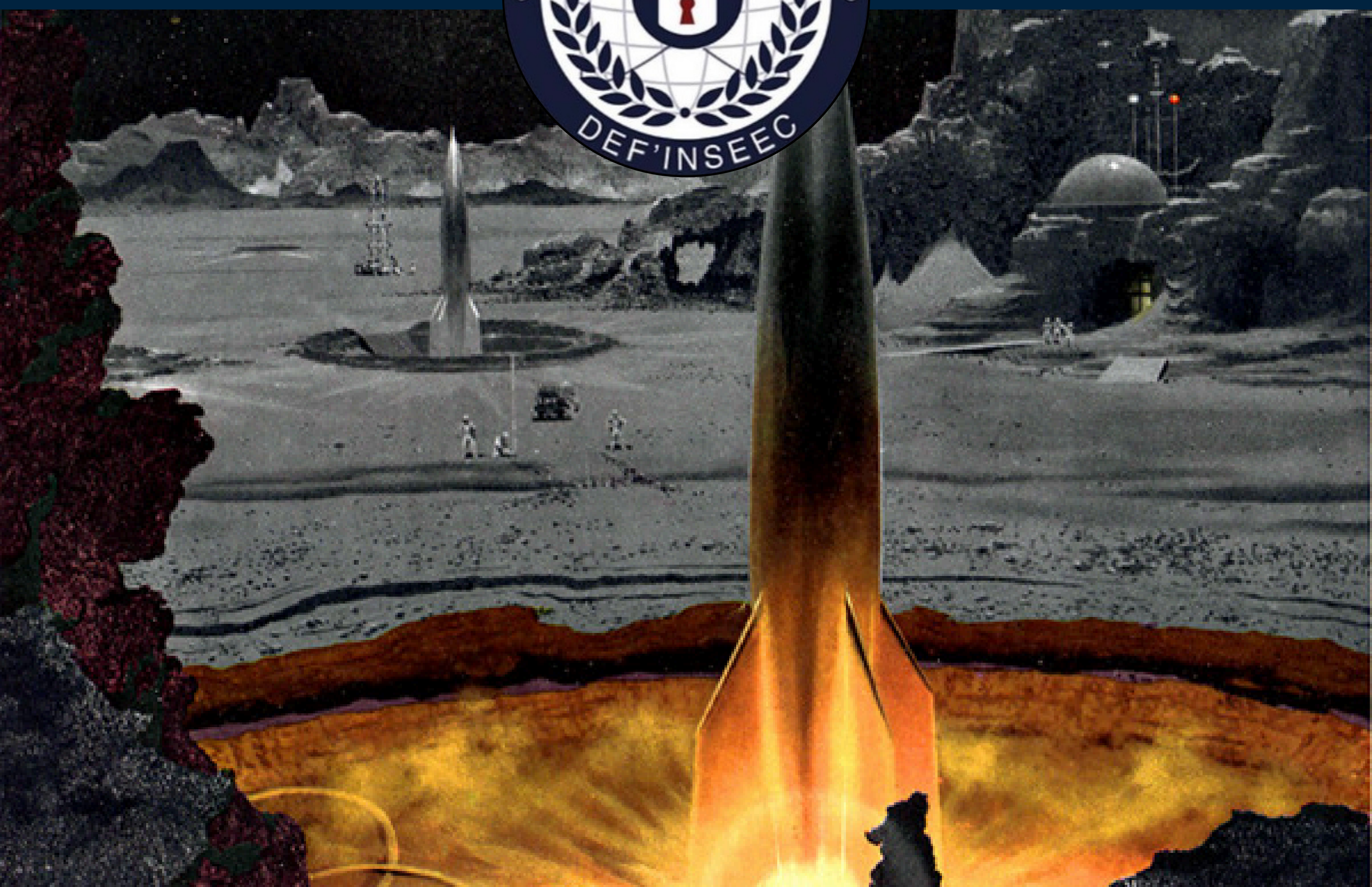


# LES PROJETS SPATIAUX ABANDONÉS

CAMILLE DEPOL  
KERIAN HUERTAS  
27 NOVEMBRE 2024



Crédit photo : ATOMIC ROCKETS

[DEFINSEEC.COM](http://DEFINSEEC.COM)

[DEFINSEEC@GMAIL.COM](mailto:DEFINSEEC@GMAIL.COM)

07 83 51 70 94

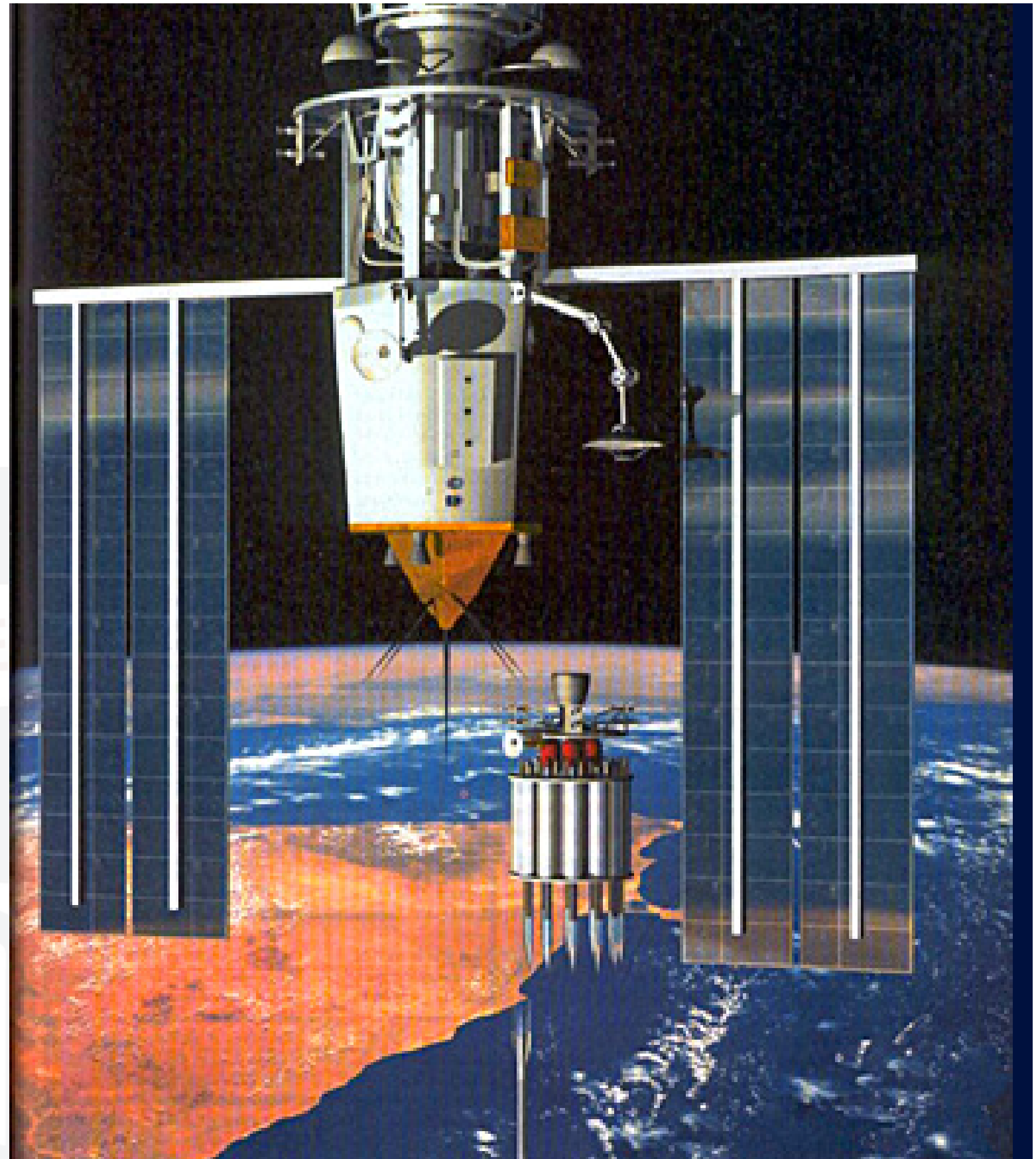
## PARTIE I : LE PROJET RODS OF GOD (SATELLITE ESPACE).

### 1. Présentation / Origines et concept

Le projet "Rods from God" (Lance de Dieu) est un concept d'arme spatiale cinétique développé pendant la Guerre Froide. L'idée consiste à placer en orbite des satellites contenant de longues tiges de tungstène, mesurant environ 6 mètres de long et 30 cm de diamètre. Les origines de ce concept remontent aux années 1950, lorsque Jerry Pournelle, alors chercheur chez Boeing, a imaginé l'utilisation de frappes orbitales cinétiques. Le projet a ensuite été affiné dans les années 1970 et 1980, notamment à travers les collaborations de science-fiction de Pournelle avec Larry Niven.

Le concept s'inspire des projectiles "Lazy Dog" utilisés pendant la guerre du Vietnam, de simples morceaux de métal largués à haute altitude. L'innovation réside dans l'utilisation de l'orbite terrestre comme plateforme de lancement, permettant aux projectiles d'atteindre des vitesses hypersoniques en pénétrant dans l'atmosphère.

Le principe de fonctionnement est simple : les tiges de tungstène seraient larguées depuis l'espace et atteindraient des vitesses proches de Mach 10 avant l'impact. L'énergie cinétique libérée serait comparable à une explosion nucléaire, mais sans retombées radioactives (à préciser que l'intensité de l'explosion varie avec les facteurs de vitesse de l'objet dans son déplacement donc plus de vitesse = plus de puissance).



Petit point de définition sur ce qu'est le "Tungstène": Le tungstène, aussi appelé "Wolfram" est considéré comme étant le métal le plus puissant sur terre. Sa température de fusion monte au-delà de 3420° degrés, de plus, la stabilité thermique et le module d'élasticité élevés du matériau donnent au tungstène une grande résistance au fluage. Ce qui fait de lui le matériel essentiel et le plus adapté pour la réalisation de ce projet.

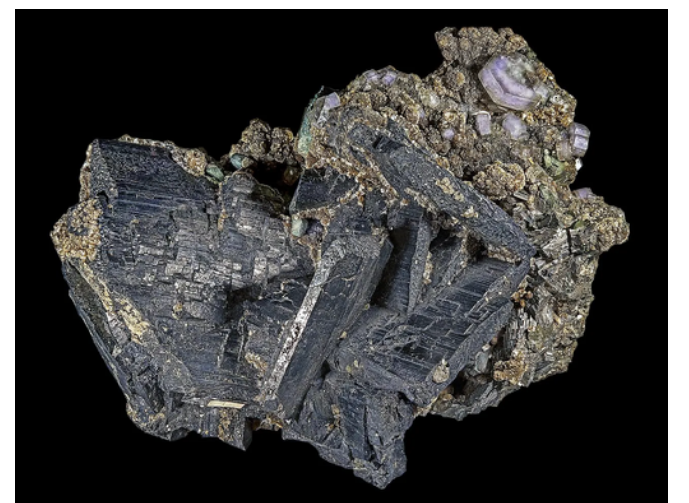
<-- TUNGSTÈNE SUR LE TABLEAU PÉRIODIQUE  
DES ÉLÉMENTS PÉRIODIQUE

<b>Tungstène</b>	
+6 770,0	<b>74</b>
+5 2,36	
+4	<b>W</b>
0	
-1	
-2	
-4	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>
183,84 ①	



TUNGSTÈNE

MINÉRAI DE TUNGSTÈNE -->



# LES PROJETS SPATIAUX ABANDONNÉS

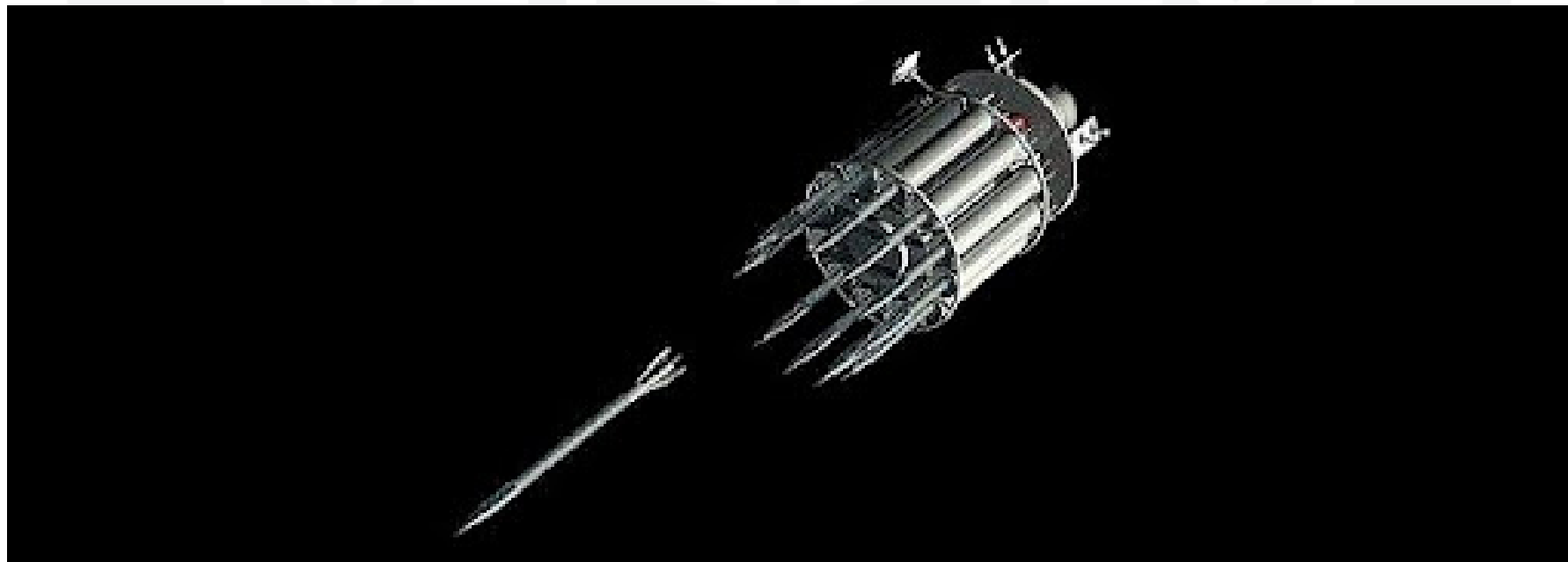
Le projet a été sérieusement étudié par l'armée américaine, notamment dans le cadre de l'Initiative de Défense Stratégique (IDS) lancée par le président Reagan, surnommée "Guerre des étoiles" (cf. p. 11). Bien que largement théorique, le concept a fait l'objet de recherches approfondies dans les années 2000, avec des études de faisabilité menées par l'US Air Force.

## **2. Impact stratégique et potentiel dissuasif**

Le projet "Rods from God" représente en effet un enjeu stratégique considérable et un potentiel dissuasif important, malgré les controverses qu'il soulève.

**Stratégiquement, cette arme offrirait 4 points importants :**

- **La précision** : Théoriquement, elle pourrait atteindre des cibles avec une grande exactitude, minimisant les dommages collatéraux, mais on ne peut pas prévoir ni diriger la frappe, si un problème survient ou rentre en contact avec un objet en orbite, il n'y aurait aucune possibilité de calibrer le tir.
- **La puissance** : L'énergie cinétique libérée à l'impact serait comparable à une petite arme nucléaire, sans les effets radioactifs son impact serait encore bien plus puissant qu'une bombe nucléaire actuelle, elle anéantirait un pays tel que les États-Unis en un claquement de doigts.
- **Une rapidité d'action** : Capable de frapper n'importe quel point du globe en moins de 15 minutes, elle surpasserait les missiles balistiques intercontinentaux en termes de réactivité.
- **La discrétion** : Sans signature de lancement détectable depuis le sol, elle permettrait des frappes surprises. De plus, les projectiles sont indétectables et aucune possibilité sonore de prévoir l'impact, ce qui rend cette arme imbattable en matière de discrétion.



Le potentiel dissuasif de cette arme serait considérable. Sa simple existence pourrait dissuader les adversaires potentiels, sachant qu'ils pourraient être frappés à tout moment, sans avertissement. Cependant, **le projet soulève des questions juridiques et éthiques**. Bien qu'il n'utilise pas d'explosifs ou d'armes de destruction massive, il est considéré comme une violation de l'esprit du **Traité de l'espace de 1967**. Ce traité interdit le placement d'armes nucléaires ou d'autres types d'armes de destruction massive en orbite.

Malgré cela, des tentatives ont été faites pour développer ce concept, mais elles se sont heurtées à des obstacles techniques et politiques. Les **États-Unis** ont exploré cette idée, mais n'ont jamais officiellement confirmé son développement actif, en partie à cause des implications diplomatiques et des accords internationaux.

Cependant, en Europe, le projet a suscité des **inquiétudes**. Bien qu'il n'y ait pas d'accords européens spécifiques violés par ce concept, il va à l'encontre des efforts de l'Union européenne pour prévenir une **course aux armements dans l'espace**.

Bien que le projet "Rods from God" offre un **potentiel stratégique et dissuasif** très important, il soulève des questions éthiques et juridiques très complexes et va à l'encontre des traités signés, ce qui a contribué en grande partie à limiter son développement concret.

## 3. Pourquoi le projet n'a-t-il pas abouti ?

Malgré son potentiel stratégique impressionnant, le projet "Rods from God" n'a jamais dépassé le stade conceptuel. Cet échec peut s'expliquer au travers de 7 points distincts :

**Coût prohibitif** : Le lancement en orbite de projectiles massifs en tungstène serait extrêmement onéreux. Les estimations suggèrent que chaque "lance" coûterait plusieurs centaines de millions de dollars à mettre en orbite, rendant le projet économiquement peu viable.

**Défis techniques** : La précision du guidage et le contrôle de la rentrée atmosphérique posent des problèmes techniques complexes. Maintenir la stabilité et la précision d'un projectile lors de sa descente à vitesse hypersonique reste un défi majeur.

**Limitations pratiques** : Le nombre de projectiles pouvant être mis en orbite serait limité, réduisant l'utilité pratique du système en cas de conflit prolongé.

**Contraintes juridiques** : Bien que le concept n'enfreigne pas directement le traité sur l'espace extra-atmosphérique, il soulève des questions juridiques et diplomatiques significatives. Son déploiement pourrait être perçu comme une militarisation de l'espace, provoquant des tensions internationales.

**Risques de débris spatiaux** : L'utilisation de tels systèmes augmenterait considérablement la quantité de débris en orbite, posant des risques pour les autres satellites et activités spatiales.

**Alternatives plus efficaces** : Les progrès dans d'autres technologies militaires, comme les missiles hypersoniques ou les drones, offrent des capacités similaires à moindre coût et avec moins de complications.

**Opposition politique** : Le concept a rencontré une opposition significative, tant au niveau national qu'international, en raison de ses implications pour la stabilité stratégique mondiale.



source: AD noctem media



Source: Medium

La combinaison de ces 7 facteurs ont conduit à l'abandon du projet. Les ressources et les efforts ont été réorientés vers des systèmes d'armement plus réalisables et moins controversés, mais malgré tout il reste toujours l'idée qu'à l'avenir ce projet refasse surface.

## PARTIE II : LE PROJET A119 (BOMBE NUCLÉAIRE)

### 1. Origines et but du projet

Le projet A119, également connu sous le nom de "A Study of Lunar Research Flights", était un projet secret développé par l'United States Air Force à la fin des années 1950. L'objectif principal de ce projet audacieux était de faire exploser une bombe à hydrogène sur la surface lunaire.

Ce concept est né dans le contexte tendu de la Guerre froide, alors que les États-Unis et l'Union soviétique se livraient une course effrénée pour la suprématie spatiale. Le projet A119 a été conçu en réponse directe au lancement réussi du satellite Spoutnik 1 par l'URSS en octobre 1957, qui avait sérieusement ébranlé la confiance américaine.

L'idée derrière ce projet était de créer un spectacle visuel impressionnant visible depuis la Terre. La bombe devait exploser sur la "ligne terminatrice" de la Lune, c'est-à-dire la frontière entre sa face éclairée et sa face sombre. Cette localisation stratégique aurait permis de maximiser la visibilité de l'explosion depuis notre planète, en particulier depuis le territoire soviétique.

Le projet A119 a mobilisé des scientifiques de renom, dont le physicien Leonard Reiffel, qui dirigeait l'étude, et le jeune Carl Sagan, qui a contribué aux calculs sur les effets d'une explosion nucléaire dans un environnement à faible gravité.

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, l'explosion n'aurait pas produit le champignon atomique caractéristique des essais nucléaires terrestres, en raison de l'absence d'atmosphère sur la Lune. À la place, elle aurait créé un flash lumineux intense et un vaste nuage de poussière lunaire.

Il est important de noter que les États-Unis n'étaient pas les seuls à envisager une telle démonstration de force. L'Union soviétique avait également son propre projet, baptisé E4, qui visait un objectif similaire.



## 2. Analyse du projet A119

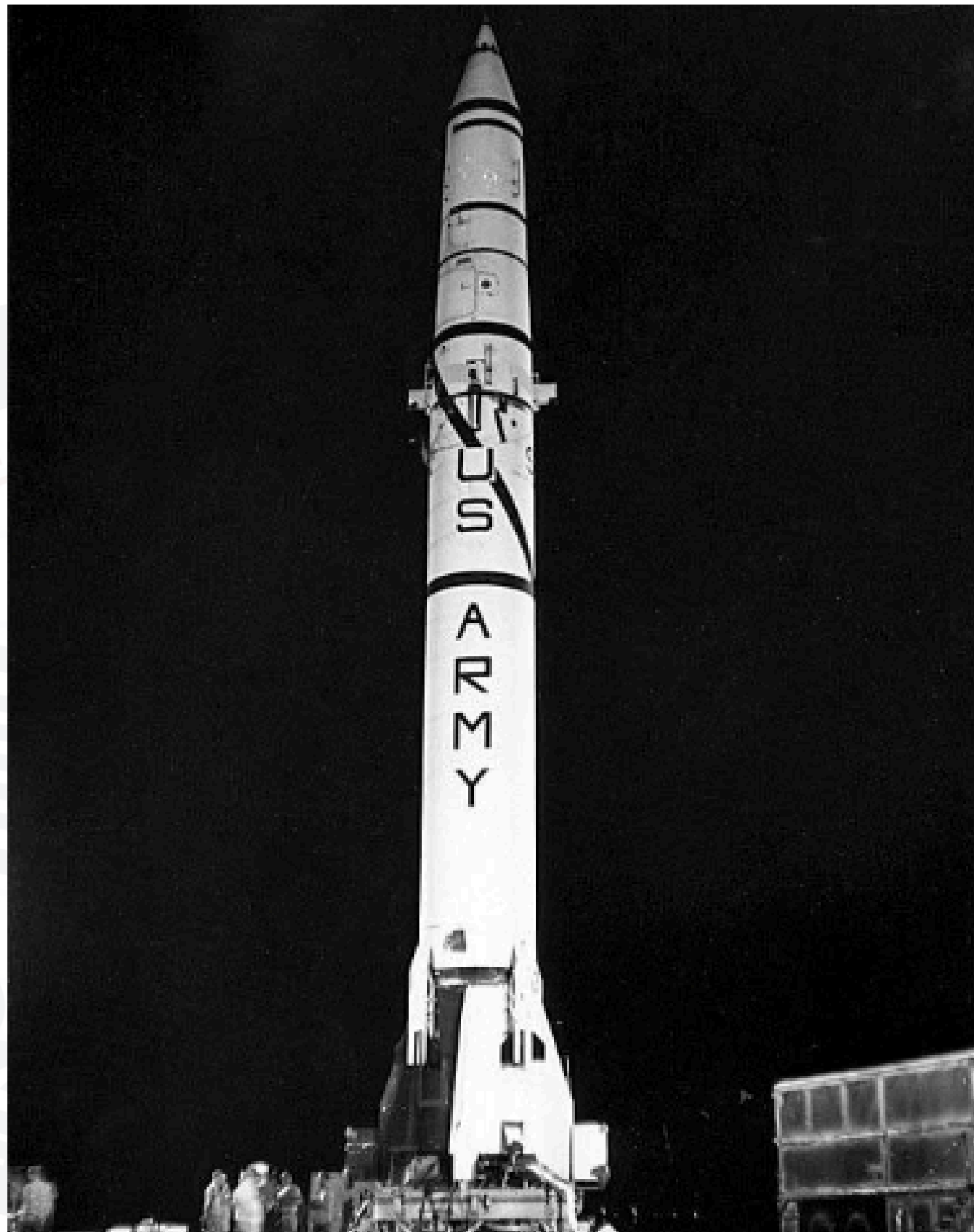
### Les Raisons de l'abandon du projet

Le projet A119 a été abandonné en janvier 1959 à cause de plusieurs facteurs regroupés en **4 points importants** :

#### a. Les Risques techniques:

**Crainte de l'échec du lancement** : Le projet impliquait le lancement d'une bombe nucléaire vers la Lune. Un échec du lancement aurait pu entraîner la chute de la bombe sur Terre, avec des conséquences catastrophiques. La possibilité que la bombe tombe sur le territoire américain ou celui d'un allié était particulièrement préoccupante. Les technologies de lancement de l'époque n'étaient pas encore suffisamment fiables pour garantir un succès sans faille.

**Complexité technique** : La complexité technique du projet, qui nécessitait une précision extrême pour atteindre la Lune sans incident, ajoutait une couche supplémentaire de risque. Les ingénieurs et scientifiques impliqués étaient conscients des défis techniques considérables et des marges d'erreur potentiellement fatales.



#### b. Les Réactions de l'opinion publique :

**Controverse publique** : Le projet A119 était hautement controversé en raison de son caractère militaire et de ses implications éthiques. Les autorités craignaient que le public, tant aux États-Unis qu'à l'étranger, ne réagisse négativement à une telle démonstration de force. Un rejet massif de la part des citoyens aurait pu entraîner des protestations, des manifestations et une perte de soutien politique.

**Impact sur la réputation** : Les autorités étaient également préoccupées par l'impact potentiel sur la réputation des États-Unis. Une telle action aurait pu être perçue comme une provocation agressive, nuisant à l'image du pays sur la scène internationale et compromettant ses relations diplomatiques.

## 3. Évolution des priorités :

**Objectif de l'alunissage :** À la fin des années 1950, la réalisation d'un alunissage est devenue un objectif plus valorisant et moins risqué pour démontrer la supériorité technologique des États-Unis. Le programme Apollo, lancé en 1961, visait à envoyer des astronautes sur la Lune et à les ramener sains et saufs sur Terre. Cet objectif était perçu comme plus pacifique et scientifiquement bénéfique, tout en étant tout aussi impressionnant sur le plan technologique.



*La mission Apollo 11, première mission lunaire habitée, a été lancée depuis le centre spatial Kennedy, en Floride, via le lanceur Saturn V développé par le Marshall Space Flight Center (MSFC) le 16 juillet 1969 (Public Domain Dedication)*

**Changement de stratégie :** La course à l'espace entre les États-Unis et l'Union soviétique a conduit à un changement de stratégie. Plutôt que de se concentrer sur des démonstrations de force militaire, les États-Unis ont choisi de se focaliser sur des missions scientifiques et exploratoires, qui étaient non seulement moins risquées mais aussi plus susceptibles de gagner le soutien de l'opinion publique et de la communauté internationale.

## 4. Considérations éthiques :

**Inquiétudes environnementales :** Des scientifiques impliqués dans le projet, comme Léonard Reiffel, ont exprimé des inquiétudes concernant les conséquences environnementales d'une explosion nucléaire sur la Lune. La contamination radioactive aurait pu compromettre de futures missions scientifiques et les projets de colonisation lunaire.

**Utilisation militaire de l'espace :** L'utilisation de la Lune à des fins militaires soulevait des questions éthiques fondamentales. Les scientifiques et les décideurs politiques étaient conscients des implications morales et des précédents dangereux que cela pourrait créer. L'espace était vu comme un domaine de coopération internationale et de recherche scientifique, et non comme un champ de bataille.

**Responsabilité des nations :** Le projet A119 aurait soulevé des questions sur la responsabilité des nations dans l'exploration spatiale. L'utilisation de la Lune pour des démonstrations de force militaire aurait pu être perçue comme une violation des principes de paix et de coopération internationale, mettant en danger la stabilité mondiale.

**Pour conclure sur ce projet,** l'abandon du projet A119 était le résultat d'une combinaison de facteurs techniques, politiques, éthiques et stratégiques. Les risques techniques et les considérations éthiques, couplés à la réaction potentielle de l'opinion publique et à l'évolution des priorités nationales, ont conduit à la décision de mettre fin à ce projet.





# LES PROJETS SPATIAUX ABANDONNÉS

## 3. Principe de fonctionnement

La propulsion devait reposer sur la détonation en série de bombes nucléaires, tel un pétard fait s'envoler une boîte de conserve. Initialement, l'idée semble totalement absurde. En premier lieu, une explosion nucléaire risquerait de totalement obliterer le vaisseau et ne propulserait que ses fragments. En outre, les radiations émises par l'explosion seraient extrêmement nocives pour l'équipage.

Toutefois, il faut considérer que les bombes employées, appelées unités d'impulsion, diffèrent dans leur conception des têtes nucléaires employées dans les armes nucléaires. En outre l'architecture du vaisseau est faite pour absorber le choc de l'explosion.

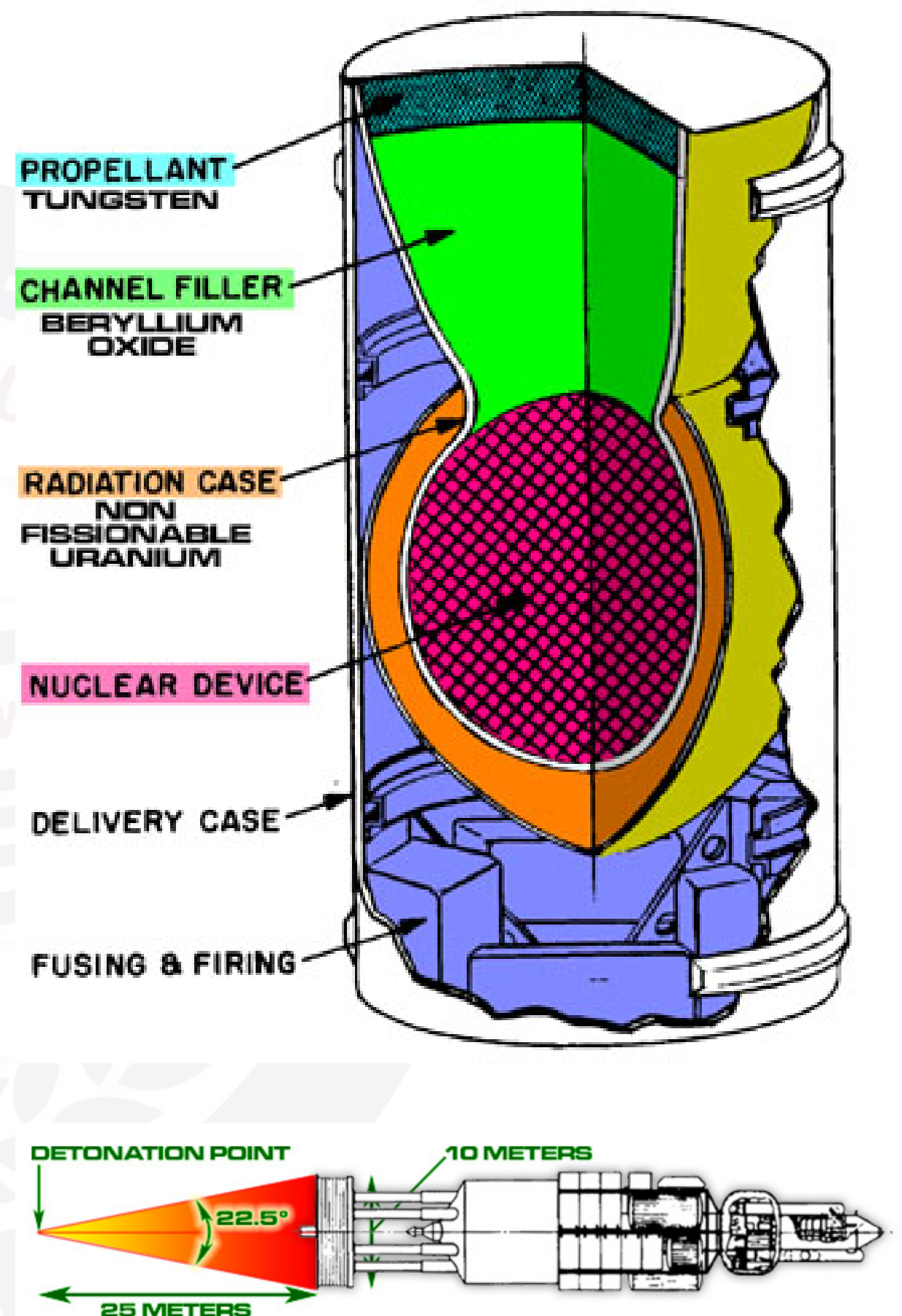
### Unité d'impulsion et poussée :

Lors de l'explosion d'une munition nucléaire, l'énergie est libérée sous forme de rayonnements qui seront absorbés par l'atmosphère. Il en résulte une montée rapide de la température qui crée à partir de l'air environnant, une vaste boule de plasma émettant elle-même des rayons très énergétiques à l'origine du flash aperçu. La chaleur dégagée va faire s'étendre la boule de plasma qui en comprimant l'air ambiant va générer une puissante onde de choc.

Dans le vide spatial, une munition nucléaire ne peut exploiter l'atmosphère afin de provoquer une onde de choc. Seules les radiations émises lors de la réaction se propageraient, n'apportant qu'une poussée limitée. Ainsi, les scientifiques du projet Orion ont développé leurs "Unités d'Impulsion" (ci-contre) d'une manière différente qu'une bombe nucléaire classique.

Le cœur de l'unité contient une tête nucléaire conçue pour générer un maximum de rayons-X. Le système est contenu dans une coque d'uranium non-fissile, opaque aux rayons-X qui va les réorienter vers la partie ouverte à la manière d'une charge creuse. La couche d'oxyde de béryllium va transformer l'énergie transmise sous forme de rayon-X en une énergie thermique tellement intense qu'elle va transformer l'assiette de tungstène en plasma, envoyée à grande vitesse en direction de l'assiette de poussée du vaisseau. Le vaisseau est équipé d'une "assiette de poussée" va recevoir sur toute la surface le jet de tungstène dont l'impact va fournir la poussée du vaisseau.

Plusieurs modèles de charges avaient été développées, allant d'une puissance d'une kilotonne à 29kt selon le tonnage du vaisseau. L'énergie libérée lors de la détonation de chaque charge devait être récupérée à 85% pour la propulsion. L'accélération générée serait absorbée au moyen de pistons afin de ne pas mettre en danger les équipages, par exemple en envoyant valdinguer tout objet non attaché dans le vaisseau.



# LES PROJETS SPATIAUX ABANDONNÉS

## 4. Potentiel du projet :

Le projet présentait un immense potentiel au point d'être considéré comme une évolution majeure des technologies spatiales qui mettrait le système solaire à portée de l'homme. La première raison est qu'elle nous permettrait de nous affranchir de la contrainte imposée par la masse de combustible.

La capacité d'accélération d'un véhicule spatial, appelée Delta-V, est décrite par l'équation de Tsiolkovski.

$$\Delta v = V_e * \ln[ M / M_e ]$$

- $\Delta v$  = capacité totale de la deltaV du vaisseau (m/s)
- $V_e$  = vitesse du système de propulsion (m/s).
- $M$  = masse du système de propulsion à plein (kg)
- $M_e$  = masse du système de production à vide (kg)

A partir de cette équation, on voit qu'il existe deux approches pour augmenter la Delta-V d'un appareil.

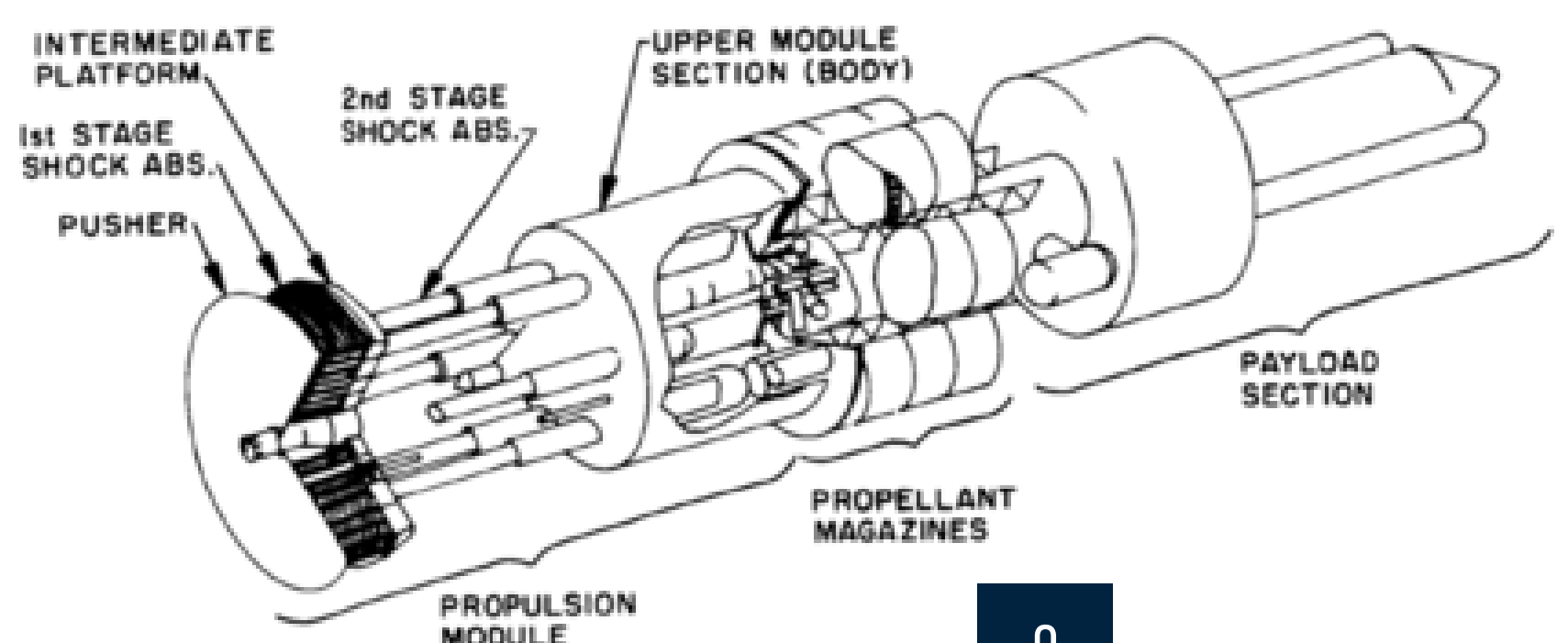
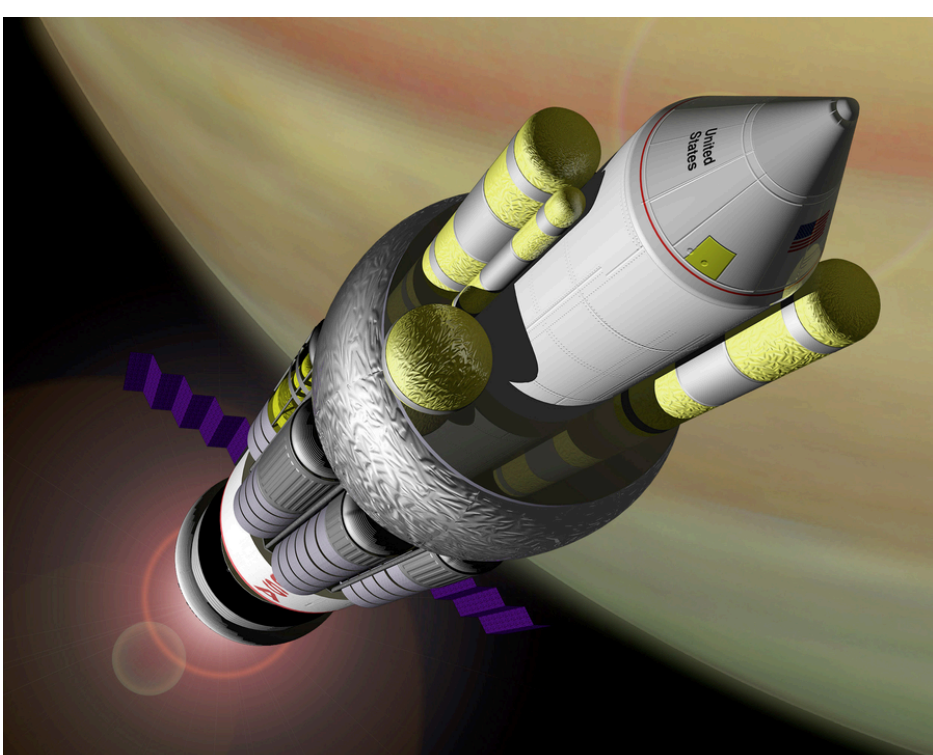
- Augmenter le ratio  $M/M_e$  : soit en réduisant  $M_e$ , par exemple avec une structure plus légère ou moins de charge utile ou, à l'inverse, en augmentant  $M$ , la masse de combustible.
- Augmenter le facteur  $V_e$  : en faisant s'éjecter les ergols à une plus grande vitesse.

A ce jour, l'amélioration du facteur  $V_e$  a atteint ses limites théoriques avec deux systèmes de propulsion mis en pratiques :

- **Moteur chimique** : une réaction chimique permet d'éjecter une importante quantité de matière à une faible vitesse. Bien qu'idéal pour sortir de l'atmosphère terrestre, ce système ne présente qu'une très faible endurance car il lui faut prévoir le combustible nécessaire à accélérer le reste de la structure et du combustible restant.
- **Moteur ionique** : complet opposé du moteur chimique, le moteur propulse une très faible quantité de matière à une très forte vitesse. Si l'accélération fournie est dérisoire, la faible consommation de carburant permet de maintenir cette accélération sur la durée. Ce type de propulsion est largement favorisé pour les sondes qui peuvent opérer durant des années, par contre, l'envoi d'une mission habitée serait irréalisable de par les temps de trajets.

L'emploi de la propulsion orion permettrait de s'affranchir des contraintes de l'équation de Tsiolkovski. D'une part, le principe d'impulsion rend caduque le facteur  $V_e$  qui dépend d'un écoulement continu de matière, tandis qu'un bâtiment Orion absorbe l'impulsion d'une série de détonations nucléaires. En outre, la masse de "carburant", les unités d'impulsions, sont beaucoup plus énergétiques que les carburants utilisés aujourd'hui ce qui permet de concevoir un vaisseau plus massif.

Le projet se distinguait par sa faisabilité, la physique des unités d'impulsion était largement maîtrisée et la conception ne différençait que peu de la conception des munitions nucléaires classiques.

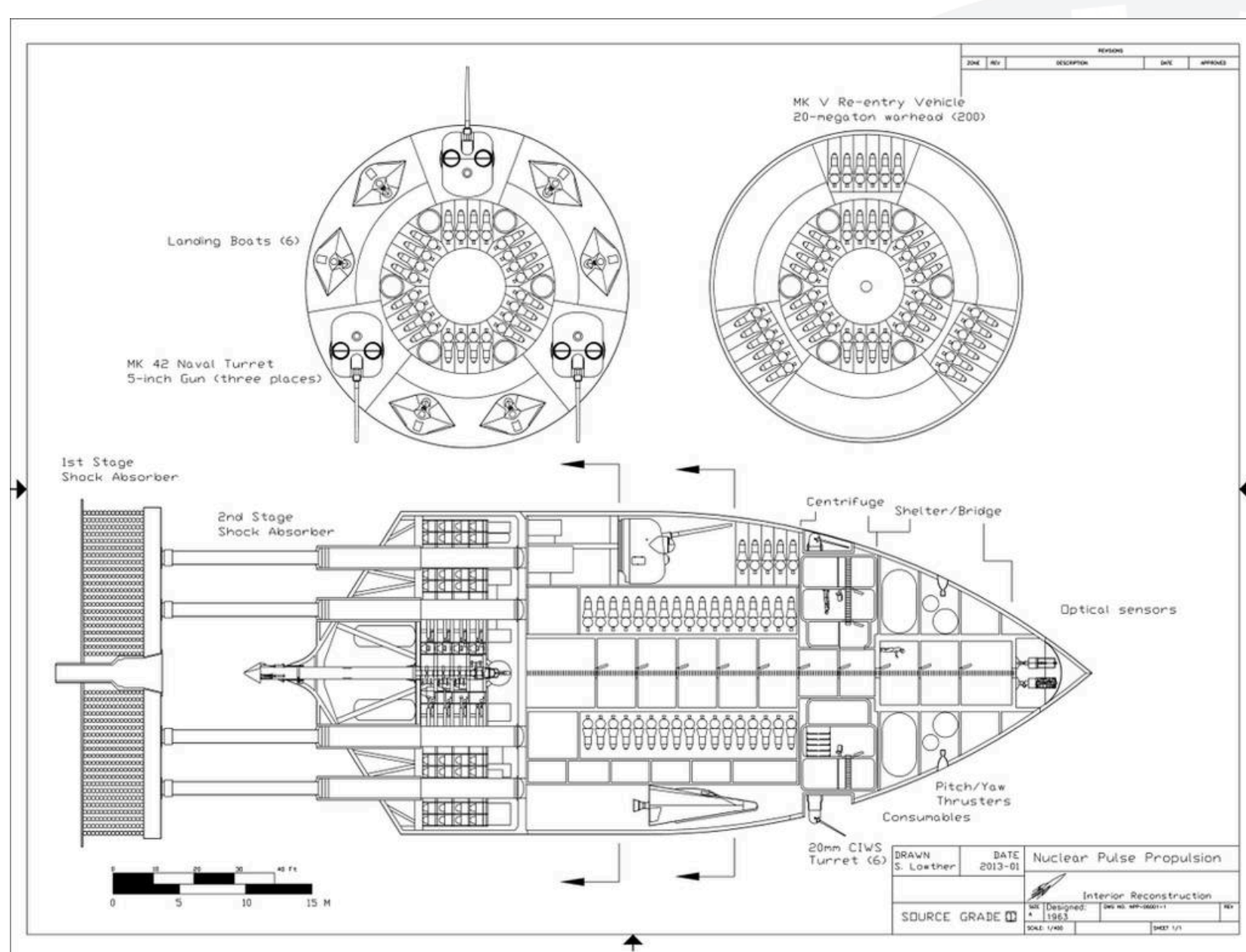


# LES PROJETS SPATIAUX ABANDONNÉS

## 5. Armement du vaisseau :

La participation de l'US Air Force au projet lui donna naturellement une dimension militaire et plusieurs plans de "cuirassés" destinés à leur Deep Space Bombardment Force furent développés. En raison des longues missions dans l'espace, les bâtiments auraient tous été dotés d'une centrifugeuse pour lutter contre les effets de l'apesanteur. Ces vaisseaux de guerre auraient également été dotés d'un impressionnant armement comprenant :

- 3 canons de marine de 127mm
- 3 tourelles CIWS de 20mm pour la défense ponctuelle
- 6 navettes pour les opérations de débarquement et de transfert à d'autres bâtiments
- 400 missiles de 20 MégaTonnes dispersés à travers 30 tubes



Enfin, le vaisseau devait également embarquer des munitions spéciales baptisées Casaba Howitzer.

Dérivées des unités d'impulsion, la plaque de tungstène avait été remplacée par un matériau de plus faible numéro atomique. Il en résultait, lors de la détonation, un jet de plasma plus étroit et vélocité. Concentrée en un point, l'énergie de cette charge était suffisante pour percer n'importe quel blindage, transmettant de surcroît ses radiations et son énergie thermique à l'intérieur du vaisseau ciblé.

## 6. Raisons d'abandon :

Tout au long de son développement, le projet ne bénéficiait que d'un soutien volatile. Lorsqu'il fut lancé, seule l'ARPA (ancêtre de la DARPA) avait l'autorité pour lancer le projet, autorité qui fut remise en question avec l'apparition de la NASA qui ne manifesta aucun intérêt envers le projet. Lorsque l'ARPA mit fin à sa participation, Taylor réussit à convaincre l'US Air Force de financer les recherches, imposant une application militaire au projet. Les plans de cette nouvelle Deep Space Bombardment Force inquiétèrent les décisionnaires de l'administration Kennedy refusèrent d'allouer les fonds à la réalisation du projet. Ainsi, en 1963, la NASA reprit le projet des mains de l'US Air Force pour que quelques mois plus tard, la signature des accords partiels d'interdiction des tests nucléaires rendent irréalisables la réalisation du projet.

L'inconvénient fondamental du projet était l'utilisation de détonations nucléaires pour sa propulsion. Malgré la promesse initiale d'ouverture du système solaire, le risque de militarisation du concept, accentué par la participation de l'Air Force n'était en aucun cas convenable avec la politique de détente mise en place et d'autant moins acceptable avec certaines des applications fantasistes et dangereuses qui prévoyaient de faire décoller le vaisseau par la détonation d'une bombe nucléaire dans l'atmosphère terrestre.

## PARTIE IV : L'INITIATIVE DE DÉFENSE STRATÉGIQUE

Lancée en 1984, l'Initiative de Défense Stratégique, également connue sous le nom de Guerre des Etoiles, portée par l'administration Reagan, devait permettre aux États-Unis de se doter d'un système d'interception contre les missiles soviétiques. Constitué d'une multitude de satellites armés, l'IDS implémentait plusieurs technologies nucléaires au sein du système Excalibur.

### 1. Principe de Fonctionnement :

Le Projet Orion avait en un sens ouvert la voie à cette technologie, en effet, l'utilisation d'un médium tel que le beryllium et le tungstène, organisé pour donner une direction à l'explosion avait démontré qu'il était possible de concevoir une "charge creuse" nucléaire

Dans le cadre d'une interception de missile balistique, cette technologie demeurait limitée. D'une part la vitesse du plasma éjecté restait insuffisante pour intercepter un missile en vol et d'autre part la dispersion de ce plasma sur la distance lui conférait une portée très réduite.

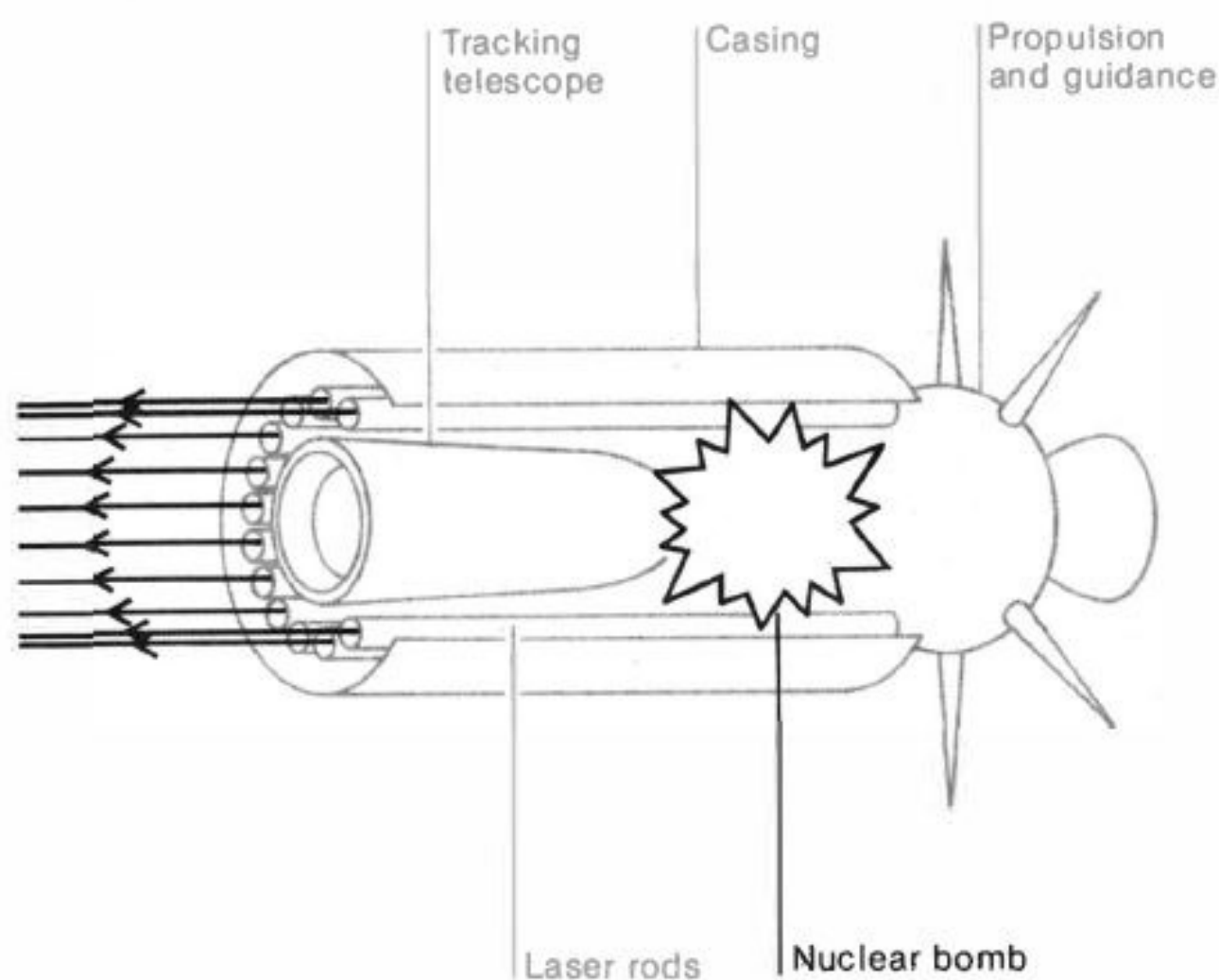
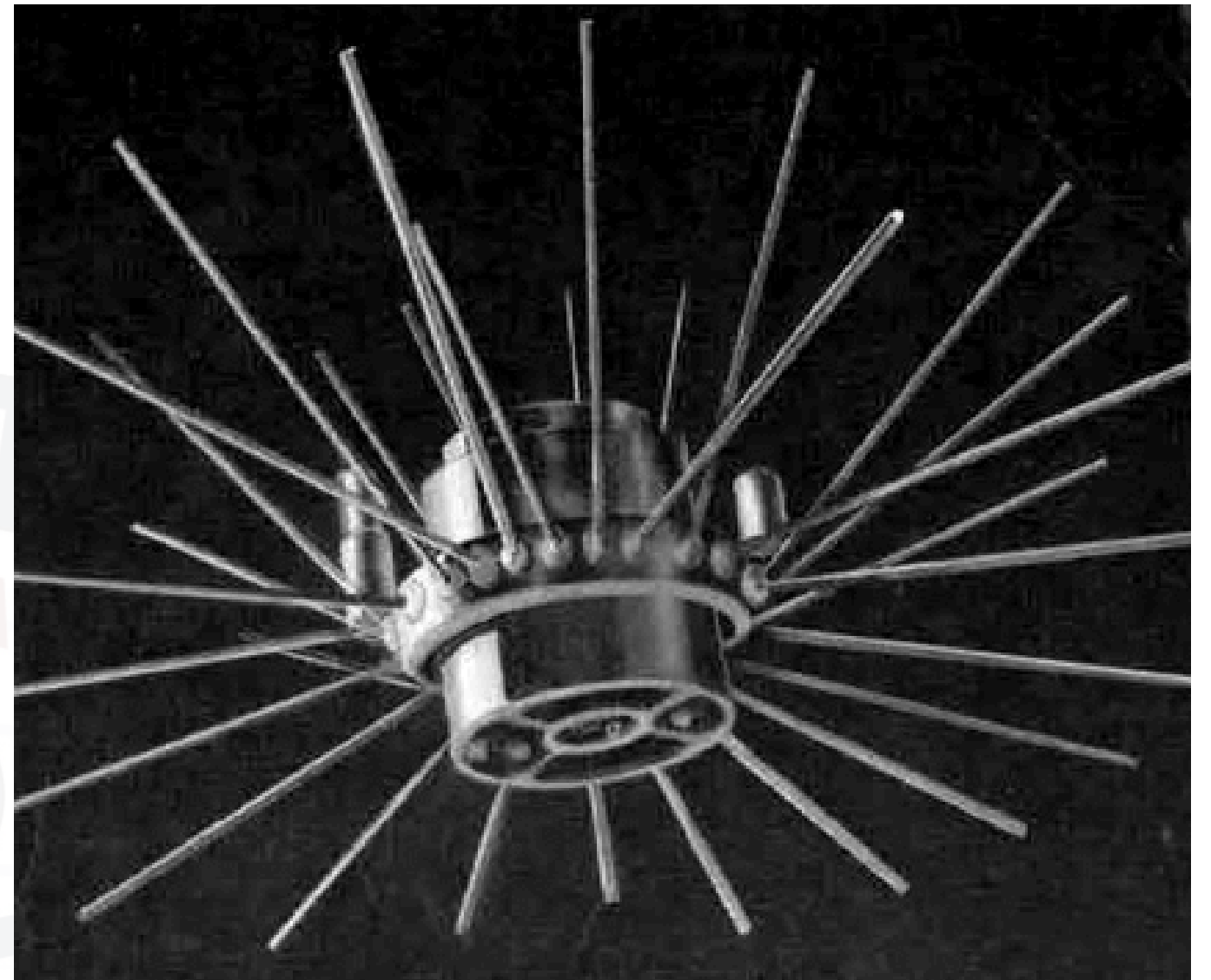


Fig.1.5 Schematic of an X-ray laser [1.25].



Afin de pallier à ces lacunes, l'utilisation de lasers hautement énergétiques fut avisée. La vitesse de ces vaisseaux ainsi que leur grande portée devait permettre d'intercepter tout missile balistique.

Appelé laser pompé par explosion (bomb pumped laser), l'engin devait incorporer une charge nucléaire dont la puissance est encore aujourd'hui classifiée. Lors de l'explosion, une partie de l'énergie libérée est convertie, à travers une série de tubes, en faisceau laser cohérents hautement énergétique. Ces tubes, capables d'être indépendamment réorientés étaient composés de matériaux lasants tels que le zinc, émettant des rayons-X d'une énergie de  $10^{12}$  joules chacun et d'une portée de 100km

### 2. Raisons d'abandon :

Bien que le projet offrait une grande réactivité et de bonnes chances théoriques d'interception, son principal défaut relevait du manque d'efficacité énergétique. Lors de l'explosion, seulement 2.5% de l'énergie pouvaient être récupérés pour générer les faisceaux de rayons-X. En outre, la portée de 100km promise demeurait très réduite et nécessitait le déploiement d'une colossale constellation de satellites si les États-Unis voulaient sérieusement se prémunir d'une attaque totale.

Au final, le projet fut lui aussi abandonné pour des raisons politiques, bien que difficilement réalisable, il ouvrait la voie à une militarisation de l'espace qui ne pouvait qu'exacerber les tensions entre les deux blocs.

# LES PROJETS SPATIAUX ABANDONNÉS

## Sources :

### Projet ORION

- Modes de propulsion : ORION, Winchell Chung, site web Atomic Rockets.
- Armes énergétiques : CASABA HOWITZER, Winchell Chung, site web Atomic Rockets.
- On a method of propulsion of projectiles by means of external nuclear explosions, Ulam/Everett, 07/1995.

### Projet GUERRE DES ÉTOILES

- Armes énergétiques : BOMB-PUMPED LASERS, Winchell Chung, site web Atomic Rockets.

### Projets RODS FROM GOD

- Rods from god : The Ultimate Kinetic Energy Weapon in Modern Warfare - *Tengri Space Mining* - 08/07/2024
- Rods from god : Kinetic and Tungsten - Mike Kalil - *YouTube*- 23/02/2024
- America's Cold War secret: exploring the rods from god space weapon concept - Barnaby Britton - *Slashgear*- 19/08/2023
- These Air Force 'Rods from God' could hit with the force of a nuclear weapon-Blake Stilwell- *Military.com*- 22/12/2020
- THOR : Orbital Weapon System, The Citizens' Advisory Council on National Space Policy, ESSAY, 1981.

### Projet A119

- Projet A119, Wikipédia.
- Le projet fou de faire exploser une bombe nucléaire sur la lune, Mark Piesing, BBC News Afrique, 13/05/2023.
- Faire exploser une bombe nucléaire sur la lune, le projet des États-Unis dans les années 50, Auriane Polge, Tom's Guide, 21/09/2021.
- Une bombe H sur la Lune : l'incroyable plan des États-Unis en temps de guerre froide, Thomas Messias, Slate, 08/05/2023.
- Le projet A119 pour atomiser la lune, Athena 21, 13/04/2020.
- Il y a 60 ans, les États-Unis voulaient lancer une bombe H sur la lune, Yohan Demeure, Sciencepost, 16/05/2023.



**SUIVEZ DEF'INSEEC SUR**

