

LE HCoC ET LES NOUVELLES TECHNOLOGIES

HCoC Issue Brief – Janvier 2025

En bref

Dans le domaine de la maîtrise des armements et de la non-prolifération, **les « technologies émergentes »** sont généralement perçues comme sources de menaces potentielles qui pourraient rendre encore plus difficile la prévention de la course aux armements et la régulation de la compétition mondiale.

Pour ce qui est des missiles, plusieurs avancées technologiques spécifiques pourraient avoir une incidence sur le fonctionnement des régimes de contrôle des exportations et des mesures de confiance, telles que les caractéristiques de vol, et en particulier le développement de **véhicules hypersoniques manœuvrables** ou l'introduction de nouvelles techniques de navigation et de guidage.

Concernant le Code de conduite de La Haye, **les développements spatiaux** doivent également être pris en considération pour évaluer l'adaptabilité du régime aux nouvelles technologies.

Les nouvelles technologies liées aux missiles balistiques

Les missiles balistiques reposent sur une technologie ancienne, développée pendant la Seconde Guerre mondiale et modernisée pendant la Guerre froide. Cependant, l'intégration de technologies plus récentes a des implications sur les mesures de maîtrise des armements et de non-prolifération liées aux missiles.

L'augmentation de la portée des missiles balistiques, rendue possible par la généralisation des propergols solides, est une évolution progressive qui a des répercussions sur la maîtrise des armements. De même, les améliorations progressives en matière de **navigation et de guidage** ont permis aux missiles de gagner **en précision et d'être utilisés pour des frappes conventionnelles de précision**. Ces avancées technologiques ont été largement partagées, et de nombreux acteurs sont désormais en mesure de déployer des missiles sophistiqués.

À l'avenir, l'intelligence artificielle (IA) affectera le ciblage et aura un effet sur les modes d'utilisation des missiles et sur la demande de certains systèmesⁱ. **Le suivi et la destruction des systèmes de missiles** avant leur utilisation seront facilités par la disponibilité d'images satellites et à la possibilité d'effectuer des analyses de mégadonnées grâce à l'IAⁱⁱ. La combinaison de l'IA et de la précision des systèmes développés créera des vulnérabilités dans la profondeur du territoire des États et alimentera le besoin de défense antimissile balistique, alimentant ainsi une **spirale négative entre capacités offensives et défensives**.

Enfin, l'une des évolutions les plus médiatisées concerne le développement **de véhicules hypersoniques**. Ces systèmes comprennent des missiles de croisière hypersoniques et des planeurs hypersoniques qui utilisent un propulseur balistique pour atteindre l'espace. Les planeurs **rebondissant sur l'atmosphère et planant de manière autonome pendant une**

Ce document a été réalisé avec le soutien financier de l'Union européenne. Le contenu de ce document relève de la seule responsabilité de la Fondation pour la recherche stratégique et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position de l'Union européenne.

 Etats-Unis	 Russie	 Chine	 Japon	 France
CPS LRHW / Dark Eagle TBMG HACM	Avangard Tsirkon/Zirkon Gremlin	DF-ZF/WU-14/DF-17 Xingkong-2/ Starry Sky-2	HVGP HCM	VMAX ASN4G
 Corée du Nord	 Inde	 Australie	 Corée du Sud	<ul style="list-style-type: none">  Planeurs hypersoniques  Missiles de croisière hypersoniques  Missile testé  Missile déployé
Hwasong-8	HSTDV BrahMos II	SCIFIRE	Hycore	

Figure 1. Pays développant actuellement des missiles hypersoniques.

Crédits : FRS

grande partie de leur vol, ils pourraient ne plus être considérés comme des missiles balistiques et échapper aux règles régissant ce type d'armesⁱⁱⁱ.

Les évolutions technologiques ne concernent pas seulement le fonctionnement des missiles, mais aussi leur mode de fabrication. **La fabrication additive, également appelée impression 3D**, permet de créer des pièces de plus en plus sophistiquées. Elle pourrait contribuer à la **diffusion de certains composants et pièces**, dont les spécificités de production peuvent être échangées plus facilement par **des transferts immatériels**^{iv}.

Évolutions dans le domaine spatial

Dans le domaine spatial également, de nombreux développements auront des conséquences importantes, même si, à ce jour, la plupart des évolutions ne sont pas tant liées aux technologies émergentes en tant que telles qu'à l'adaptation aux lanceurs spatiaux de technologies utilisées dans d'autres domaines. C'est le cas, par exemple, des **nouvelles pratiques de lancement**, comme le lancement à partir de barges en mer, de lanceurs mobiles ou d'avions. C'est également le cas de l'utilisation de **propergol solide pour le moteur principal des fusées spatiales**, une pratique qui reste limitée mais qui suscite certaines inquiétudes en matière de prolifération, car elle était réservée dans le passé aux missiles balistiques^v.

Au niveau industriel, un grand nombre de **start-ups ou de nouvelles entreprises** ont pour objectif de lancer des objets dans l'espace (figure 2). Il n'est pas certain que la plupart de ces entreprises réussiront^{vi}, mais si certaines parviennent à atteindre l'espace, cela créera de nouveaux modèles de lancement, avec notamment l'utilisation de très petites fusées pour des vols suborbitaux.

Les efforts innovants de certaines entreprises pour développer **des lanceurs réutilisables** constituent une avancée importante qui fait émerger une nouvelle catégorie de dispositifs de lancement. Falcon 9 de SpaceX et Electron de Rocket Lab ont déjà réussi à récupérer le premier étage de leurs lanceurs. Starship de SpaceX est le premier lanceur entièrement récupérable testé à ce jour en altitude suborbitale.



Exemple de développements technologiques concernant les lanceurs spatiaux

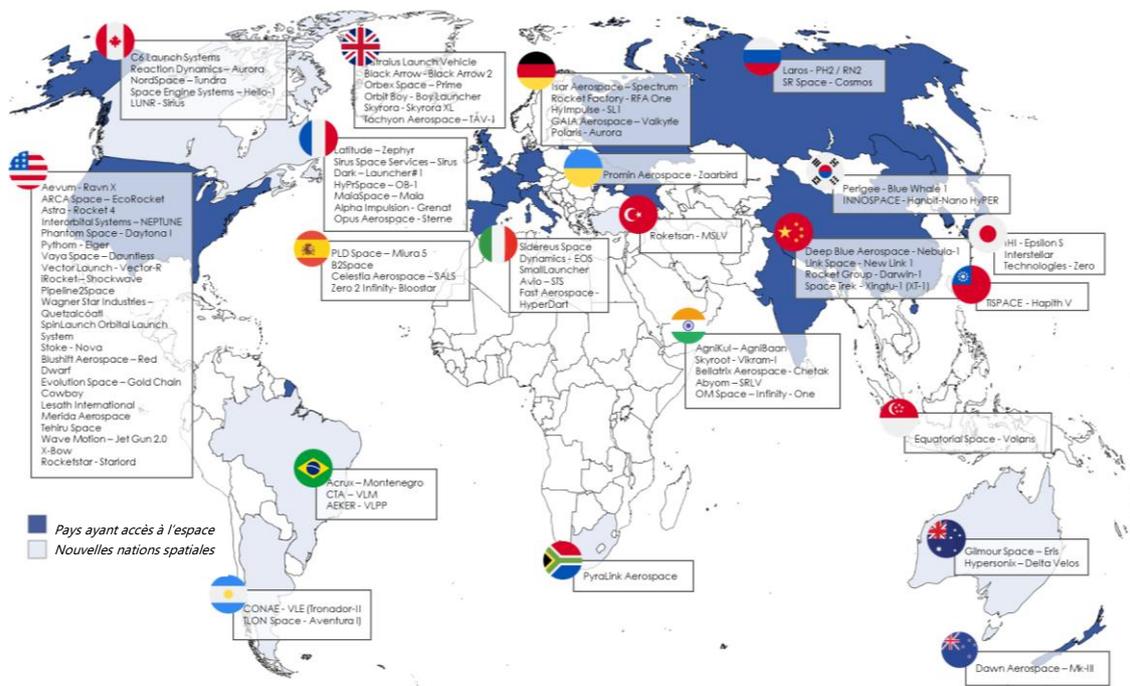


Figure 2. Programmes de petits lanceurs actuellement en cours. Crédits : FRS

Quels développements pour le Code ?

Alors que le Régime de contrôle de la technologie des missiles (MTCR), en tant qu'instrument de contrôle des exportations, doit veiller à ce que ses **listes d'articles contrôlés** soient à jour et incluent les technologies les plus récentes utilisées pour la production de missiles, le HCoC offre une certaine souplesse puisqu'il exige la retenue et **la transparence en matière de missiles balistiques et de lanceurs spatiaux, quelles que soient les technologies utilisées**. Cependant, certaines des nouvelles technologies évoquées ci-dessus ont une influence sur le Code.

Les planeurs hypersoniques dépendant d'un propulseur balistique pour une partie substantielle de leur vol, relèvent du champ d'application du Code et doivent être déclarés en conséquence. C'est le cas du planeur russe Avangard, couplé lors d'essais précédents aux missiles balistiques intercontinentaux UR-100NUTTKh et R36-M. Toutefois, si la trajectoire d'un planeur est principalement non balistique, les États peuvent considérer qu'il ne s'agit pas d'un missile balistique. Certains de ces systèmes pouvant être développés pour transporter des armes de destruction massive, il serait **utile de les intégrer dans le champ d'application du Code**.

L'utilisation de l'IA dans le ciblage et le suivi des missiles pourrait réduire la volonté des États de **faire preuve de transparence**. Certains pourraient être tentés de davantage dissimuler leurs systèmes pour empêcher leur destruction avant lancement. Toutefois, les exigences du Code dans ce domaine sont pleinement compatibles avec les préoccupations de sécurité nationale et n'imposent pas la communication d'informations sur l'emplacement des systèmes déployés.

Les nouvelles pratiques de production, telles que la fabrication additive et l'augmentation du nombre d'acteurs du New Space dans le secteur des lanceurs, n'ont pas d'incidence directe sur le Code, mais soulignent l'engagement général pris par les États **d'exercer une vigilance dans les transferts et les exportations** dans ce domaine, y compris lorsque ces **échanges sont immatériels**. Cet engagement est d'autant plus important que le Code bénéficie d'un taux élevé d'adhésion et que de nombreux nouveaux acteurs dans le domaine spatial sont des États signataires.

En matière spatiale, le développement de **systèmes réutilisables nécessite une légère modification du texte du Code qui fait référence aux « lanceurs spatiaux non récupérables »** dans la liste des objets auxquels les mesures de transparence s'appliquent. Rien ne justifie l'exclusion des systèmes réutilisables des notifications préalables au lancement (PLN) lorsqu'ils réalisent des vols orbitaux. Une modification technique mineure du Code pourrait donc être envisagée à cet égard.

Il serait utile de définir plus précisément ce qui relève du **champ d'application du Code**, pour ce qui est de **des lancements suborbitaux, ou des missiles quasi balistiques**, dont certains ont une portée moyenne (comme le KN-23 nord-coréen). Les États pourraient travailler à **l'élaboration de pratiques communes en matière de notification**, initialement de manière informelle par certains pays intéressés, afin de réduire les contestations éventuelles sur la mise en œuvre des PLN.

Les nouvelles technologies et pratiques dans le domaine des missiles ne remettent pas fondamentalement en cause la manière dont le HCoC réduit le risque de prolifération des missiles balistiques et les malentendus liés aux essais. Elles appellent toutefois **certaines adaptations du champ d'application du Code** afin de garantir son efficacité à long terme.

À propos du Code de conduite de La Haye

Adopté en 2002, le Code de conduite de La Haye contre la prolifération des missiles balistiques (HCoC) est un instrument à caractère politique visant à freiner la prolifération des vecteurs d'armes de destruction massive (ADM). Composé d'un ensemble de mesures de transparence et de confiance, le HCoC est le seul instrument multilatéral existant à se concentrer sur les vecteurs d'ADM. Le HCoC a atteint 145 États signataires (2025) contre 93 lors de sa création.

En adhérant au HCoC, les États s'engagent à **se conformer à un ensemble de traités des Nations unies et de conventions internationales sur la sécurité spatiale**, à **produire une déclaration annuelle** concernant leurs capacités en matière de missiles balistiques et leur politique nationale relative aux traités et instruments de non-prolifération et de désarmement, et à **fournir des notifications préalables** au lancement avant tout lancement de missiles ou d'engins spatiaux. Les documents sont téléchargés sur une plateforme en ligne dédiée, gérée par l'Autriche, qui fait office de contact central immédiat du HCoC (secrétariat exécutif). L'adhésion au HCoC est gratuite.

Si le Code incite les États signataires à faire preuve d'une « retenue maximale » dans le développement de leurs capacités balistiques, il **ne leur interdit ni de posséder des missiles balistiques, ni de poursuivre des activités de lancement dans l'espace**. En contrepartie, l'adhésion au HCoC permet aux États d'**avoir accès à des informations** partagées par d'autres États signataires et d'**afficher leur engagement politique** en faveur de la non-prolifération et du désarmement.

ⁱ Nico Luzum et Nicholas Nelson, « NATO Must Embrace AI and Autonomous Weapons », *CEPA*, 19 juillet 2022, <https://cepa.org/article/nato-must-embrace-ai-and-autonomous-weapons/>

ⁱⁱ Julian I. Jones II, Russell Kress, William J. Newmeyer Jr. et Adam I. Rahman, *Leveraging Artificial Intelligence (AI) For Air And Missile Defense (AMD) : An Outcome-Oriented Decision AID*, Naval Postgraduate School, septembre 2020, <https://apps.dtic.mil/sti/trecms/pdf/AD1126470.pdf>

ⁱⁱⁱ Emmanuelle Maitre et Stéphane Delory, « Hypersonic missiles: Evolution or revolution for missile non-proliferation and arms control instruments? », *HCoC Research Papers n° 12*, FRS, février 2023, <https://www.nonproliferation.eu/hcoc/wp-content/uploads/2023/03/Hypersonic-weapons-non-proliferation-and-arms-control.pdf>

^{iv} Kolja Brockmann et Robert E. Kelley, « The Challenge of Emerging Technologies to Non-proliferation Efforts: Controlling Additive Manufacturing and Intangible Transfers of Technology », *SIPRI*, avril 2018, <https://www.sipri.org/publications/2018/policy-reports/challenge-emerging-technologies-non-proliferation-efforts-controlling-additive-manufacturing-and>

^v Emmanuelle Maitre et Sophie Moreau-Brillatz, « The HCoC and Space », *HCoC Research Paper n° 10*, FRS, mars 2022, <https://www.nonproliferation.eu/hcoc/the-hague-code-of-conduct-and-space-2/>

^{vi} Christian Maire, « The Rise of Small Launchers: What Impact on Ballistic Missile Proliferation? », *HCoC Research Paper n° 13*, FRS, avril 2024, <https://www.nonproliferation.eu/hcoc/the-rise-of-small-launchers-what-impact-on-ballistic-missile-proliferation/>.