

Armes hypersoniques : quels enjeux pour les armées ?

Joseph HENROTIN

► Points clés

■ En quelques années les planeurs et les missiles de croisière hypersoniques sont devenus de nouveaux marqueurs de puissance militaire, s'inscrivant dans le retour de la compétition stratégique entre États.

■ Alternative aux missiles balistiques ou de croisière « classiques », les armes hypersoniques combinent les avantages de la vitesse et de la manœuvrabilité pour traverser les systèmes de défense antimissiles de théâtre et de défense de territoire, et atteindre des objectifs dans la profondeur adverse ou en mer.

■ Bien que des incertitudes demeurent quant à la soutenabilité budgétaire de telles armes, l'arrivée à maturité progressive des technologies hypersoniques rend inéluctable la diffusion de tels systèmes au sein des grandes puissances. Elles modifieront en profondeur le caractère des opérations militaires futures, en contraignant notamment les cycles de décision et les architectures de commandement.

INTRODUCTION

Depuis les années 2010, les systèmes hypersoniques sont de plus en plus souvent évoqués tant dans les médias généralistes que dans la presse spécialisée. Étant capables de manœuvrer à une vitesse supérieure à cinq fois la vitesse du son (Mach 5, soit plus de 6 000 km/h), leurs types et leurs missions sont variés. Ils deviennent surtout des attributs de puissance pour les États qui les conçoivent et les mettent en œuvre, au risque d'une relance d'une course aux armements. Le but de cette note est d'éclairer leurs modes de fonctionnement, les projets en cours, mais aussi leurs usages politiques et les enjeux stratégiques qu'ils recouvrent.

LA VITESSE ET SES CONTRAINTES

Depuis l'apparition des missiles, dont les premiers entrent en service au cours de la Seconde Guerre mondiale – avec les V1 et V2 allemands mais aussi avec des avions-suicide télécommandés – leur vitesse et leur manœuvrabilité n'ont cessé d'évoluer. Elles ont notamment pour effet d'accroître la probabilité de percer les défenses adverses. Les progrès historiquement observés ont impliqué des vitesses plus importantes, hypersoniques (au-delà de Mach 5) ou dans le haut supersonique (supérieur à Mach 3) et ont confronté les ingénieurs à des défis de plus en plus complexes (propulsion, matériaux, aérodynamique, etc.). Au cours de la guerre froide, deux grandes familles de missiles ont émergé.

- **Les engins balistiques** sont aujourd'hui les seuls à pouvoir atteindre des portées dites « intercontinentales » (plus de 5 500 km, par convention de traités¹). Suivant une trajectoire parabolique, ces vecteurs ne sont propulsés que sur une partie de leur phase ascensionnelle (*boost phase*), leur permettant d'atteindre typiquement des vitesses de 7 km/s (soit Mach 20) avant un vol, à l'issue duquel la phase de rentrée est plus rapide encore, approchant généralement les 8 km/s (Mach 23²) pour un engin intercontinental. En dépit de ces vitesses élevées, la trajectoire balistique est relativement prédictible car elle est régie par les lois de la pesanteur, à l'exception notable de la phase de rentrée atmosphérique où des contraintes particulières s'appliquent.
- **Les missiles de croisière** volent dans l'atmosphère avec une propulsion constante – à l'instar d'un avion – et suivent des trajectoires manœuvrantes et moins prédictibles – parfois en « suivi de terrain » – leur permettant le cas échéant de déjouer les défenses adverses en phase finale. Leur portée est également plus réduite (moins de 2 000 km pour les plus longues, mais le plus souvent quelques centaines de kilomètres) et ils évoluent à des vitesses

1. La formule des missiles de croisière de portée stratégique, avec les *Snark* et *Navaho* américains, a finalement été abandonnée au profit des missiles balistiques stratégiques.

2. D. K. Strumpf, « Reentry Vehicle Development Leading to the Minuteman Avco Mark 5 and 11 », *Airpower History*, vol. 64, n° 3, 2017, p. 13-36.

globalement subsoniques, ou tout juste supersoniques – entre Mach 0,7 (soit environ 880 km/h) pour un missile *Tomahawk* (États-Unis) ou *Kalibr* (Russie), et jusqu'à Mach 3 pour un vecteur comme le missile nucléaire français Air-Sol Moyenne Portée Amélioré (ASMPA).

Si la plupart des systèmes supersoniques (avions ou missiles de croisière) ont une vitesse généralement comprise entre Mach 1 et Mach 3, un mobile est généralement considéré dans la littérature comme hypersonique lorsque sa vitesse dépasse Mach 5. La vitesse du son étant variable en fonction de la densité de l'air – elle-même dépendante de la température ambiante et de l'altitude – Mach 5 représente plus de 6 000 km/h en altitude³. Outre les problèmes inhérents à la propulsion, de telles vitesses posent de nombreuses contraintes, comme la pression et la friction avec l'atmosphère qui engendrent des températures extrêmement élevées – en fonction de la densité de l'air, plus de 1 800 °C sur les saillants⁴ – mettant structures et matériaux à rude épreuve, y compris dans les compartiments de l'appareil ou du missile. D'autre part, tout changement de trajectoire exerce des contraintes aérodynamiques et des forces d'accélération sur le système, mais aussi sur ses composants, lesquels doivent pouvoir continuer à fonctionner. Deux types de systèmes sont actuellement conçus :

- **Le planeur hypersonique** (HGV – *Hypersonic Glide Vehicle*) est emporté par un missile balistique à des vitesses pouvant aller jusqu'à Mach 20. Au cours de la phase ascensionnelle, le planeur se sépare de son missile pour être injecté dans la haute atmosphère (au-delà de 50 km). Il y progresse alors vers sa cible selon une trajectoire non prédictible, alternant phases balistiques et manœuvres de rebonds ou de planés. Au cours de la navigation, l'objectif est de se maintenir à des altitudes supérieures aux systèmes de défense surface-air. Alors dépourvu de propulsion active, il décélère progressivement, et d'autant plus qu'il multiplie les rebonds. S'il dispose d'une réserve d'énergie suffisante en phase terminale, il peut alors effectuer des manœuvres évasives afin d'atteindre sa cible en déjouant les systèmes d'interception adverses.
- **Le missile de croisière hypersonique** (HCM – *Hypersonic Cruise Missile*) est doté de sa propre propulsion. Celle-ci repose sur un statoréacteur (*ramjet*) ou superstatoréacteur (*scramjet*). Ce sont des types de réacteurs aérobies adaptés aux très grandes vitesses (dans le haut supersonique voire l'hypersonique pour un *ramjet*, et potentiellement au-delà de Mach 6 pour le *scramjet*) qui ne sont pas dotés de parties mobiles⁵. L'air ingéré, comprimé par la structure même du moteur, entre dans la chambre de combustion pour être mis à feu et produire la poussée⁶. Pour fonctionner, le statoréacteur doit d'abord

3. Mach 1 représente 1 000 km/h au niveau de la mer, à 0 °C.

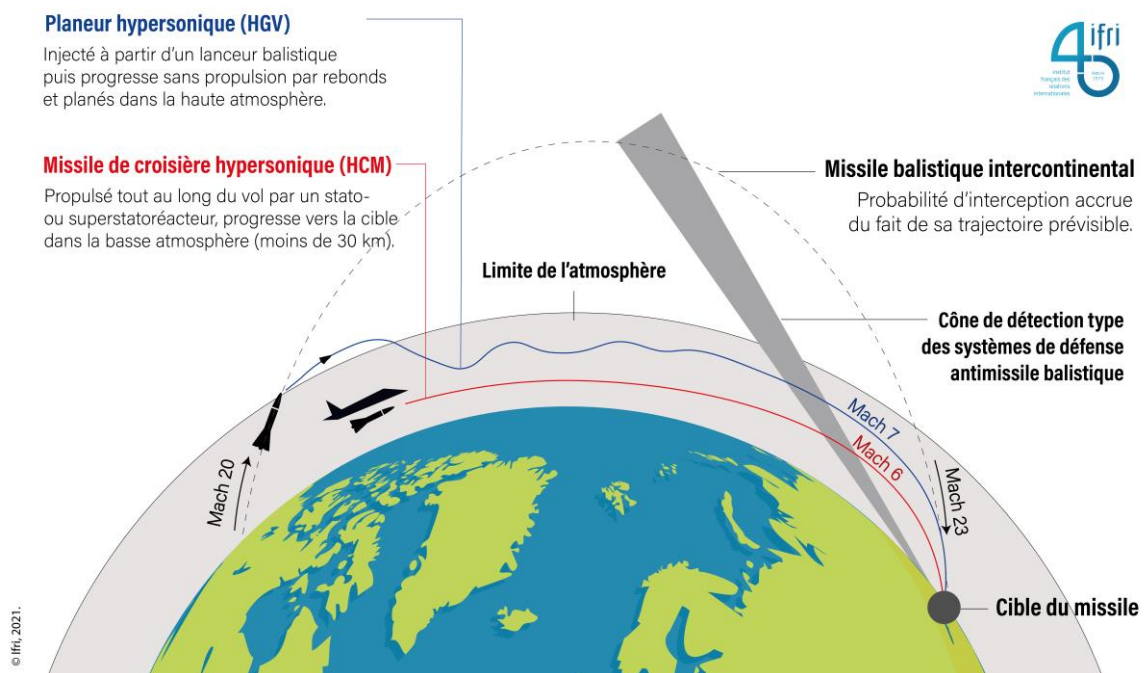
4. R. Trice, « Hot Stuff: Tackling Extreme Temperatures of Hypersonic Flight », *Medium*, 23 mars 2020, disponible sur : www.medium.com.

5. Le *ramjet* fonctionne de manière similaire mais l'air est ralenti par la structure de la chambre de combustion et y entre à vitesse subsonique. Les contraintes thermiques et physiques sur le système sont donc moindres.

6. Sur les *scramjets* : C. Segal, *The Scramjet Engine. Processes and Characteristics*, Cambridge, Cambridge University Press, 2013.

atteindre une haute vitesse, raison pour laquelle on adjoint au HCM un booster, et se maintenir à des altitudes permettant de conserver suffisamment d'oxygène pour son alimentation. Une fois en vol, le missile est capable de manœuvrer à grande vitesse, avant de plonger vers sa cible.

Trajectoires schématisées des missiles hypersoniques (HGV et HCM)



Pourquoi développer de tels systèmes ? D'une manière générale, les systèmes hypersoniques manœuvrants disposent de deux avantages par rapport aux alternatives balistiques ou de croisière « classiques ». D'une part, les HCM comme les HGV de moyenne portée ont un temps de vol plus court qu'un missile de croisière « classique » (subsonique ou bas supersonique) d'une portée équivalente. Un engin volant à Mach 6 mettrait ainsi un peu plus de quatre minutes avant de toucher une cible à 500 km, laissant peu de temps pour une réaction appropriée. D'autre part, l'imprévisibilité de la trajectoire des HGV dans les très hautes couches de l'atmosphère, ou celle des HCM dans des couches plus basses, les rend moins vulnérables aux éventuels systèmes d'interception, et ce qu'ils relèvent de la défense de théâtre ou de la défense territoriale⁷. Alors que ces systèmes pourraient proliférer au cours des années et décennies à venir – au moins les systèmes de théâtre – la technologie hypersonique est l'une des solutions pour maintenir la capacité de pénétration des défenses adverses. La trajectoire des armes hypersoniques contraint également la tâche du défenseur

7. Si les premières sont optimisées pour l'interception de missiles balistiques à courte et moyenne portée, plus aisée, les secondes doivent intercepter des engins intercontinentaux, plus rapides et interceptés plus difficilement.

parce qu'elle entretient l'ambiguïté sur la cible visée, l'empêchant ainsi de déterminer en amont le point d'impact et donc d'engager d'éventuelles mesures préventives ou de défense passive. D'un point de vue opérationnel et en fonction de la charge emportée, ce type d'armement pourrait être utile pour éliminer rapidement postes de commandement et autres systèmes névralgiques adverses, même mobiles. Les caractéristiques de ces armements leur procurent également un fort potentiel contre des groupes aéronavals ou des bâtiments de commandement.

PROGRÈS ET CAPACITÉS

Les premiers travaux sur les HCM ont été engagés en URSS dans les années 1970, notamment à travers le programme 3M25/Kh-80 *Meteorit*. Le missile devait pouvoir être lancé depuis le sol, des bombardiers ou des sous-marins, en vue de frappes nucléaires. Dans le même temps, l'Union soviétique explorait la voie des HGV. À la même époque, il était question aux États-Unis de développer des charges *Manoeuvrable Reentry Vehicle* (MaRV), avec une manœuvre des charges à la fin d'une rentrée atmosphérique, au terme d'un vol balistique. Dans les deux cas, les travaux furent pour partie suspendus avec la fin de la guerre froide parce que les capacités de pénétration des systèmes balistiques étaient alors jugées

Il est question de pouvoir frapper conventionnellement partout dans le monde en moins d'une heure

suffisantes ou que des systèmes comme le *Pershing 2* étaient en cours de démantèlement. Ils connaissent un renouveau dès le début des années 2000, en particulier en Russie pour faire face au développement des systèmes de défense exo-atmosphérique américains. En effet, la relance de la *National Missile Defense*, et la sortie des États-Unis du traité ABM (*Anti-Ballistic Missile*) en 2002, sont perçues à Moscou comme une menace à la crédibilité de la dissuasion russe. Afin de rétablir la

balance, divers projets de systèmes hypersoniques sont alors mis en avant par la Russie pour démontrer la capacité à mettre en échec les défenses antimissiles de Washington ainsi que ses capacités navales.

Aux États-Unis, la perspective est différente : dès la première moitié des années 2000, il est question de pouvoir frapper conventionnellement partout dans le monde en moins d'une heure, dans le cadre du programme *Prompt Global Strike*, rebaptisé depuis *Conventional Prompt Strike*. En Chine, les ambitions portent plutôt sur l'attaque de bases américaines et japonaises bien protégées, mais aussi sur l'interdiction de zone maritime avec des systèmes balistiques antinavires (*Anti-Ship Ballistic Missile*, ASBM) équipés d'ogives manœuvrantes (corps de rentrée avec système de pilotage aérodynamique). La réflexion sur les vecteurs hypersoniques manœuvrants s'épanouit donc, et montre une double tendance :

- **Un élargissement du spectre des missions :** l'hypersonique n'est plus uniquement envisagé dans le cadre d'une stratégie de dissuasion nucléaire, mais aussi de frappe terrestre et antinavire. Le missile russe *Zircon*, par exemple, est

d'abord conçu comme un missile antinavire permettant de couler à distance de sécurité les plus grosses unités navales, mais également de frapper des cibles terrestres. Il serait d'ailleurs susceptible d'être équipé d'une charge nucléaire ou d'une charge conventionnelle, rendant son utilisation ambiguë sur le plan stratégique. Si cette menace était avérée, elle poserait un dilemme du point de vue de la stabilité stratégique⁸.

- **Un début de prolifération parmi les grandes puissances :** la technologie des HGV, en partie issue des missiles intercontinentaux, paraît aujourd'hui la plus mature et porteuse des projets les plus susceptibles d'être opérationnalisés. Les projets de HCM, et notamment ceux reposant sur des superstatoréacteurs, dont la technologie semble encore très complexe à maîtriser, semblent en revanche plus lointains.

Ainsi, au-delà des cas américains et russes, l'Inde a annoncé dès 2010 le développement d'un démonstrateur de HCM. La Chine travaille également sur plusieurs systèmes, principalement basés sur la technologie HGV. Le Japon et la Corée du Sud ont respectivement annoncé en 2019 et 2020 le lancement de recherches concernant les HGV et HCM, qui demeurent à des stades de développement initiaux. Le Royaume-Uni a pour sa part un programme de HGV (*Tresher*) courant jusque 2023 et mené en coopération avec l'*US Air Force* (USAF), mais il ne prévoit pas aujourd'hui de capacité opérationnelle.

Les systèmes hypersoniques, un « attracteur stratégique »

En France enfin, c'est principalement autour de l'Air-sol nucléaire de 4^e génération (ASN4G), dans le cadre du renouvellement de la composante aéroportée de la dissuasion nucléaire, que se concentre le développement de ces technologies. Prévu pour succéder à l'Air-sol moyenne portée amélioré (ASMP-A) rénové à l'horizon 2035, ce HCM conçu par MBDA devrait être doté d'un superstatoréacteur, actuellement étudié par l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA). Par ailleurs, un programme de démonstrateur de HGV, le Véhicule manœuvrant expérimental (V-MAX) a également été lancé. Conçu par ArianeGroup et bénéficiant également de l'expertise de l'ONERA, il devrait connaître ses premiers vols dès cette année. *In fine*, les systèmes hypersoniques deviennent un « attracteur stratégique » : au-delà de leurs utilités militaires, ils deviennent des emblèmes de la modernisation capacitaire des États et des marqueurs de puissance.

8. A. Samaran, « Hypersonic Weapons and Strategic Stability: How Grave Is the Challenge? », *CISS Insight Journal*, vol. 8, n° 1, 2020, p. 28-47.

Les programmes d'armements hypersoniques officiellement engagés

Type	Pays	1 ^{er} vol	Type/Fonction	Remarques
DF-17	Chine	2014	HGV / Frappe terrestre (voire antinavire)	Portée supérieure à 1 500 km. Couple un booster de DF-16, et le planeur DF-ZF. Ce dernier pourrait doter des missiles balistiques intercontinentaux dans une fonction de dissuasion nucléaire – il aurait été testé sur le missile DF-5. Le DF-17 serait opérationnel depuis 2019 ⁹ .
DF-100	Chine	2018 (?)	HCM ? / Frappe terrestre, frappe antinavire évoquée	Serait opérationnel depuis 2019. Statut d'arme hypervélocité à confirmer.
<i>Long Range Hypersonic Weapon (LRHW)</i>	États-Unis	(2017*)	HGV tiré à partir d'un camion <i>Transporter Erector Launcher (TEL)</i> / Frappe terrestre	Utilise le <i>Common-Hypersonic Glide Body (C-HGB)</i> . Portée indiquée en mai 2021 comme supérieure à 2 775 km. Une première batterie doit entrer en service dans l' <i>US Army</i> à partir de 2023.
<i>Intermediate Range Conventional Prompt Strike (IRCP)</i>	États-Unis	(2017*)	HGV tiré à partir d'un sous-marin ou d'un bâtiment de surface / Frappe terrestre	Utilise le <i>Common-Hypersonic Glide Body (C-HGB)</i> . Dotera les <i>SSN Virginia</i> et possiblement en premier les bâtiments de surface classe <i>Zumwalt</i> puis <i>Arleigh Burke</i> . Annoncé comme opérationnel à partir de 2025.
<i>Air launched Rapid Response Weapon (AGM-183 ARRW)</i>	États-Unis	2021	HGV aéroporté / Frappe terrestre	L'essai début 2021 de son propulseur a été avorté et est toujours attendu. Le planeur <i>Tactical Boost Glide (TBG)</i> associé devrait être testé en 2021. Il devrait être emporté sous B-52, B-1B (jusqu'à 31 missiles), F-15EX, et selon certaines informations, sous F-35. Pourrait atteindre Mach 20 ¹⁰ . Annoncé comme opérationnel en 2023.
<i>OpFires</i>	États-Unis	np [†]	HGV / Démonstrateur	Programme mené par la DARPA et utilisant le TBG. Un temps évoqué pour la dotation de l' <i>US Army</i> , qui lui préfère le LRHW. Avenir incertain.
<i>Hypersonic Attack Cruise Missile (HACM)</i>	États-Unis	2021 (?)	HCM / Démonstrateur pour frappe terrestre	N'a toujours pas volé malgré un premier vol annoncé en 2020. L'USAF a annoncé le 27 avril 2020 son intention de lancer un programme d'armement de missile de croisière hypersonique aéroporté, pour une intégration sur ses bombardiers et sur F-15EX. Pour ce faire, elle doit lancer un prototype d'HCM en 2025.
np [†]	États-Unis / Australie	np [†]	HCM / Démonstrateur	Programme de conception, développement et essai en coopération dans le cadre du programme <i>Southern Cross Integrated Flight Research Experiment (SCIFRE)</i> annoncé en novembre 2020. Propulsion par <i>Scramjet</i> en vue de développer à

9. P. Langlois, « Armement hypersonique : des progrès notables », *Défense & Sécurité internationale*, hors-série n° 75, décembre 2020-janvier 2021, p. 96-98.

10. K. Mizokami, « The B-1 Bomber Might Start Slingshotting Hypersonic Missiles », *Popular Mechanics*, 9 avril 2020, disponible sur : www.popularmechanics.com.

				terme un HCM tiré depuis les F/A-18F, les F-35, et EA-18G australiens.
Avanguard	Russie	2014	HGV / Dissuasion nucléaire	Manœuvrerait à Mach 20+ à 100 km d'altitude. Opérationnel sur les missiles intercontinentaux RS-18 et RS-24 ¹¹ , le sera sur RS-28 <i>Sarmat</i> .
Kh47M2 Kinzhal	Russie	2018	Missile aérobalistique : missile balistique sous avion. Frappe terrestre, frappe antinavire évoquée ¹²	Atteindrait Mach 10 en phase terminale. Lancement depuis des MiG-31K ou des Tu-22M3. Opérationnel depuis 2018. Une version aux dimensions réduites, embarquée sur le chasseur Su-57, serait en développement.
3M22 Zircon/Tsirkon	Russie	2020	Probable HCM /Frappe antinavire, frappe terrestre évoquée ¹³	Atteindrait Mach 8, portée annoncée de 500 à 1 000 km. Lancement des navires de surface et des sous-marins ¹⁴ . Entrerait en service d'ici 2023.
BrahMos 2	Inde / Russie	np [†]	HCM / Frappe antinavire et frappe terrestre	Développement annoncé en 2010. Pas de vol connu à ce jour. Portée de 300 km et vitesse de Mach 7.
Hypersonic Technology Demonstrator Vehicle (HSTDV)	Inde	2020	HCM / Démonstrateur	Doté d'un <i>Scramjet</i> allumé à 30 km d'altitude, vol d'une vingtaine de secondes. Un premier essai en 2019 a été un échec.
ASN4G	France	np [†]	HCM / Dissuasion nucléaire	Anoncé au début des années 2010. Doit remplacer l'ASMP-A au sein de la composante aéroportée de la dissuasion à horizon 2035-2040.
Véhicule Manœuvrant Expérimental (V-MAX)	France	2021 (?)	HGV / Démonstrateur	Lancement officiel en janvier 2019. Réalisation confiée à ArianeGroup.
Hypersonic cruise missile	Japon	np [†]	HCM / Frappe antinavire	Développement reconnu en mai 2020 et probablement lancé antérieurement. Entrée en service annoncée à partir de 2024.
Hyper velocity gliding projectile	Japon	np [†]	HGV/Frappe terrestre	Développement reconnu en mai 2020 et probablement lancé antérieurement. Entrée en service annoncée pour 2026 (pour une première version) puis en 2028 (pour une version à plus hautes performances).

* Essai du HGV Common-Hypersonic Glide Body (C-HGB) dotant le missile.

† Non précisé.

11. « First Regiment of Avangard Hypersonic Missile Systems Goes on Combat Duty in Russia », Tass , 27 décembre 2019.

12. A. Sheldon-Duplaix, « Zircon et Kinzhal : révolution navale et stratégique ? », *Défense & Sécurité Internationale*, hors-série n° 74, octobre-novembre 2020, p. 52-57.

13. *Ibid.*

14. Il serait tiré depuis le silo universel 3S14 capable de lancer également le *Yakhont* (SS-N-26 *Strobile*) et le *Kalibr* (SS-N-27 *Sizzler*).

Le coût d'accès aux technologies hypersoniques est élevé, tant en termes budgétaires que de ressources humaines et de savoir-faire. Si les États sont assez discrets sur leurs efforts, le cas américain en donne une idée. Washington a ainsi engagé plusieurs programmes d'essais, dont le HGV *Advanced Hypersonic Weapon* (AHW/C-HGB) testé en 2011, 2014 et 2020 ; le HGV *Hypersonic Technology Vehicle 2* (HTV-2) testé en 2010 et 2011 ; et le HCM X-51 *Waverider* testé entre 2010 et 2013. Ces essais ont débouché sur des programmes à vocation opérationnelle et nécessitent des investissements importants. Ils sont passés de 340 millions de dollars en 2016 à 3,5 milliards en 2021. Dans le même temps, une cinquantaine d'universités ont été également mobilisées, coordonnées par la Texas A&M, sous la houlette du *Joint Hypersonic Transition Office* (JHTO), une organisation *ad hoc* mise en place au Pentagone en octobre 2020¹⁵. Au-delà des programmes officiellement en cours, d'autres pourraient être menés, dans un but exploratoire ou afin de déboucher sur une capacité opérationnelle avérée.

Le coût d'accès aux technologies hypersoniques est élevé

De facto, derrière le grand nombre de publications sur les armes hypersoniques, assez peu d'informations sont réellement disponibles sur les programmes engagés – tous ne sont probablement pas encore connus¹⁶ – et les avancées effectivement réalisées. Or, les questions liées au guidage (recalage en vol, ciblage dynamique sur cible mobile et guidage terminal) ou aux enveloppes de vol – c'est-à-dire la manœuvrabilité effective et la portée – sont essentielles pour juger de la concrétisation des espérances stratégiques comme de la pertinence de l'investissement. Les questions de la manœuvrabilité en phase terminale, et surtout du ciblage, sont ainsi essentielles pour savoir quels types de navires de combat sont menacés, et à quel point, par des systèmes hypersoniques. De même, si les HGV et HCM sont unanimement reconnus comme coûteux, il convient de les comparer avec d'autres alternatives, également onéreuses. La Chine a par exemple annoncé que le DF-17 serait moins coûteux qu'un missile de croisière « classique », à distance franchissable égale. Malgré tout, leurs paramètres budgétaires demeurent flous, tant du point de vue de la recherche et développement que de l'achat et des *life cycle costs*.

15. J. A. Tirpak, « The US Is Playing Catch-Up on Hypersonic: Here's How », *Air Force Magazine*, 25 mars 2021, disponible sur : www.airforcemag.com.

16. Simple exemple, en mars 2020, on apprenait qu'une nouvelle version du missile antiaérien américain SM-6 pourrait être utilisé comme engin antinavire hypersonique. Voir S. Trimble, « Document Likely Shows SM-6 Hypersonic Speed, Anti-Surface Role », *Aviation Week Network*, 12 mars 2020, disponible sur : www.aviationweek.com.

Guidage et portées

Les systèmes de guidage évoqués pour les systèmes hypersoniques combinent navigation inertielle et géonavigation satellitaire, avec des résultats parfois remarquables. Le deuxième essai du planeur C-HGB américain, le 19 mars 2020, aurait permis de frapper à 15 cm du point visé au terme d'un vol de 4 000 km de portée¹⁷. Dans le cas japonais, une des justifications au système de géonavigation spatiale gouvernemental *Quasi-Zenith* est d'offrir une précision centimétrique qui sera notamment utile aux futurs systèmes hypersoniques. De ce point de vue, les systèmes hypersoniques créent des effets-leviers dans les écosystèmes de R&D. Du reste, ils pourraient permettre de voir apparaître de nouvelles modalités de ciblage, impliquant drones *High Altitude, Long Endurance* (HALE) ou encore des satellites de reconnaissance radar ou optique. Reste également la question du guidage terminal sur une cible mobile, qui apparaît délicate en raison des contraintes thermiques et de pression dynamique sur les capteurs embarqués sur le HGV ou le HCM.

LES USAGES STRATÉGIQUES

Au regard des intentions programmatiques des États, les fonctions stratégiques des systèmes hypersoniques sont multiples – nucléaire et conventionnelle de frappe terrestre ou antinavire – sur des gammes de portées de plusieurs centaines voire d'une dizaine de milliers de kilomètres pour certains HGV. Une telle portée dilaterait les espaces géographiques d'engagement, tout en comprimant les délais d'action pour les systèmes de plus courte portée, mais aussi, plus largement, en permettant d'échapper aux systèmes antimissiles. Cette combinaison rebat pour partie les cartes des engagements de haute intensité et participe de la perception d'un « retour » des États-puissances. Mais ces caractéristiques induisent également une série de contraintes et de problèmes.

Les questionnements liés à tout système de longue portée et à la problématique du ciblage sont démultipliés par l'hypersonique. Si les missiles hypersoniques peuvent être employés dans le cadre de frappes planifiées, notamment contre des cibles protégées, ils posent cependant un intéressant dilemme opérationnel lorsqu'il s'agit de traiter des cibles très mobiles (*Time Sensitive Targets*). Cette capacité implique une *kill-chain* (détection, validation, ciblage, mise en œuvre et frappe effective) extrêmement rapide, sous peine de neutraliser l'avantage du missile hypersonique. *A contrario* la volonté de préserver cet avantage coûte que coûte pourrait conduire à des règles d'engagement plus souples, au risque d'erreurs ou d'escalade. Aux obstacles techniques s'ajoutent donc des enjeux organisationnels et doctrinaux.

17. Cela ne constituerait que la moitié de la portée opérationnelle envisagée : voir C. Tracy, « The Latest US Test Flight of a Hypersonic Weapon: The Common Hypersonic Glide Body », *AllThingsNuclear.org*, 8 mai 2020, disponible sur : www.allthingsnuclear.org.

En ce sens, c'est le domaine des opérations navales qui semble le plus immédiatement propice à l'usage de missiles hypersoniques – ces derniers remplaçant les engins plus lents que sont les missiles de croisière subsoniques – pour peu, évidemment, que des capacités d'éclairage à longue portée soient effectivement disponibles, avec des capacités nationales en la matière qui ne sont pas encore formellement connues (voir encadré). Cela ne veut pas

Les domaines des opérations navales et de lutte contre-A2/AD semblent les plus propices à l'usage des missiles hypersoniques

dire que les engins hypersoniques sont inutiles dans des scénarios de lutte contre-A2/AD (*Anti-Access/Area Denial*) – par exemple, afin de neutraliser des systèmes antiaériens ou antimissiles complexes ou frapper des cibles elles-mêmes défendues par ces capacités de déni d'accès et d'interdiction de zone. En revanche, la discipline de planification-ciblage sera essentielle dans de tels scénarios et les actuels débats autour des opérations multidomaines ou encore de la *Mosaic warfare* pourraient jouer un rôle de facilitation dans

l'appropriation des systèmes hypersoniques par les armées¹⁸. Voilà pour l'aspect offensif de la question.

Du point de vue défensif cette fois, la pertinence stratégique des systèmes hypersoniques pose à plusieurs égards question. D'une part, ces systèmes seront plus manœuvrants que les missiles balistiques classiques, mais ils seront moins discrets du fait de leur signature thermique davantage marquée. Outre le fait que, comme pour tout missile intercontinental, le lancement sera détecté par les satellites d'alerte avancée, les très hautes températures générées durant le vol signeront toute frappe d'une manière plus nette. D'un autre côté cependant, les systèmes hypersoniques peuvent voler dans des tranches d'altitude où les systèmes de détection avancée sont moins performants ; sachant également que le plasma généré par les fortes températures absorbe une partie des ondes radars.

D'autre part, dans un scénario nucléaire, les défenses antimissiles de territoire étant pour l'heure peu proliférantes et de toute façon insuffisantes à protéger d'une salve balistique à portée intercontinentale, l'intérêt à développer des HGV par rapport aux systèmes de missiles balistiques existants peut sembler limité. Il en va en revanche autrement des HCM ou des HGV à courte ou moyenne portée qui évolueront dans des couches plus basses, où l'on assiste bien à une densification des capacités antiaériennes et antimissiles de théâtre. Sur ce segment, leurs performances leur conféreront effectivement un avantage substantiel par rapport aux missiles de croisière classiques¹⁹.

18. Voir notamment D. A. Deptula, « *Mosaic warfare* : une philosophie d'exploitation des forces », *Défense & Sécurité internationale*, hors-série n° 70, février-mars 2020, p. 72-76 ; et D. Pappalardo, « Apporter de la tangibilité au concept du combat multi-domaine. To buzz or not to buzz ? », *Défense & Sécurité internationale*, avril 2020, p. 68-71.

19. Voir notamment : C. Brustlein, É. de Durand et É. Tenenbaum, *La Suprématie aérienne en péril. Menaces et contre-stratégies à l'horizon 2030*, Paris, La Documentation française, 2014.

Reste aussi que la prolifération des missiles hypersoniques de courte et de moyenne portée pose de redoutables questions sur la protection d'objectifs à haute valeur ajoutée – postes de commandements, dépôts logistiques, ports aériens et maritimes de débarquement, bases aériennes, etc. En l'occurrence la signature thermique et radar des vecteurs hypersoniques pourrait être exploitée par de nouveaux systèmes défensifs, comme le prévoit le pilier de détection et de surveillance à partir de l'espace du programme *Timely Warning and Interception with Space-based Theater surveillance* (TWISTER). Lancé dans le cadre de la Coopération structurée permanente européenne, ce programme (dont le pilier interception est coordonné par la France) ambitionne d'établir un système d'alerte avancé et de commandement et de contrôle (C2) associé à une gamme d'intercepteurs devant neutraliser des menaces balistiques et hypersoniques de portée régionale, qu'elles soient nucléaires ou conventionnelles. La question des contremesures ne manquera pas de se poser, y compris pour les dispositifs déployés ou encore dans le cadre naval, avec à la clé la question de la défense aérienne future et de la protection des plus grosses unités, dont le porte-avions.

Le retour du débat autour des frappes préemptives ?

Se prémunir des systèmes hypersoniques pourrait également raviver le débat autour des frappes préemptives, qui chercheraient à éliminer un maximum de lanceurs adverses alors qu'une guerre serait sur le point d'être déclenchée. En ce sens, ils participent à un problème de stabilité stratégique. C'est d'autant plus le cas que la conjonction de fonctions conventionnelles et nucléaires au sein d'un même arsenal pourrait, si elle est avérée, raviver le débat autour de la discrimination entre les charges avec, chez la plupart des acteurs des débats doctrinaux, la question de la posture à adopter – qu'il s'agisse d'un lancement sur alerte ou d'autres mesures.

CONCLUSION

Les systèmes hypersoniques connaissent un début de prolifération qualitative et quantitative, de sorte qu'ils deviennent un marqueur de puissance pour leurs possesseurs et peut-être un attracteur pour les autres. En ce sens, ce qui peut sembler être une timidité française, et plus largement européenne, peut autant relever de la prudence – l'hypersonique est historiquement associé au nucléaire en France – que de l'impensé, avec à la clé le risque d'être dépassé par les progrès de puissances rivales, ou encore de la retenue. Du reste, si les références à l'hypersonique sont relativement rares dans les discours officiels, qu'ils soient politiques ou militaires, au-delà de l'explication autour des programmes lancés, il est indéniable que Paris a embrassé le domaine. Il faut également constater que la France l'a fait de manière mesurée, sans alimenter outre mesure la prolifération ou donner raison aux pourfendeurs d'une nouvelle « course aux armements ». En tout état de cause, les atouts français sont bien réels. Qu'il s'agisse des armées, de l'ONERA, de MBDA pour les HCM ou d'ArianeGroup pour les HGV – qui investit ainsi pour la première fois un domaine pleinement militaire – les acquis et les savoir-faire sont nombreux en matière de calcul, de

matériaux ou, notamment, de propulsion. Dans sa progression technologique, la France part ainsi avec une avance certaine sur nombre d'États.

Mais les véritables enjeux, de ce point de vue, dépassent très largement les questions techniques, y compris la mobilisation des capacités civiles de recherche. Les questions stratégiques induites par la diffusion des systèmes hypersoniques et leurs effets sur les opérations de haute intensité sont loin d'être toutes résolues et susciteront certainement des débats, dans les enceintes alliées comme sur la scène internationale, qu'il conviendra d'influencer autrement que par de vains appels à la retenue prolifératoire. Si l'on aurait tort de voir dans la diffusion des systèmes hypersoniques les prémices d'une « hyperguerre » uniquement menée à grande vitesse, le caractère des opérations militaires futures sera indubitablement affecté par des systèmes revalorisant la surprise, brutalisant les cycles décisionnels, brouillant les perceptions et accroissant la liberté d'action des États dans une série de scénarios. Une fois de plus, l'aphorisme d'Hervé Coutau-Bégarie conserve toute sa pertinence : « Plus l'investissement matériel est grand, plus l'investissement intellectuel doit suivre²⁰. »

Joseph Henrotin est chargé de recherche au Centre d'analyse et de prévision des risques internationaux, et à l'Institut de stratégie comparée. Il est également chercheur associé à l'Institut d'études de stratégie et de défense de l'Université Lyon-3 Jean Moulin, et rédacteur en chef de Défense & Sécurité internationale.

Comment citer cette publication :

Joseph Henrotin, « Armes hypersoniques : quels enjeux pour les armées ? », *Briefings de l'Ifri*, Ifri, juin 2021.

ISBN : 979-10-373-0370-7

Les opinions exprimées dans ce texte n'engagent que la responsabilité de l'auteur.

© Tous droits réservés, Ifri, 2021

Couverture : © Shutterstock.com

20. H. Coutau-Bégarie, « Traité de stratégie », *Bibliothèque stratégique*, Paris, Economica/ISC, 1999, p. 249.



27 rue de la Procession
75740 Paris cedex 15 – France

Ifri.org

