple l'effet piézoélectrique avec l'effet Mossbauer et génère un bouclier de plasma cyclonique qui amplifie très fortement les champs électromagnétiques. Comme le plasma de gaz circulant est radioactif, les vibrations à haute fréquence génèrent des rayons gamma. Les micro-ondes générées vont s'interférer, entrer en phase et résonner, s'amplifier et se propager, échauffant le Krypton dopé qui devient un plasma, provoquant la vibration en mode accéléré du revêtement externe de la coque externe. Les métamatériaux constitutifs de cette coque externe, sont fabriqués en métal incrusté de polycristaux céramiques. Dans ces matériaux sont prises en sandwich des couches de matières diélectriques et de YBa<sub>2</sub>-Cu<sub>3</sub>-O (oxyde de Yttrium-Barium-Cuivre) et du PZT (Titanate de Zircon-Plomb). Le haut voltage appliqué sur ce matériau, ainsi que les vibrations à hautes fréquences induites par la résonance des micro-ondes sur la coque, modifient la giration du spin des électrons des atomes de ces métamatériaux et les font s'aligner comme dans un cristal (le mot rotation est utilisé quand un corps fait un tour complet de 360°. Celui de giration pour un tour pas forcément circulaire de 720°. Comme un électron par exemple, c'est une des choses qui vous distingue d'un objet

quantique). A l'intérieur des atomes, les gluons et bosons s'alignent en unisson et se transforment en condensats de Bose-Einstein qui giratent et/ou se déplacent, sous l'action d'un modulateur décrit plus loin. Le plasma contenu dans la coque externe ne fait pas que vibrer. Il rotate aussi, grâce à un pilotage électronique par attribution de charges électriques différenciées en chaque point des parois externes et internes de la coque externe. Ainsi, le plasma peut tourner suivant deux axes, et même par bandeaux, à l'intérieur des parois de la coque externe, sous l'action du même modulateur. Les champs électromagnétiques et plasmiques de la coque externe sont donc « pilotés » avec une extrême précision. Il faut que les énergies pilotées soient suffisamment élevées, tout en restant brèves, pour ne pas violer le principe d'incertitude, sinon les paires virtuelles n'apparaissent pas pour énérgiéser les générateurs.

- alimenter les dispositifs de supraconduction du HAUC. Normalement, la supraconduction ne se manifeste qu'avec des matériaux à très basse température. Dans un HAUC, toute la structure, moteurs, conducteurs, générateurs, émetteurs, équipements électriques, électro-optiques de traitement d'information, cablages, etc sont tous supraconducteurs à température ambiante. Les courants électriques circulent sans aucune résistance. Les systèmes fonctionnent sans aucun taux de perte ni en rendement, ni en échauffement et atteignent des puissances incroyables. Cet exploit est réalisé grâce au contrôle du mouvement des charges électriques (c'est à dire des électrons) dans un matériau non homogène via la vibration/giration de la matière chargée qui est soumise à des transitoires rapides non linéaires, pour obtenir la supraconductivité à température ambiante.

Avant de se déplacer, le HAUC modifie son inertie jusqu'à même pouvoir l'annuler, ainsi que bien évidemment celle de son contenu, occupants inclus. Il devient un engin sans masse qui se couvre d'une bulle de plasmas (voir plus loin comment il le fait). Puis il modifie par strates successives la gravité locale tout autour de lui, en modulant l'indice de réfraction des champs plasmatiques en superposition dans le vide quantique. La superposition de plasmas est, pour notre compréhension, comparable à un mélange d'une soixantaine de fluides. Par exemple prenons l'image des huiles de densités et couleurs différentes qui représentent des champs de forces et des champs de matières différentes, qu'on met dans une piscine entièrement transparente et qu'on secoue fortement, en supposant que les mouvements des huiles fluctuent et s'auto-entretiennent. Si vous regardez la piscine sur ses faces, le mélange secoué ressemblerait alors à des champs quantiques en superposition dans les fluctuations du vide quantique, et la surface de la piscine serait secouée par de petites vagues quand l'agitation est faible, et parcourue par de grosses vagues agitées quand l'agitation est forte. Sauf que dans la réalité quantique, la piscine possède la dimension de l'univers, le vide quantique est déjà lui-même une collection de champs, avec d'autres fluides qui y « poppent » (apparaissent et disparaissent aussitôt, et je ne vous dis pas d'où sinon vous ne me croiriez pas). Rappelons encore que le tableau de Mendeleïev qui répertorie en chimie les 118 éléments atomiques de notre monde vous présente les éléments constitutifs des molécules à la température ambiante. Mais lorsque les températures et les pressions s'élèvent ou chutent, ces éléments atomiques et leurs molécules passent par des transitions de phases, des mutations et désintégrations nucléaires, en changeant de nature : ils ne sont plus les mêmes et le tableau prend des allures différentes. On peut considérer, à la limite, toutes les interactions des corps élémentaires du tableau de Mendeleïev comme des plasmas (4ème état de la nature) dont la reformulation est possible par des Lagrangiens. Le Lagrangien est une équation qui permet de prédire toutes les expériences faites en science sur un objet. Toute la science physique et astrophysique et

chimique est contenue dans cette équation et c'est le pinacle et la limite de notre science actuelle pour étudier des problèmes d'optimisations sous contraintes. On peut donc utiliser des Lagrangiens pour modéliser dans un espace de Minkowski (une formulation réductrice, euclidienne, de l'espace-temps courbé d'Einstein) et simuler un HAUC dans son élément sur un superordinateur pour étudier quels paramètres sont nécessaires pour moduler et ainsi réaliser le hardware et comprendre sur quel élément il faut agir pour le faire piloter dans l'espace, ou dans l'atmosphère de la Terre, des planètes connues, et bien sûr dans l'eau. Visuellement la simulation du HAUC le montre comme un groupe de plasmas évoluant parmi des plasmas ; sur l'écran les « huiles » apparaissent comme des flots de nuages animés de toutes les couleurs qui s'interpénètrent. Comme c'est le champ de gravité qui définit la métrique de la courbure de l'espace-temps, on peut dire que le HAUC se déplace au sein d'isométries 3D + 1 (3 dimensions d'espace et une dimension temporelle) engendrées par lui-même. Tout objet qui se trouve devant lui (astéroïde par exemple) ou qui est projeté contre lui (missiles) va suivre une autre isométrie et se trouvera dévié autour de lui. Même la lumière cohérente d'un laser pointée vers lui sera courbée et le contournera, de la même manière que des rayons lumineux sont déviés à la périphérie d'une étoile à neutrons (cf Mignani et al. sur Les Sept Magnifiques, et plus particulièrement RX J1856.5-3754). Selon la théorie quantique des champs, les champs électromagnétiques à haute énergie interagissent fortement avec le champ d'énergie du vide, qui est un agrégat d'états composés de la superposition de tous les champs de fluctuation du vide quantique qui imprègnent le contenu de l'espace-temps. Cette forte interaction est basée sur le mécanisme de transfert de l'énergie vibratoire entre les champs, induisant successivement des fluctuations dans les champs adjacents qui imprègnent l'espace-temps, ces champs pouvant ne pas être électromagnétiques, mais des champs-matières. Or, pour simplifier, 12 champs-matières associés à 4 champs de force (force électromagnétique, force forte, force faible, force de gravité) et le champ de Higgs ont créé le monde dans lequel nous vivons. Donc toutes les choses qui nous environnent, y compris nous-mêmes, peuvent être décrites à l'échelle  $10^{-33}\text{cm}$  comme des agglomérats de fluctuations, vibrations et/ou d'oscillations de champs qui s'étendent jusqu'à l'infini. Nous ne sommes pas faits de particules, nous sommes des créatures constituées d'interactions de champs. L'espace-temps, en raccourci, n'est qu'un champ de gravitons qui s'étend à l'infini (on sait bien que cette formulation est incomplète, mais arrêtons-nous là) et considérons la matière, l'énergie et l'espace-temps comme des constructions émergentes qui proviennent de l'état d'énergie du vide.

Nous sommes immergés dans un océan d'énergie, cependant dans la vie courante, nous ne semblons pas inter-réagir avec lui. Cela est dû, dans les circonstances normales, à l'état d'équilibre du vide quantique qui est homogène et symétrique. Si cette symétrie est brisée, la manière dont les champs quantiques collectifs échangent de l'énergie les uns avec les autres serait affectée, alors des particules extrêmement énergétiques de signes opposés « popperaient » par paires (sortiraient du néant pour y retourner aussitôt) ce qui aurait pour effet d'affecter, positivement ou négativement, les propriétés physiques des êtres et des objets et bien sûr de tous les systèmes. Vue sous l'angle quantique microscopique, la matière c'est de l'énergie confinée, bordée par des champs, congelée dans un quantum de temps. Cependant, sous certaines conditions, comme dans le couplage d'une giration axiale en hyperfréquence avec des vibrations en hyperfréquence dans un système électrique chargé, les règles microscopiques du monde quantique émergent et s'appliquent sur des entités physiques macroscopiques, c'est à dire à notre échelle. Et c'est ce que savent réaliser les concepteurs du HAUC. En attendant, pour réaliser numériquement un HAUC du genre Triangle Noir, nous

avons besoin d'outils logiciels CAD/CAM comme Cathia et de boîtes à outils logiciels comme Warp Factory. A vous de jouer si l'envie vous prend.

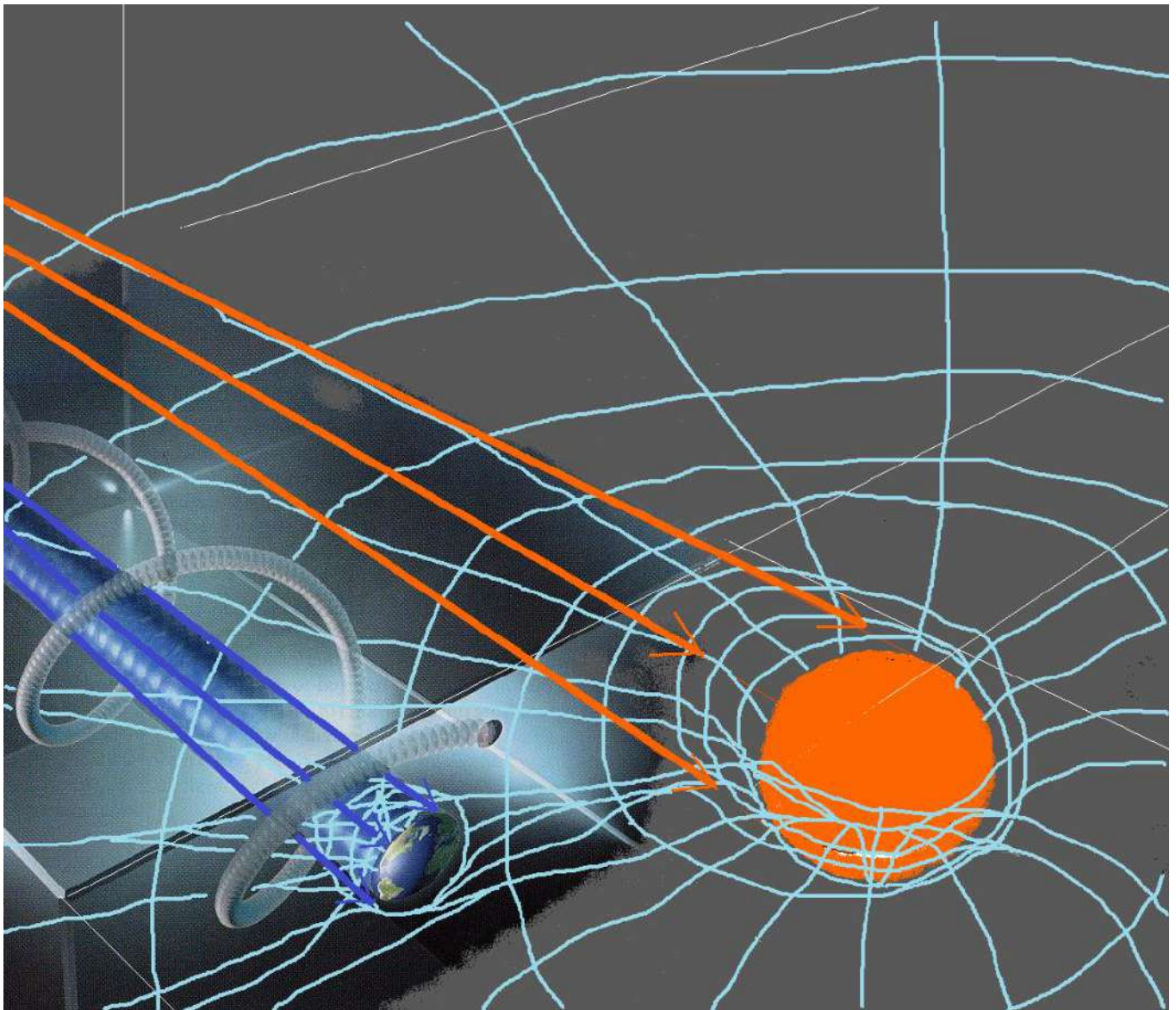


Fig.378 - Ce dessin n'est ni proportionné, ni à l'échelle. Il est fait pour visualiser grossièrement un principe. Les flèches rouges figurent la trajectoire du soleil (le soleil est la boule rouge qui tourne autour du centre de notre galaxie la Voie Lactée. Ce centre, non représenté, se trouve très loin à droite). Les flèches bleues figurent la trajectoire de la Terre autour du Soleil. La Lune décrit une trajectoire en spirale grise autour de la Terre. Les lignes bleues pâles schématisent les courbes isométriques de l'espace-temps. Remarquez que ces courbes se déversent de la gauche vers la droite dans le puit gravitationnel du soleil. Chaque laps de temps qui passe est une fine tranche de ce dessin. Un laps de temps, c'est le temps de Planck, c'est-à-dire  $5,391247 \times 10^{-44}$  seconde, ou approximativement  $10^{-43}$  s.

Nous allons partir de ce schéma pour expliquer l'action du Big HAUC sur l'espace-temps au moment du démarrage.



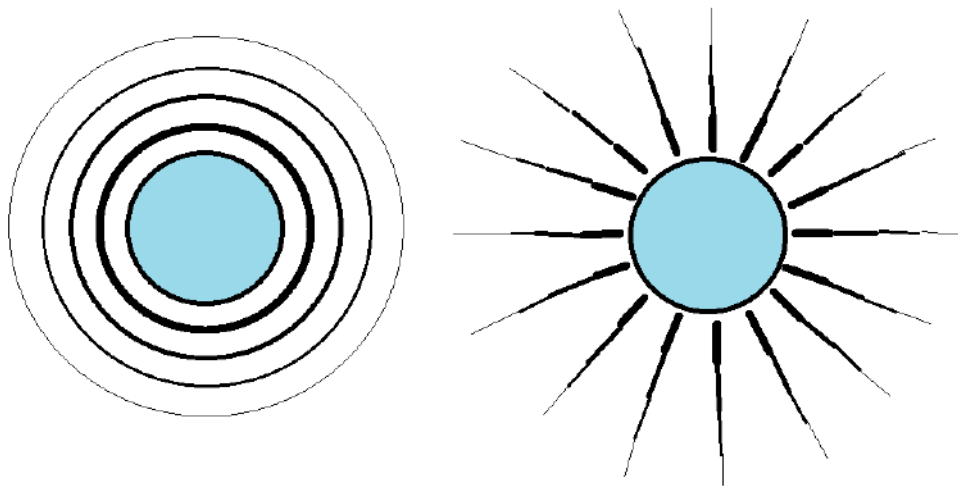


Fig.379 - La boule bleue figure la Terre. Sur le dessin de gauche, les courbes concentriques représentent les courbes isométriques de l'espace-temps qui entourent la Terre, les courbes les plus proches sont épaisses et vont en s'affinant vers l'extérieur pour représenter une gravité de moins en moins forte au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la Terre. Le dessin de droite est équivalent au dessin de gauche : il représente la Terre avec cette fois-ci des jauges de pressions gravitationnelles dont l'épaisseur vont s'affinant vers l'extérieur pour représenter une gravité de plus en plus faible. Faisons un très fort agrandissement du dessin de droite. Nous obtenons le dessin de gauche Fig.380.

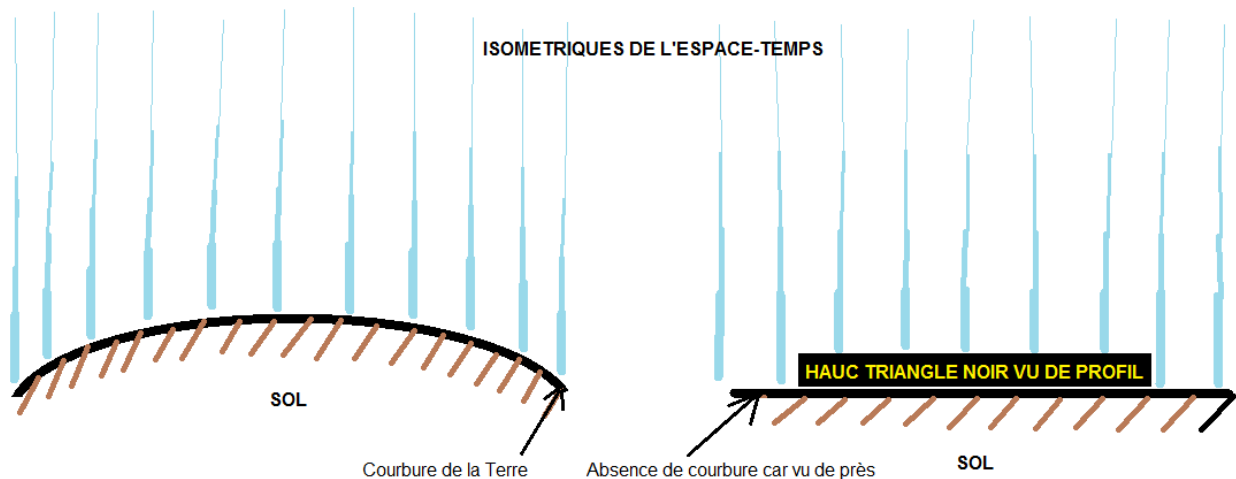


Fig.380 - A gauche, une vue en coupe du sol avec la surface de la Terre en légère courbe car c'est une vue de loin. Les lignes bleues sont des isométriques de l'espace-temps représentées en forme de jauge de pression gravifique dont la force va en décroissant au fur et à mesure qu'on s'éloigne du sol. A droite, c'est une vue rapprochée. Sur le sol plat repose un HAUC Triangle noir. Il est vu de profil et donc il se présente comme un long rectangle. Avant de voir comment le Triangle noir procède pour s'envoler du sol, retenons qu'il y a 4 cas de figures de « décollage » :

-1/ Décollage d'une planète atmosphérique comme la Terre ou Mars, à partir du sol. Au-dessus du Triangle Noir, l'atmosphère est un mélange de gaz (sur Terre, 78% de d'azote, 21% d'oxygène, le reste en CO<sub>2</sub>, vapeur d'eau, hélium, etc). Elle possède une structure d'espace-temps imbibé de vide contenant divers quasi-vides.

-2 Décollage à partir d'un fond situé en-dessous de l'eau. Au-dessus du Triangle Noir, l'eau peut-être de eau douce, saumâtre, salée. Supposons que le Triangle Noir décolle du fond d'un océan. Dans ce cas, l'eau de mer est un mélange à 96,5% d'eau pure et 3,5% de substances dissoutes (sels, gaz) dont 31% d'ions de sodium Na<sup>+</sup>, 31% d'ions de potassium K<sup>+</sup>, 8% d'ions de sulfates SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 4% d'ions de magnésium Mg<sup>2+</sup>, 1% d'ions de calcium Ca<sup>2+</sup> et 1% d'ions de potassium K<sup>+</sup>. Tout ceci possède une structure d'espace-temps imbibé de vide contenant divers quasi-vides.

-3/ Décollage d'un astéroïde, disposant d'un sol rocheux comportant une gravité très faible. Au-dessus du Triangle noir, c'est du vide cosmique comprenant des traces de gaz selon l'endroit où se trouve l'astéroïde, le tout possédant une structure d'espace-temps imbibé de vide contenant divers quasi-vides.

-4/ Décollage d'une position immobile dans le vide cosmique, ce vide incluant comme vous le savez déjà un contenant qui est une structure d'espace-temps en continuum et un contenu qui est du vide contenant divers quasi-vides.

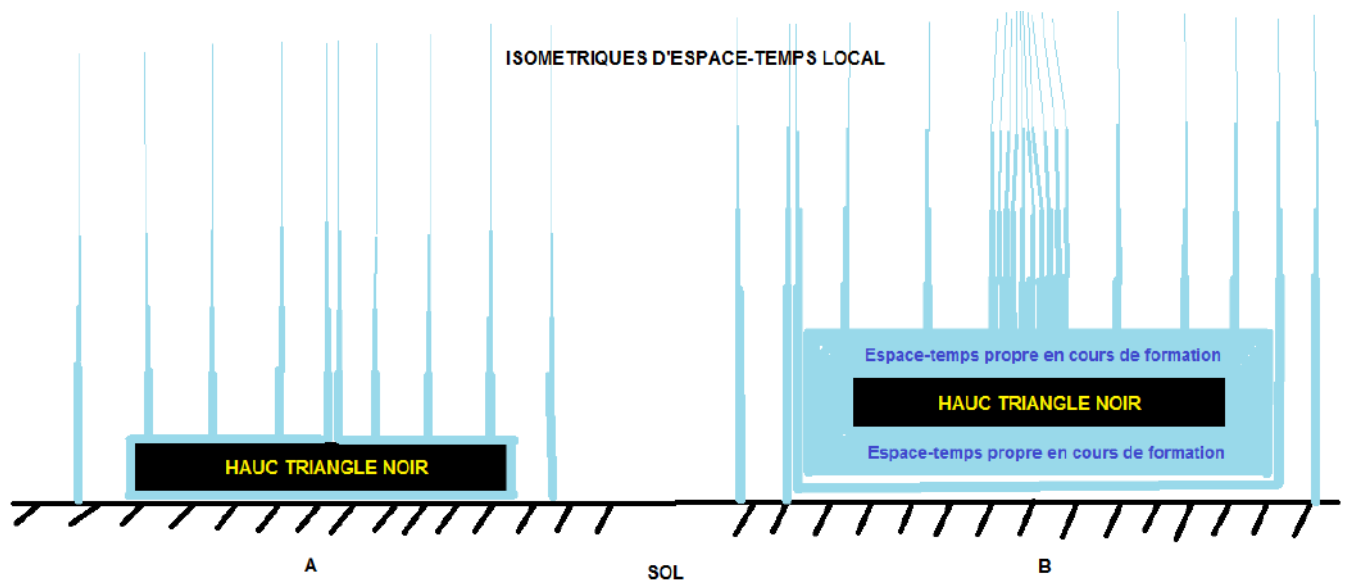


Fig.381 - En A, le HAUC Triangle Noir commence par rassembler les isométriques vers son centre. En B, avec une dizaine d'isométriques de l'espace-temps local il forme en son centre un bouquet central qui l'enveloppe pour se constituer d'une coque d'espace-temps propre. Ici avec dix isomètres d'espace-temps local il se construit un espace-temps propre. Il injecte ensuite de l'énergie dans cet espace-temps propre pour le densifier et le « durcir ». A ce moment le HAUC lévite du sol mais reste en position immobile.

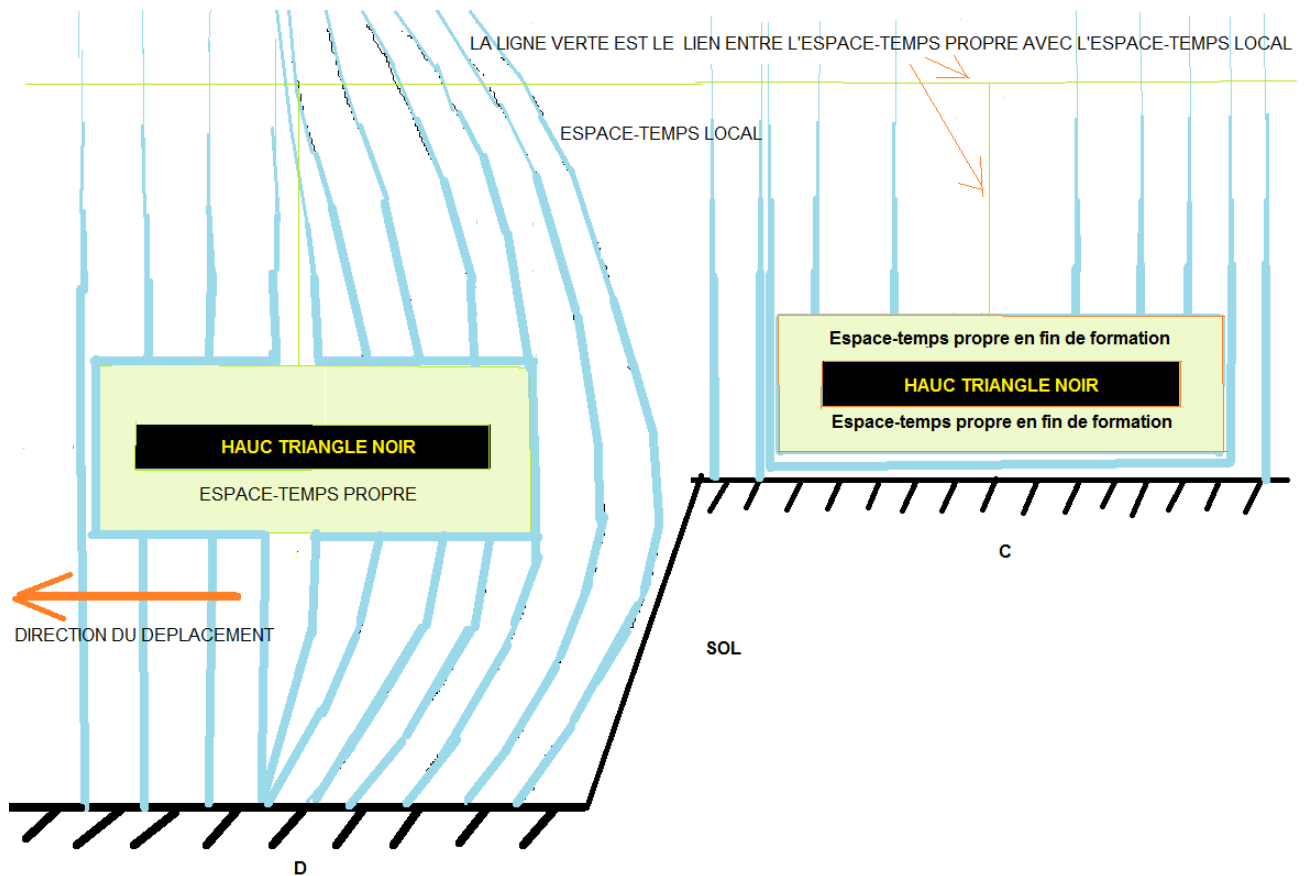


Fig.382 - Le dessin C de droite, qui fait suite au dessin B de la Fig.381, montre le HAUC désormais hermétiquement confiné dans son espace-temps propre. Il s'est coupé de tous les liens avec l'espace-temps local (lignes bleues), sauf d'un lien quantique ténu représenté par la ligne fine verte. Ce lien lui permettra, où qu'il soit dans l'univers, de rester en interaction avec l'espace-temps local du monde d'où il est venu, et avec l'espace-temps local du monde où il y est présentement, bien qu'il soit hermétiquement enfermé dans sa coque d'espace-temps propre.

Le dessin de gauche montre le début de la phase de distorsion de l'espace-temps local. Ici il a distordu sept tranches d'espace-temps local en une fraction de seconde (pendant un milliardième de seconde par exemple), ensuite le moteur de distorsion se coupe pendant une fraction de seconde, laissant à l'espace-temps le temps de revenir à l'équilibre initial, puis le moteur s'active de nouveau pour un nouveau cycle.

C'est le retour à l'équilibre initial, la fameuse « invariance » du Théorème de Noether, qui propulse le HAUC.

Pour freiner il déroule le processus inverse.

### Réponse à la question : comment faire jaillir des aliments du vide ?

Par exemple obtenir du pain à partir du vide.

Il faut d'abord fabriquer de la matière à partir du vide, ensuite fabriquer un pain de synthèse avec la matière obtenue. Le pain sera en tout point identique à celui que vous avez acheté ce matin chez votre boulanger.

Pour créer de la matière à partir du vide, utiliser la recette de Gérard Mourou, professeur à l'école polytechnique (France) et Prix Nobel de Physique pour ses travaux sur les lasers intenses.

La lumière étant une oscillation du champ électromagnétique, les lasers sont justement un moyen de créer de forts champs électriques. Pour que cette matérialisation soit possible, il faut que le travail exercé par le champ électrique sur l'électron et le positron soit de l'ordre de la somme des énergies de masse de ces particules. La valeur d'un tel champ électrique - dit champ critique ou limite de Schwinger - s'élève à  $1,3 \times 10^{16}$  volts par centimètre. Cela équivaut à atteindre une intensité laser de quelque  $10^{29}$  watts par centimètre carré ( $\text{W/cm}^2$ ). *« Les installations lasers actuelles les plus puissantes délivrent une intensité d'environ  $5 \times 10^{22}$   $\text{W/cm}^2$  au maximum. Matérialiser les particules virtuelles du vide n'est donc pas un objectif scientifique atteignable dans un futur proche. »*

Cependant, même sous la limite de Schwinger, d'autres effets de la théorie quantique des champs peuvent être étudiés grâce aux lasers intenses. C'est une théorie déjà confirmée dans les accélérateurs de particules, par exemple. *« Mais nous voulons regarder ce qu'il se passe en présence d'un fort champ électromagnétique. Dans ce cas, les seuls tests de la théorie reposent sur des expériences avec des ions lourds, dont le champ est purement électrique, alors que le champ d'un laser est aussi magnétique. »* Pour ce faire, plutôt que de créer de la matière à partir de rien, il s'agit de la créer à partir de la lumière, dans un environnement dépourvu de matière.

En effet, lorsqu'un électron et un positron s'annihilent - nous parlons ici de particules réelles et non virtuelles - ils émettent deux photons gamma. Dès les années 1930, les physiciens Gregory Breit et John Wheeler comprennent que, de façon inverse, la collision de deux photons gamma d'énergie suffisante doit produire un électron et un positron. Hélas, notent les deux chercheurs, il est sans espoir d'essayer de voir ces formations de paires dans des expériences de laboratoire, à cause de la faible probabilité que ce phénomène se produise et de l'inexistence de sources gamma assez intenses. *« Aujourd'hui encore, on ne dispose pas de laser gamma, concède Xavier Ribeyre, mais on sait produire des sources indirectes. »* Ainsi, en 1997, l'expérience « E144 », menée à l'université Stanford, a combiné un faisceau laser et un faisceau d'électrons produits par l'accélérateur Slac de l'université. Dans un premier temps, un électron accéléré rencontre le faisceau laser, ce qui produit des photons gamma par un effet Compton inverse. Puis ces photons gamma entrent en collision avec plusieurs photons du laser initial. Les chercheurs ont alors observé la formation de paires électron-positron. C'était la première mise en évidence une variété du processus de Breit-Wheeler, dans lequel plusieurs photons interagissent pour créer une paire électron-positron.

L'expérience E144 a fait date, mais elle n'a pas été rééditée. *« La raison réside dans la complexité de ce genre d'expériences, explique Gianluca Sarri, de l'université Queen's de Belfast. En particulier, il faut à la fois disposer d'un accélérateur et d'un laser puissant. »* Depuis quelques années, cependant, plusieurs expériences se déroulent sur le sujet. Avec l'installation laser du CLF, du laboratoire Rutherford Appleton près d'Oxford, Gianluca Sarri et ses collègues ont mené des observations proches de celle de E144. *« Nous n'avons pas encore mesuré directement les paires issues du processus de Breit-Wheeler, mais nous avons des indices prouvant qu'il est à l'oeuvre. Nous avons d'autres expériences prévues, notamment au Slac ou sur l'installation XFEL près de Hambourg »,* précise le chercheur. De son côté, Xavier Ribeyre coordonne le projet Tulima (Turn Light Into Matter), qui ambitionne de collisionner deux photons gamma afin de produire une paire électron-positron, comme décrit dans l'article de Breit et Wheeler. L'expérience pourrait avoir lieu d'ici quelques années grâce aux faisceaux du laser Apollon, à Saclay.



Ces processus de production de paires de particules sont intimement liés à une autre propriété du vide : sa polarisabilité. Sous l'effet d'un champ électrique, les paires électron-positron virtuelles auront tendance à s'orienter dans la direction du champ électrique. En conséquence, la propagation de la lumière dans le vide se trouve modifiée, comme dans un milieu matériel. Cela reste à observer expérimentalement... comme beaucoup de propriétés du vide quantique.

Rappelons qu'un électron est une perturbation quantique omniprésente dans tout l'univers. Ce champ quantique évolue selon une superposition d'états, et est capable d'agir avec d'autres champs présents dans l'univers. Cette perturbation ne peut être ni divisée, ni se superposer à elle-même, mais elle permet la création d'atomes et, à plus grande échelle, de la matière.

### Transformer la lumière en matière

Cet exploit n'a été réussi qu'en début 2025, car transformer la lumière en un état solide semblait jusqu'ici relever de l'impossible. Comment un tel phénomène aussi insaisissable, à la fois ondulatoire et corpusculaire, dualité constituée de photons (se comportant tantôt comme une onde qui se propage dans l'espace, tantôt comme un flux de particules individuelles voyageant à la vitesse de 300 000 km/s), pourrait-il adopter les attributs d'un matériau tangible et structuré ?

Il y a plus de dix ans, les chercheurs du Conseil national italien de la recherche (CNR) avaient déjà démontré que la lumière pouvait se comporter comme un fluide capable de contourner les obstacles et de se propager avec une forme de cohérence collective. Aujourd'hui, les chercheurs sont allés encore plus loin en créant un état quantique unique : le **supersolide**. Ce nouvel état de la matière combine des propriétés paradoxales qui mêlent la rigidité structurelle d'un cristal à la fluidité sans viscosité propre aux superfluides. Les chercheurs ont utilisé un semi-conducteur particulier composé d'arséniure d'aluminium et de gallium. Ils ont dirigé un laser sur ce matériau, spécialement conçu avec des crêtes étroites. Cette interaction a permis la formation de quasiparticules appelées polaritons, issues de la fusion entre les photons (les particules de lumière) et les excitations électroniques du semi-conducteur.

La configuration spécifique des crêtes dans le matériau a joué un rôle crucial. En limitant la manière dont les polaritons pouvaient se déplacer et leurs niveaux d'énergie, cette structure a, en effet, permis aux quasiparticules de fusionner et de former un état suprasolide. C'est cette combinaison unique de lumière et de matière qui a donné naissance à un nouvel état quantique.

Prouver l'existence de ce supersolide de lumière ne fut pas une tâche simple. Les chercheurs ont dû mesurer avec précision les propriétés de cet état inédit pour confirmer qu'il présentait à la fois la rigidité d'un solide et la fluidité sans viscosité d'un superfluide.

Cette découverte ouvre un champ d'investigation fascinant en physique quantique où la lumière, traditionnellement considérée comme une particule sans masse, peut être manipulée pour se transformer en un état solide. Ce phénomène pourrait permettre de mieux comprendre les transitions de phases quantiques où la matière passe d'un état à un autre sous l'effet de variations de conditions, telles que la température ou la pression. Dans le domaine quantique, cela englobe des changements subtils entre des états comme la superfluidité, la supraconductivité ou encore des configurations plus complexes.

De plus, la création de supersolides à base de lumière représente une avancée majeure, car ces matériaux combinent les propriétés d'un solide, avec sa structure rigide, et celles d'un superfluide, où la matière peut se déplacer sans friction. Les supersolides à base de photons seraient bien plus faciles à manipuler que ceux obtenus à partir d'atomes ultra-froids qui nécessitent des conditions extrêmes de contrôle. Cela pourrait ainsi accélérer les progrès dans des technologies quantiques comme les ordinateurs quantiques, les capteurs ou les communications quantiques, où la manipulation de la lumière à l'échelle microscopique est essentielle.

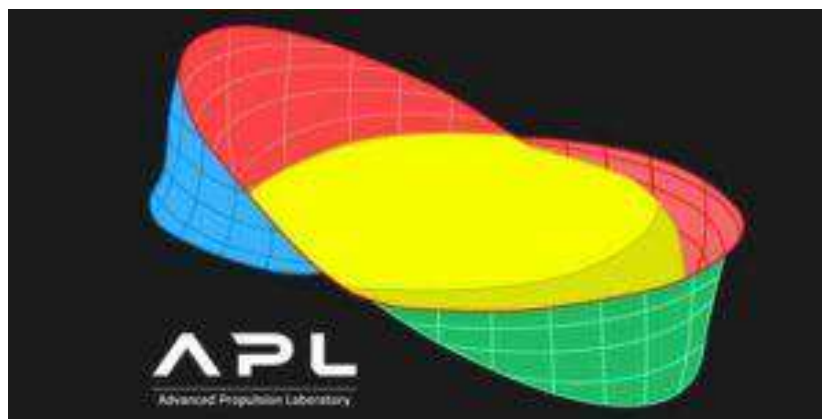


Fig.378 - Logo de Applied Physics Laboratory (APL). Ce laboratoire s'aventure dans le domaine des moteurs à distorsion. La société invite les chercheurs à les rejoindre dans cette quête audacieuse pour décoder les mystères de la propulsion à distorsion et transformer l'avenir de l'exploration interplanétaire.

Afin d'encourager davantage de scientifiques et d'ingénieurs à se joindre à leur mission, APL leur offre la possibilité de s'associer à leur *laboratoire de propulsion avancée*. **Cela comprend la possibilité de recevoir un soutien financier sous la forme du programme de subventions de 500 000 \$.**

« APL est fière d'offrir à la communauté scientifique des subventions pour la phase I de distorsion d'espace-temps », explique la société. « La première phase est consacrée à la réalisation d'étapes progressives qui permettront d'approfondir notre compréhension des bulles Warp et de leurs avancées potentielles en matière de propulsion alors que l'humanité entre dans l'ère Warp. »

Même si les quelques chercheurs de ce domaine naissant reconnaissent tous que la construction d'un moteur à distorsion fonctionnel est encore loin, les gens d'AP se disent confiants quant à la faisabilité de cette opération. Ils affirment également que leur simulateur de moteur à distorsion est l'une des avancées les plus significatives dans la recherche sur le champ de distorsion à ce jour, car elle offre aux chercheurs une suite de simulation virtuelle similaire à celles dont bénéficient les ingénieurs en conception aérospatiale avancée.

« Les physiciens peuvent désormais générer et affiner toute une gamme de modèles de moteurs à distorsion en quelques clics, ce qui nous permet de faire progresser la science à la vitesse de la lumière », a déclaré son PDG. « Warp Factory fait office de soufflerie virtuelle, ce qui nous permet de tester et d'évaluer différents modèles de moteurs à distorsion. »

Composée maintenant de plus de 30 physiciens et scientifiques internationaux de disciplines connexes, l'équipe AP a acquis une solide réputation dans la communauté de la théorie de la distorsion grâce à ses articles très appréciés et évalués par des pairs sur de nombreux concepts de distorsion.

Voici reproduit en intégralité l'interview de Applied Physics sous forme de questions :

***Les humains construiront-ils un jour un moteur à distorsion fonctionnel ?***

AP : Les lois de la physique permettent sans aucun doute des moteurs à distorsion subluminaire fonctionnels, mais pas des moteurs à distorsion supraluminique. Bien que la solution de distorsion à vitesse constante soit une étape prometteuse, de nombreux défis en matière d'ingénierie et de science des matériaux restent à relever, ce qui rend le calendrier incertain mais dépend en fin de compte de l'humanité, et non de la physique.

***La recherche sur les moteurs à distorsion a récemment fêté les 30 ans de la première conception faite par le physicien théoricien mexicain Miguel Alcubierre. Des progrès significatifs ont-ils été réalisés depuis cette première conception ?***

AP : Oui, des progrès significatifs ont été réalisés. Les modèles du début des années 90 nécessitaient une matière exotique inexistante, ce qui a essentiellement mis la science au placard. Les travaux des années 90 et 2000 ont réduit la quantité de matière exotique nécessaire, mais les modèles sont restés relativement inchangés et sont donc toujours restés non physiques. Ce n'est qu'en 2021 que de nouvelles classes de moteurs à distorsion ont été découvertes, aboutissant à la première solution de distorsion physique qui n'utilise pas de matière exotique.

***Des avancées sur les matériaux de base seront-elles nécessaires en cours de route ou existeraient-elles déjà pour progresser vers un moteur à distorsion fonctionnel ?***

AP : Oui, des progrès dans la science des matériaux sont nécessaires. Il ne suffit pas de plastique et d'aluminium pour construire un moteur à distorsion. Il s'agit de matériaux fluides à très haute densité. La bonne nouvelle est que notre solution physique ne nécessite pas de matière exotique, ce qui signifie qu'elle pourrait être fabriquée à partir de particules qui existent déjà dans notre univers. Cependant, pour atteindre ces densités extrêmes, de nouvelles avancées seront nécessaires.

***Vous avez déjà dit que la communauté de recherche sur la distorsion est actuellement très restreinte. Avez-vous observé des tendances dans la littérature indiquant que cela est en train de changer ?***

AP : Oui, l'intérêt a augmenté ces dernières années. De plus en plus de chercheurs consacrent du temps à la mécanique des champs de distorsion, ce qui indique une tendance croissante dans la communauté. De plus en plus d'articles sont écrits sur le sujet. Plus important encore, les moteurs à distorsion sont de nouveau considérés comme une science sérieuse.

***Après que votre étude sur un moteur à distorsion viable ait été bien accueillie cette année, avez-vous eu des nouvelles de chercheurs qui ont exprimé un nouvel intérêt pour l'exploration de ces travaux ?***

AP : Oui, de nombreux chercheurs du monde entier nous ont contactés, manifestant leur intérêt pour nous aider à développer notre code Warp Factory et soutenir la recherche sur la propulsion à distorsion. Nous avons reçu des centaines de demandes de subvention Warp et nous sommes en train de réduire le nombre de candidats en ce moment même.

***Qu'est-ce que Warp Factory et comment peut-il aider les chercheurs dans ce domaine ?***

AP : Warp Factory est un outil open source de relativité numérique permettant de concevoir de nouveaux espaces-temps de distorsion. La plupart des recherches sur la distorsion ont jusqu'à présent été réalisées de manière analytique, ce qui limite souvent l'exploration et peut prendre des mois pour analyser même des solutions simples. Grâce à Warp Factory, cette analyse peut être effectuée en quelques minutes tout en fournissant des visualisations en 2D et 3D. En fait, l'utilisation de Warp Factory a été essentielle à notre découverte de la solution de distorsion physique, car elle a été réalisée à l'aide d'une approche principalement numérique. En fournissant cet outil, nous envisageons que la recherche créative sur la distorsion sera menée par la communauté à l'avenir.

***Les véhicules compatibles avec la technologie Warp peuvent potentiellement agir comme de puissants moyens de dissuasion dans les conflits mondiaux. Aussi comment voyez-vous la technologie Warp remodeler les stratégies de défense et la dynamique géopolitique ?***

AP : Comme il est encore trop tôt pour comprendre les moteurs à distorsion, il y a encore beaucoup de choses que nous ne comprenons pas sur leur impact géopolitique. Pourraient-ils y avoir des applications militaires ? C'est possible, oui, mais tant que nous ne les aurons pas construits, nous ne le saurons pas. À ce stade, nous devrions nous concentrer sur l'accroissement de notre compréhension dans ce qui est faisable dans la mécanique de distorsion. Il y a beaucoup de recherches à faire, maintenant que le domaine est physique, donc c'est certainement la première étape. Si nous parvenons un jour à mettre au point une propulsion à « micro-déformation » en laboratoire, cela déclencherait certainement des dépenses importantes de la Défense Nationale, car aucune nation ne peut ignorer un nouveau moyen de propulsion. Cependant, nous espérons que la recherche restera civile. Il serait tout à fait honteux de réaliser une telle prouesse technique uniquement pour jeter des pierres à la vitesse de la lumière alors que la technologie peut être utilisée pour stimuler le PIB et explorer de nouvelles frontières.

***Comment la « course à l'espace Warp Drive » affectera-t-elle l'éducation aux États-Unis ?***

AP : Tout comme lors de la dernière conquête spatiale, nous nous attendons à une forte augmentation des emplois dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques. C'est déjà le cas aujourd'hui, car nous voyons des pays comme la Chine et l'Inde battre des records dans l'espace, ce qui montre clairement que les États-Unis ont de la concurrence. Et la concurrence est une bonne chose ; nous avons besoin de motivation, d'une excuse pour nous lever le matin. Les économies américaines et russes ont toutes deux grandement bénéficié de la première conquête spatiale. La demande de professionnels qualifiés dans des domaines tels que l'ingénierie avancée, la physique de la matière condensée et la mécanique des champs de distorsion devrait monter en flèche, créant des millions de nouveaux emplois de haute qualité dans le domaine des sciences, de



la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques. Cette renaissance technologique favorise l'innovation, stimule la croissance économique et place ces pays à l'avant-garde du prochain grand bond en avant de la civilisation humaine.

***Que fait Applied Physics pour la suite de ses recherches sur la distorsion ?***

AP : Applied Physics continue d'explorer de nouveaux types de moteurs à distorsion, que nous espérons bientôt partager avec la communauté. Nous étudions actuellement les façons uniques dont les moteurs à distorsion accélèrent et évoluent au fil du temps par rapport aux méthodes de propulsion traditionnelles.

***Sommes-nous entrés dans l'ère de la distorsion ? Si oui, la course à la distorsion spatiale a-t-elle déjà commencé ?***

AP : D'un point de vue théorique, l'humanité a fait de petits pas vers l'ère de la distorsion, et les efforts récents montrent que nous pouvons faire des progrès dans ce domaine. En ce qui concerne une nouvelle course à l'espace, pas encore, mais l'intérêt grandit. La Chine a publié des articles sur la distorsion peu après la parution de notre article, et elle a beaucoup investi dans l'espace.

***Dans la course à l'espace de la guerre froide du XXe siècle, beaucoup considèrent le lancement de Spoutnik par l'URSS en 1957 comme l'événement fondateur qui a déclenché les choses. A quoi pourrait ressembler « le moment Spoutnik » dans la course à la propulsion à distorsion ?***

AP : Le « moment Spoutnik » pour les moteurs à distorsion serait la première démonstration réussie du mouvement à distorsion, suscitant des investissements et un intérêt similaire à ceux de la course à l'espace initiale. Il s'agira probablement d'un prototype de laboratoire miniature de « micro-déformation ».

***Si le gouvernement américain autorisait un budget de type Projet Manhattan pour la recherche sur la propulsion à distorsion, à quoi pourraient ressembler les premières étapes de cet effort ?***

AP : Ce n'est qu'une question de temps avant que les moteurs à distorsion ne fassent partie des dépenses de la défense, car la science l'a prouvé. Les premières étapes consisteraient à mettre en place un centre de recherche de pointe, à attirer les meilleurs scientifiques et à se concentrer sur la résolution de défis théoriques et techniques clés. Étant donné que la mécanique des champs de distorsion représente une nouvelle science physique, il y a beaucoup de fruits à portée de main pour faire de nombreuses découvertes, car les vannes sont fraîchement ouvertes. Il s'agirait du deuxième financement gouvernemental officiel de la technologie des moteurs à distorsion, les laboratoires Eagleworks ayant été créés par la NASA en 2012.

***Enfin, quel message final souhaiteriez-vous transmettre à ceux qui espèrent voir un moteur à distorsion fonctionnel devenir une réalité ?***

AP : L'aube de l'ère Warp marque un tournant dans l'histoire de l'humanité, présentant à la fois des opportunités sans précédent et des défis considérables. Alors que nous naviguons dans cette nouvelle frontière de la science, l'équilibre entre innovation et responsabilité sera

crucial pour façonner un avenir qui exploite les avantages de la technologie Warp tout en garantissant un monde stable et pacifique.

### **CE DONT NOUS IGNORONS ENCORE :**

Jusqu'ici, nous avons passé en revue toutes les possibilités technologiques connues jusqu'en début 2025 pour décrire un HAUC. Nous allons rapidement passer en revue ce que nous les scientifiques, ignorons encore :

#### **La vraie nature de l'espace-temps.**

Selon le Modèle Standard de la Physique, développé puis « rapiécé » tout au long du XXème et du début du XXIème siècle, l'espace-temps d'Einstein régit un univers sans mouvement mais avec de la matière et une constante cosmologique Lambda. Quatre grandes forces régissent cet univers : la force électromagnétique, les forces nucléaires faibles et fortes, et la gravité. Les trois premières sont bien comprises et compatibles tant avec le modèle classique (en gros, Newton et le monde macroscopique) qu'avec le modèle quantique, là où l'on spécifie l'origine et le mode de transmission de ces forces. La quatrième, la gravité, est nettement plus complexe. Les deux grandes théories expliquant son origine et son mode d'action (la relativité d'Einstein et la mécanique quantique) fonctionnent toutes les deux mais ne sont pas compatibles entre elles. Pire, l'observation phénoménologique de l'univers n'est pas explicable par l'application directe de ces forces qui, si elles existaient seules dès le début de l'Univers, n'auraient pas abouti à l'univers actuellement observable. D'où la nécessité d'introduire des « cheat codes », ces trucs de triche qu'on ajoute ad hoc pour passer les étapes trop difficiles.

Les trois cheat codes les plus connus, par ordre d'apparition chronologique, sont **l'inflation cosmique** au tout début de la vie de l'univers, **la matière noire** permettant de réconcilier le Modèle Standard avec la réalité observable des formations galactiques, et **l'énergie noire** permettant « d'expliquer » pourquoi l'univers est en expansion, alors même que la force gravitationnelle devrait plutôt le faire se contracter.

Aucun des trois n'a d'explication rationnelle : rien ne dit quel processus aurait pu initier l'inflation cosmique, sans laquelle notre univers ne pourrait avoir l'homogénéité que l'on observe. On ne sait toujours pas ce que pourrait être cette matière noire, qui pourtant représenterait 85% de la matière de l'univers, et ce, malgré des décennies de recherche.

L'énergie noire, car non seulement elle ne s'explique pas mais, en plus, elle commence à compliquer encore plus une situation déjà inextricable.

Pour rappel, ce concept fut inventé à la fin du XXème siècle. Il lui valut le prix Nobel de physique de 2011 à trois astrophysiciens impliqués dans cette découverte.

A l'époque personne ne savait de quoi, précisément, cette énergie était constituée, sa source et sa nature, mais il semblait évident qu'en y mettant quelques moyens on allait vite le savoir. Vingt-quatre ans plus tard, non seulement la science n'a toujours pas la moindre idée de ce que peut bien être cette énergie mais différentes méthodes de mesure indiquent des résultats non concordants sur sa force réelle et d'autres modèles sans énergie noire se développent afin d'expliquer autrement cette apparente expansion. Voilà que les résultats

fondamentaux ayant mené à la conclusion d'un univers en expansion sont eux-mêmes remis en cause.

La matière noire est une invention théorique rendue nécessaire par l'observation d'effets gravitationnels que la matière visible, seule, ne peut expliquer. Serait-il possible qu'elle se cache à notre vue du fait d'une configuration exotique de ses constituants élémentaires ? Finalement, l'espace-temps possède-t-il des propriétés comparables à un fluide ? Est-il une pure énergie au point zéro ? Peut-on extraire de l'énergie de l'espace-temps ? Peut-on manipuler l'espace-temps sans passer par l'utilisation de la masse ? La science ne connaît pas la vraie nature de l'espace-temps.

### **La vraie nature de la masse.**

Est-elle créée par la particule de Higgs et le champ de Higgs ? Est-elle formée par des cordes nouées et des filaments quantiques ?

Malheureusement la science ne connaît pas la vraie nature de la masse.

### **La science ne connaît pas la vraie nature de la gravité et de l'inertie.**

La gravité est-elle créée par le graviton ?

La gravité est-elle causée par la distorsion et le déplacement de l'espace-temps ?

La gravité est-elle une force générée par les masses distantes dans l'univers ?

La gravité se propage-t-elle *toujours* dans l'espace-temps à la vitesse de la lumière ?

La gravité est-elle une force ?

La gravité est-elle la courbure même de l'espace-temps ?

Autant de questions, toujours sans réponse.

### **La science ne connaît pas la vraie nature de l'énergie noire et de la matière noire**

Peut-on synthétiser matière noire et énergie noire ? Peut-on utiliser l'énergie noire pour la propulsion ? On n'en sait rien.

### **La science n'arrive pas à se déterminer sur un modèle qui « explique le Tout »**

Le Modèle Standard est dépassé. Mais laquelle de ces 4 Théories est conforme à la réalité :

La Théorie des cordes avec les Branes et le Vrac ?

La Théorie Heim étendue ?

La Théorie Tri-Space ?

La Théorie GEM ?

Ou autre chose encore ?

On ne peut rester campé sur ses acquis si on veut expliquer le vol du HAUC, on doit émettre des hypothèses pour progresser. Par exemple, dire que la vraie nature de l'espace-temps est probablement du vide et du quasi-vide revêtu d'une géodésique conforme à la relativité générale étendue à des extra-dimensions. Faire des hypothèses, oui, mais en restant dans la continuité de ce qui est prouvé faisable. Comme par exemple, que la Relativité Générale d'Einstein n'interdit pas le voyage supraluminique.

On n'a pas à attendre d'avoir prouvé toutes les théories et d'avoir testé tous les paramètres pour décider de commencer à formaliser dans une direction, ni d'avoir tous les moyens pour commencer à imaginer de manière réaliste comment est fait un Big HAUC.

### **L'incomplétude des forces**

Le consensus actuel semble être le suivant : il manque une, voire plusieurs forces à notre bon vieux Modèle Standard pour expliquer la réalité observable.

Vu l'imagination fertile des théoriciens, les suggestions ne manquent pas. L'une ayant le vent en poupe actuellement est la *force caméléon*.

Le nom vient d'une possible caractéristique très particulière : l'adaptation au milieu.

Cette intrusion darwinienne au cœur de la physique s'exprimerait ainsi : la portée de cette force en un endroit donné serait déterminée par la densité de matière en ce même endroit.

En l'occurrence, au sein d'un milieu à forte densité de matière tel le nôtre, la Terre et ses alentours, cette force se traduirait par une particule (ce qui porte la force d'un point à un autre) lourde mais de très faible portée, voire objectivement indétectable.

A contrario, dans un milieu de faible densité tel que l'espace, cette force serait associée à une particule légère mais de longue portée, donc puissante et détectable. Elle serait alors la cause de ce que nous appelons l'énergie noire.

Cette force caméléon serait donc de nature répulsive, *anti-gravitationnelle*, ce pourquoi elle serait indétectable dans les environnements denses : son effet serait caché par l'effet nettement plus important de la gravité.

Ce qui ressort de tout ceci *est une tendance inverse à la tendance à l'unification des forces* (le Grand Unification Theory ou Theory of Everything) qui, depuis des décennies, vise à intégrer toutes les forces connues au sein d'une grande théorie unifiée, une *Grande Théorie du Tout qui serait finalement plus une course sans fin qu'une réalité physique*.



## **CE DONT NOUS SAVONS AVEC CERTITUDE :**

### **Les HAUC existent-ils ?**

Oui, ils existent. Le Triangle Noir et le Tic-Tac ne sont qu'une des nombreuses catégories d'engins utilisés par les NHI pour visiter la Terre. L'article dont vous êtes en train de terminer la lecture ne décrit qu'une petite partie de la réalité.

### **Les NHI existent-ils ?**

Oui, ils existent. Plusieurs espèces de NHI existent. Ils sont là depuis très longtemps. Certains ont des bases temporaires ou permanentes dans nos océans. D'autres ont des bases à proximité de la Terre pour opérer dans le système solaire sans avoir à faire des déplacements sur de très grandes distances. Il faut se préparer mentalement à la possibilité désagréable que nous avons des visiteurs très étranges et que nous ne sommes pas les seuls êtres pensants doués de conscience sur Terre.

Le manuel INTRODUCTORY SPACE SCIENCE - VOLUME II DEPARTMENT OF PHYSICS - USAF ACADEMY (Introduction aux sciences de l'espace, volume II, écrit par le département de physique de l'Académie de l'Armée de l'Air Américaine pour former ses cadets), a clairement écrit qu'il existe trois à quatre espèces d'extra-terrestres qui sont là depuis 50.000 ans. Le manuel donne quelques descriptions morphologiques.

On peut difficilement dire que l'USAF enseigne n'importe quoi à ses officiers. D'autant plus que, lors de l'incident de Téhéran de 1976, l'attaché militaire de l'ambassade des Etats-Unis à Téhéran a envoyé à une cinquantaine de destinataires un document racontant l'événement. Le 20 octobre 1969, l'USAF a émis une réglementation concernant les OVNI, disant : Depuis plus de 20 ans, le département de la Défense a confié à l'USAF la mission d'investiguer sur les OVNI afin

- de déterminer si les OVNI posent une menace pour la sécurité des Etats-Unis
- de déterminer si les OVNI présentent des informations scientifiques singulières ou des technologies avancées qui pourraient contribuer à la recherche scientifique ou technologique.

En conséquence, les commandants des bases de l'USAF doivent désigner deux responsables :

- un officier responsable de l'investigation, dont la charge s'ajoute à sa fonction régulière
- un responsable civil, qui travaille à plein temps sur le sujet.

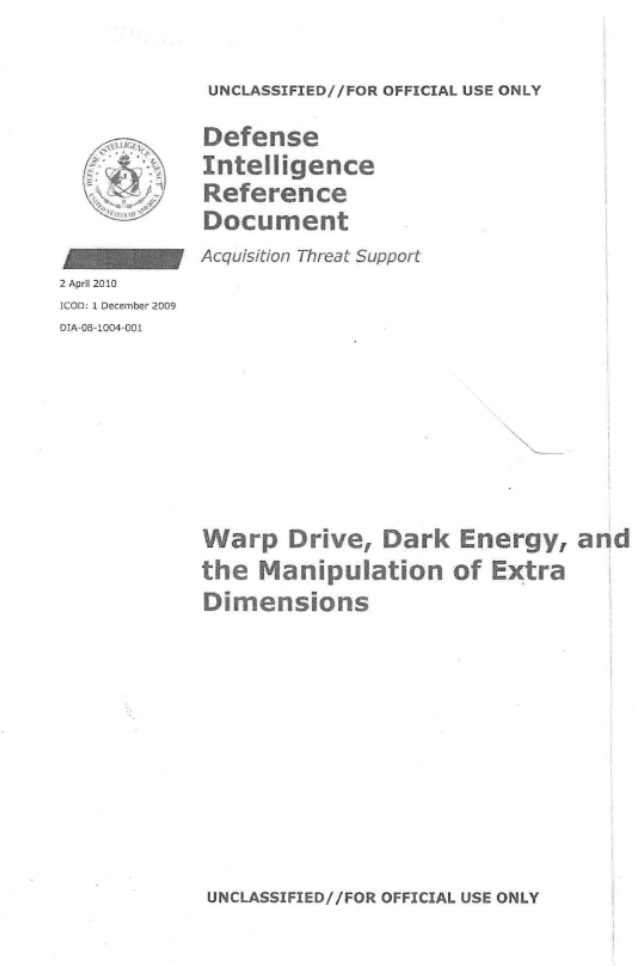
Depuis 1966, l'USAF Office of Scientific Research attribue des contrats à l'université du Colorado pour conduire de manière indépendante des investigations sur des OVNI.

## Que savons-nous vraiment de leur mode de déplacement ?

C'est le sujet le plus obscur que toutes les agences de renseignement tentent de percer. Il est extrêmement difficile de trouver des articles scientifiques sur le sujet.

En vérité, les NHI se déplacent en distordant l'espace-temps et en prélevant l'énergie du vide, mais aussi en manipulant fortement les extra-dimensions. Appelez-les comme vous le voulez : hyper-espaces, sous-espaces, mondes parallèles, outre-mondes, extra-dimensions, etc... c'est du pareil au même. Le tout est de savoir de quoi on parle, et comment les NHI le font.

Alors que nous les humains, sommes encore à discuter sur ce qu'est l'énergie noire, les NHI savent déjà comment la produire à partir du vide, la stocker et l'injecter avec précision dans une région locale de l'espace-temps pour densifier ou dédensifier les extra-dimensions. Ainsi ils contrôlent l'accès aux outre-mondes, ramollissent les hyper-espaces ou durcissent les sous-espaces afin de dégager des passages privilégiés à leurs HAUC. Les NHI passent par les extra-dimensions pour arriver chez nous. Iront-ils jusqu'à ouvrir les portes de l'enfer sur notre monde ? Ou les portes du paradis ?



A ma connaissance, le seul document scientifique de référence qui explique clairement comment on peut manipuler les extra-dimensions est celui-ci. Il a été rédigé par d'éminents

scientifiques de l'Acquisition Threat Support (groupe chargé d'identifier les menaces) pour le compte de la DIA.

La Defense Intelligence Agency (DIA) est placée sous l'autorité du Directeur du renseignement national des Etats-Unis. Ses activités sont comparables au GRU en Russie, la Direction du Renseignement militaire en France, et l'Aman en Israël. Ses 16.500 employés travaillent sur l'acquisition et l'analyse de toutes sortes de données scientifiques et militaires provenant de partout dans le monde pour produire des renseignements à destination du président des Etats-Unis et du Conseil de Sécurité Nationale. Elle répond aux besoins du secrétaire à la Défense, du comité des chefs d'état-major interarmées, des commandements de combat unifiés.

La DIA délivre aux décideurs des documents tels que celui-ci, qui leur permet de prendre un avantage stratégique dans la connaissance de ce qui se prépare. Si vous ne devez lire qu'un seul document pour avoir plus d'information (que celui que vous avez déjà en main) sur l'art et la manière de manipuler les extra-dimensions, lisez-le. Et sachez qu'il date déjà de 15 ans, car il y a certainement de nouvelles versions plus décoiffantes, mais malheureusement elles sont classifiées.

