

## MENACES HYPERSONIQUES

**Lointaines héritières des V2 allemands, les armes hypersoniques ont profité de grandes avancées technologiques. Non seulement très rapides, elles se sont faites manœuvrables, dessinant des trajectoires aussi complexes que difficilement prévisibles...**

Les armes hypersoniques ont fait irruption dans le monde médiatique lors de l'adresse annuelle de Vladimir Poutine au Parlement Russe en mars 2018, au cours de laquelle il a présenté ses nouvelles armes « invincibles » et de portée presque illimitée, rendant obsolètes selon lui toutes les défenses antimissiles grâce à leurs trajectoires imprévisibles. Cet événement, joint à des initiatives similaires ailleurs dans le monde (Chine tout particulièrement), a mis les pays occidentaux en émoi devant la possibilité de devenir irrémédiablement vulnérables en raison de l'avance prise par ces grandes nations. Mais de quoi parle-t-on exactement lorsqu'on aborde le sujet de ces armes nouvelles ? Sont-elles même si nouvelles que cela ?

Pour commencer, il faut s'entendre sur la définition d'arme hypersonique. Traditionnellement, elles sont présentées comme des objets se déplaçant à plus de cinq fois la vitesse du son (on dit qu'elles se déplacent à plus de Mach 5, Mach 1 étant égal à environ 340 m/s), mais la réalité physique est plus complexe même si le raccourci est recevable. Les scientifiques ont donc rencontré la nécessité d'isoler ce régime de vitesse du simple supersonique en raison de l'apparition de nombreux phénomènes nouveaux comme l'ionisation de l'air.

### Une technologie pas si nouvelle

Des armes hypersoniques, il en existe en fait depuis très longtemps. Ce sont les têtes militaires des systèmes stratégiques déployés par plusieurs nations et équipant des sous-marins lanceurs d'engins ou missiles en silo. Les portées de ces systèmes imposent de leur communiquer des vitesses très élevées : aller à 10 000 km exige par exemple une vitesse supérieure à 7 000 m/s (> Mach 20). De ce fait, la France dispose déjà d'armes hypersoniques.

Mais les trajectoires de ces objets sont effectivement très prévisibles, et leurs durées suffisamment longues (dépassant la demi-heure pour certaines) pour permettre à une défense de se préparer à les intercepter. C'est là qu'intervient l'autre qualité des armes nouvelles invoquée par V. Poutine : elles peuvent manœuvrer dans l'atmosphère, ce qui pourrait rendre leurs trajectoires moins prévisibles.

Là encore, le concept de véhicule hypersonique manœuvrable n'est pas nouveau, et pas seulement dans les applications militaires : il a notamment été mis en œuvre dans les années 1960 sur les capsules Apollo. Et même mieux : sans ces manœuvres, le retour de la Lune aurait vraisemblablement été impossible. La rentrée des capsules Apollo se fait en effet à une vitesse de l'ordre de 11 000 m/s (Mach > 30). Une rentrée directe dans l'atmosphère se terminerait soit par de trop fortes décélérations pour l'équipage (ou des flux thermiques trop importants pour la capsule) si la pente de la trajectoire était trop forte, soit par la perte de la capsule qui ressortirait de l'atmosphère sans espoir de retour si cette pente était trop faible. Les manœuvres permettent de créer un étroit couloir de rentrée (autour de 6 degrés de pente) réduisant ces risques.



Figure 1: Capsule Apollo après sa rentrée

Pour manœuvrer, on utilise les efforts aérodynamiques exercés sur la capsule par la pression de l'air. Ceux-ci se décomposent en deux forces : la traînée, qui ralentit la capsule, et la portance, force perpendiculaire à la vitesse de déplacement. Orienter cette dernière (vers la droite ou la gauche pour virer, vers le bas ou vers le haut pour accélérer ou décélérer la chute) permet d'écarter la capsule d'une trajectoire purement rectiligne. Ces manœuvres s'exécutent en faisant tourner la capsule sur elle-même grâce à des tuyères dites « de roulis ».

Le rapport de la portance et de la traînée s'appelle la finesse de l'objet. Elle a une grande importance dans le cas des objets militaires.

### Utilisations militaires

La comparaison entre objets civils et militaires s'arrête là. Les véhicules hypersoniques manœuvrables militaires sont différents sur de nombreux points : la finesse (elle dépasse 2 là où elle vaut entre 0.3 et 0.4 pour les capsules), les systèmes de pilotage, les matériaux constitutifs, etc. Dans la catégorie militaire, on distingue par ailleurs les véhicules aérobies propulsés jusqu'à leur objectif d'une part, et les véhicules de rentrée propulsés planants (*boost glide reentry vehicle*, aussi désignés de manière plus récente sous l'acronyme HGV : *Hypersonic Glide Vehicles*).

La première famille concerne des missiles classiques dans leur conception, mais complexes dans leur réalisation. Ils exigent en effet des moteurs spécifiques capables de fonctionner à ces vitesses extrêmes, dits *scramjet*, et des matériaux capables d'une part de supporter pendant très longtemps les températures élevées auxquelles les porte le frottement de l'air, d'autre part d'isoler thermiquement les composants internes. Leur portée n'en fait pas des armes stratégiques.

La seconde s'apparente aux têtes balistiques « traditionnelles », en ce sens que les têtes militaires sont lancées dans l'atmosphère puis abandonnées aux forces de gravité une fois mises à poste, mais elles en diffèrent par la trajectoire de rentrée atmosphérique. Celle-ci peut consister à rebondir une ou plusieurs fois sur l'atmosphère avant la rentrée atmosphérique proprement dite (*skip entry*). Pour les applications militaires, ce peut-être un moyen d'allonger la portée du véhicule de rentrée. Le concept a par exemple été envisagé par l'ingénieur allemand Eugen Sänger pendant la Seconde Guerre mondiale, quand il a imaginé l'*antipodal bomber* destiné à atteindre les États-Unis depuis l'Allemagne.

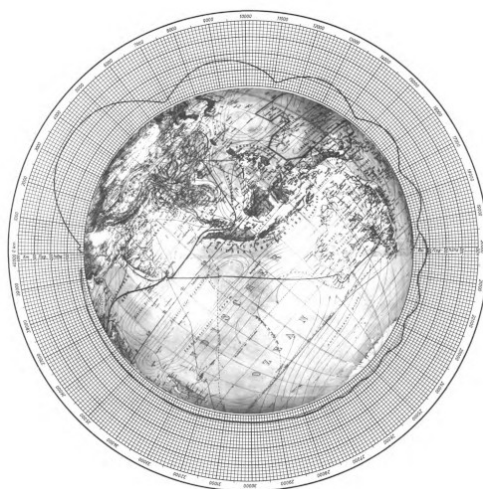


Figure 2: Trajectoire imaginée en 1944 par Eugen Sänger pour son bombardier intercontinental *Silbervogel*

Cependant, ces trajectoires présentent beaucoup d'inconvénients qui leur font préférer les trajectoires *boost glide*. Une trajectoire *boost glide* comporte trois phases : une phase de propulsion par missile classique (*boost*), une phase de rentrée atmosphérique balistique se terminant par une remontée en altitude (*pull up*), et une troisième phase de vol plané (*glide*) à altitude presque constante, dans laquelle s'équilibrent les forces centrifuges liées à la rotation autour de la Terre, la gravité et la portance. Une quatrième phase s'ajoute en fin de trajectoire pour rallier la cible, et à ce moment de nombreuses possibilités s'offrent (*plongeon terminal*, *vol basse altitude*, etc.).

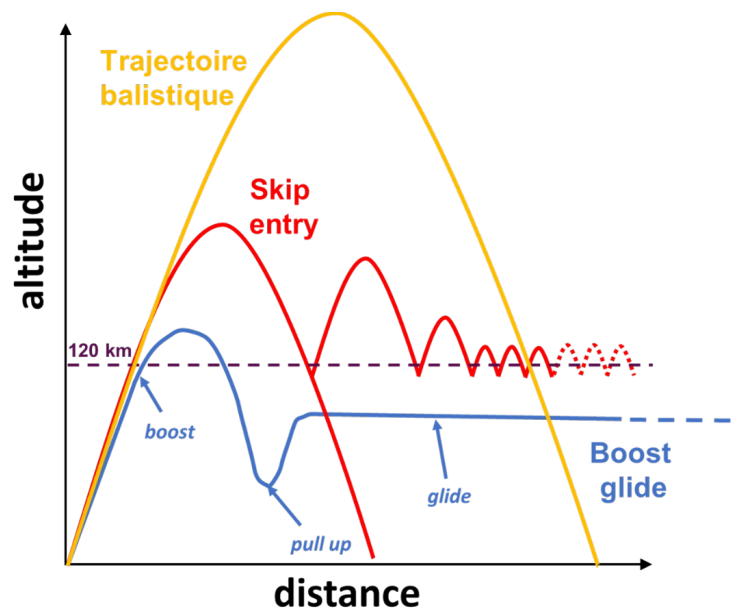


Figure 3: Différentes trajectoires envisageables pour les charges militaires des missiles à longue portée. La trajectoire balistique est celle que suivent les ogives emportées par les missiles stratégiques lancés depuis les sous-marins nucléaires de la marine française.

À vitesse initiale constante, une trajectoire *boost glide* peut, sur le papier, augmenter la portée d'une tête de plusieurs milliers de kilomètres par rapport à une trajectoire balistique classique.

Mais ce n'est pas leur seule vertu. La phase planée se déroule en effet à des altitudes de l'ordre de 40 km à 60 km, soit beaucoup plus bas que les trajectoires balistiques (plusieurs centaines de km), ce qui met ces objets très longtemps en dessous de l'horizon radar des cibles et réduit potentiellement le temps de réaction entre détection et interception.

L'altitude de la phase planée dépend de nombreux paramètres. La vitesse et la finesse sont parmi les plus importants : plus ces paramètres sont élevés, plus le véhicule volera haut. De ce fait, et en raison de la raréfaction de l'air, il sera moins freiné et arrivera plus rapidement sur la cible, ou pourra aller plus loin. Pour la même raison, il recevra moins de flux de chaleur.

Autre aspect important : comme toute la phase *glide* s'effectue dans l'atmosphère et que ces têtes ont une capacité de manœuvre par conception, il y a la possibilité d'opérer des manœuvres d'évasive susceptibles de compliquer la tâche des défenseurs.

Cette conjonction de caractéristiques des trajectoires boost glide, vitesse hypersonique, allongement de portée, altitude de vol faible, manœuvres d'évasives, dresse le tableau d'une arme qui commence à ressembler au portrait robot des armes esquissé par V. Poutine dans son adresse de 2018.

S'il est difficile d'aller plus loin dans le rapprochement, des informations beaucoup plus précises et tout à fait officielles circulent sur des systèmes comparables en cours de déploiement dans le monde. Aux États-Unis notamment, le système sol-sol LRHW (Long Range Hypersonic Weapon) de l'US Army emporte une tête dite C-HGB (Common Hypersonic Glide Body) qui devrait être également installée dans un avenir proche sur des destroyers de la classe Zumwalt. L'emport sur sous-marin nucléaire d'attaque est également dans les plans. La portée de ces armes serait supérieure à 3000km, mais n'atteindrait pas les valeurs des armes stratégiques courantes. Officiellement, ces systèmes ne comportent que des charges explosives classiques.

Ces armes, que l'on peut finalement qualifier de nouvelles dans la mesure où d'immenses progrès technologiques ont permis de rendre opérationnels des concepts malgré tout anciens et ayant fait l'objet de nombreux programmes expérimentaux, ont indubitablement apporté des bouleversements dans la compétition géostratégique entre nations. Mais la portée réelle des changements de rapports de force qu'elles impliquent reste, elle, plus compliquée à déterminer.

#### *Addendum*

Cet article est une version légèrement retravaillée d'un article paru pendant l'été 2025 dans la revue [Actualité Nouvelle Aquitaine](https://actualite.nouvelle-aquitaine.science/publication/n-140-de-la-guerre/)<sup>1</sup>. Une [version augmentée](https://www.hyfar-ara.org/armes-et-missiles-hypersoniques/)<sup>2</sup> est en ligne sur le site de l'association HyFAR-ARA.

---

<sup>1</sup> <https://actualite.nouvelle-aquitaine.science/publication/n-140-de-la-guerre/>

<sup>2</sup> <https://www.hyfar-ara.org/armes-et-missiles-hypersoniques/>