

# PROGRAMME COREE SUR LA SECURITE ET LA DIPLOMATIE

Mars 2023

## TIR D'UN ICBM LE 18 FÉVRIER 2023 : LES PROGRÈS TECHNOLOGIQUES DU Hwasong-15

CHRISTIAN MAIRE,  
STEPHANE DELORY ET ANTOINE BONDZAZ



Crédits : KCNA

**FONDATION**  
*pour la* **RECHERCHE**  
**STRATÉGIQUE**

**Antoine Bondaz** est directeur du FRS-KF Programme Corée sur la sécurité et la diplomatie à la Fondation pour la recherche stratégique (FRS).

**Stéphane Delory** est maître de recherche à la FRS et dirige l'Observatoire de la défense antimissile.

**Christian Maire** est chercheur associé à la FRS et a auparavant travaillé dans l'industrie aérospatiale.

**Le Programme Corée sur la sécurité et la diplomatie** vise à permettre une meilleure compréhension des principaux enjeux dans la péninsule coréenne à travers l'organisation de conférences, la publication d'entretiens et d'articles. Ce programme ne se limite pas aux seules relations intercoréennes et entend aborder plus largement la Corée du Sud comme une puissance globale sur la scène internationale.

Les opinions exprimées ici n'engagent que la responsabilité de leur auteur.

Le 18 février, la Corée du Nord a réalisé un troisième essai du missile balistique à portée intercontinentale (ICBM) dénommé par les médias nord-coréens Hwasong-15. Alors que les essais réalisés en 2017 et 2022 portaient sur deux missiles visuellement différents, l'essai de 2023 porte sur un missile visuellement proche de celui de 2017.

Hypothèse avait été émise dans une note précédente<sup>1</sup> que le missile testé en 2022, le Hwasong-15B (2022), était une variante plus petite du Hwasong-15 (2017), qui disposait de réservoirs à fonds communs sur le premier étage et non plus de réservoirs à fonds séparés, une technologie que la Corée du Nord essayait de maîtriser. Le missile testé en février, le Hwasong-15 (2023), reprendrait les dimensions du Hwasong-15 (2017), d'où une apparence visuelle identique, tout en intégrant les avancées technologiques du Hwasong-15B (2022).

Cette nouvelle hypothèse expliquerait le gain de performances de vol du Hwasong-15 (2023) par rapport au Hwasong-15 (2017), malgré des dimensions équivalentes, démontrant la capacité des ingénieurs nord-coréens à améliorer toujours un peu plus leur maîtrise des technologies balistiques.

Le 18 février 2023, la Corée du Nord a procédé à un nouveau tir de missile balistique à portée intercontinentale (ICBM) de type Hwasong-15. Ce tir a été réalisé avec une trajectoire dite « plongeante »<sup>2</sup>, et non un tir tendu. Il s'agit du troisième essai d'un engin de ce type, après ceux de 2017 et 2022. Il présente cependant une discontinuité intrigante.

L'engin tiré en 2023 est visuellement proche du Hwasong-15 testé en 2017, alors que l'essai de 2022 avait été réalisé avec un missile substantiellement différent qui avait été désigné Hwasong-15B dans l'analyse réalisée sur cet essai<sup>3</sup>. Les différences entre les engins de 2017 et de 2022 portaient sur les étages propulsifs et sur le corps de rentrée. Dans un souci de clarté, ces trois missiles seront nommés ici Hwasong-15 (2017), Hwasong-15B (2022) et Hwasong-15 (2023).

L'essai du Hwasong-15 (2023) a été présenté par le régime nord-coréen comme un tir opérationnel plus que comme un tir de développement. En effet, les médias d'État présentent l'essai comme « *un exercice de lancement soudain* » permettant de démontrer « *la préparation au combat de la force nucléaire de la RPDC* », ainsi que « *la confiance et la garantie de fonctionnement correct, la réactivité, la fiabilité, l'efficacité et la capacité de combat des unités de la dissuasion nucléaire de l'État* ». L'unité ayant réalisé l'essai serait la Première compagnie de Héros du drapeau rouge et avait effectué l'essai du Hwasong-17 de novembre 2022<sup>4</sup>. Pour autant, ce tir demeure tout aussi important en raison de la nature du missile qui a été testé.

Les différences entre le Hwasong-15 (2017) et le Hwasong-15B (2022) ont été mises en évidence dans notre précédente analyse, qui démontre que la Corée du Nord est susceptible d'avoir modifié les réservoirs du missile afin d'augmenter la masse de carburant emportée et réduire la masse inerte. Il a alors été envisagé que sur le premier étage du Hwasong-15 (2017), les réservoirs étaient à fonds séparés alors que sur le Hwasong-15B (2022), ils étaient à fonds communs, permettant ainsi de réduire la longueur du missile et de gagner en masse.

---

<sup>1</sup> Voir Christian MAIRE, Stéphane DELORY, Antoine BONDAZ, « [Analyse technique des deux versions de l'ICBM Hwasong-15](#) », Programme Corée sur la sécurité et la diplomatie, Fondation pour la recherche stratégique, 17 février 2023.

<sup>2</sup> C'est-à-dire une trajectoire avec un apogée très haut, visant à reproduire les conditions de vol du missile à sa portée nominale mais sur une portée nettement plus courte. La trajectoire plongeante permet de vérifier la totalité des paramètres de propulsion mais induit quelques différences avec une trajectoire à énergie minimale, où le missile est tiré sur une trajectoire permettant d'atteindre sa portée maximale, notamment au niveau des conditions de rentrée atmosphérique.

<sup>3</sup> Voir Christian MAIRE, Stéphane DELORY, Antoine BONDAZ, *op. cit.*

<sup>4</sup> « ICBM Launching Drill Staged in DPRK », *Naenara*, 19 février 2023.

Le Hwasong-15B (2022), plus court que le Hwasong-15 (2017), avait une portée très inférieure dont il a été supposé qu'elle pût résulter d'une défaillance du second étage, mais qui pourrait être la résultante d'un volume de carburant inférieur et d'une charge utile sensiblement plus lourde.

En termes de développement, cette manière de procéder est assez inhabituelle et l'on peut s'interroger sur les objectifs poursuivis par les ingénieurs nord-coréens. Pourquoi, au bout de cinq ans, tester à nouveau un missile dont la structure semble très proche de l'engin tiré initialement, et pourquoi avoir développé entretemps une version alternative, dont les performances sont moindres, le Hwasong-15B (2022) ?



**FIGURE 1 : COMPARAISON VISUELLE ENTRE LE Hwasong-15 TIRE EN 2017 (GAUCHE), LE Hwasong-15B TIRE EN 2022 (DROITE), ET LE Hwasong-15 TIRE EN 2023**

### **CARACTÉRISTIQUES DU TIR DU 18 FÉVRIER 2023**

Dans un communiqué publié le 19 février 2023 par l'agence de presse officielle de Corée du Nord (KCNA)<sup>5</sup>, de nombreuses précisions ont été apportées concernant l'essai. Le lancement répondait à un ordre écrit donné le 18 février 2023 à 8 heures du matin par le dirigeant nord-coréen Kim Jong-un. Le missile aurait atteint un apogée de 5 768,5 km, une portée de 989 km, pour un temps de vol de 4 015 secondes. Selon ce communiqué, il serait retombé « avec précision » dans une zone prédéterminée en mer. On sait également qu'il était 17h22 lorsque le missile a été tiré (très probablement depuis une zone de l'Aéroport International de Pyongyang<sup>6</sup>), soit neuf heures après l'ordre donné.

La représentation ci-dessus montre, à l'échelle, les trajectoires respectives du Hwasong-15 (2017), du Hwasong-15B (2022) et du Hwasong-15 (2023). On observe d'une part la nette différence entre les deux vols du Hwasong-15 et celui du Hwasong-15B, et d'autre part le gain en performances entre le Hwasong-15 (2017) et le Hwasong-15 (2023).

<sup>5</sup> *Ibid.*

<sup>6</sup> Colin Zwirko a apporté des précisions intéressantes à ce sujet dès le 20 février 2023. Voir [ici](#).

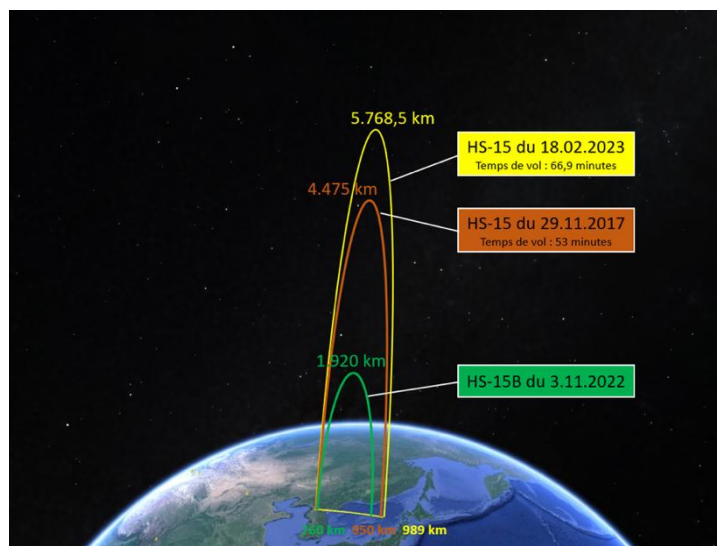


FIGURE 2 : TRAJECTOIRES COMPAREES DU Hwasong-15 (2017), DU Hwasong-15B (2022) ET DU Hwasong-15 (2023) – CREDIT : CHRISTIAN MAIRE

### DES MISSILES VISUELLEMENT IDENTIQUES MAIS PROBABLEMENT TRÈS DIFFÉRENTS SUR LE PLAN TECHNIQUE

Si les différences de performances entre le Hwasong-15 (2017) et le Hwasong-15B (2022) ont été expliquées dans la précédente analyse, le gain de performance entre les Hwasong-15 (2017) et Hwasong-15 (2023) mérite une analyse complémentaire.

Bien que l'on puisse soutenir qu'il puisse résulter d'une modification technique, par exemple un allègement de la charge utile, il ne peut être exclu que les ingénieurs nord-coréens aient tiré profit de l'essai du Hwasong-15B (2022) pour faire évoluer le Hwasong-15.

L'hypothèse selon laquelle les tirs de 2017 et 2023 auraient été réalisés avec des missiles techniquement très proches est de prime abord parfaitement envisageable. Visuellement, la configuration externe des deux missiles n'a pas changé : on retrouve la même jupe arrière évasée du premier étage ; les mêmes marquages blancs soulignent les plans de séparation et indiquent des étages de longueurs identiques ; le corps de rentrée n'a pas évolué. La gouttière du premier étage semble légèrement plus courte, mais il s'agit peut-être d'un effet de perspective dû à l'angle de prise de vue des photos. On note seulement quelques différences au niveau du deuxième étage et de la partie haute de l'engin, sur des points spécifiques, dont le plus visible est la disparition des capots des moteurs de séparation d'étage qui ont, semble-t-il, laissé la place à des capots plus discrets.

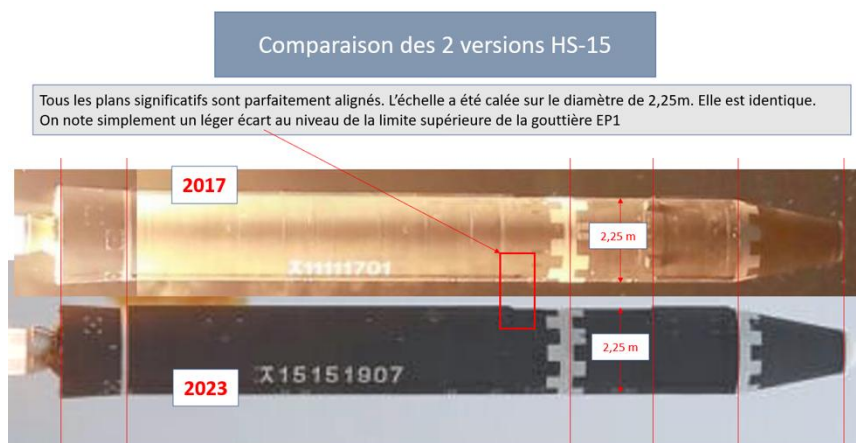


FIGURE 3 : MISE EN EVIDENCE DES SIMILITUDES ENTRE LE Hwasong-15 (2017) ET LE Hwasong-15 (2023)

## Tir d'un ICBM le 18 février 2023 : les progrès technologiques du Hwasong-15

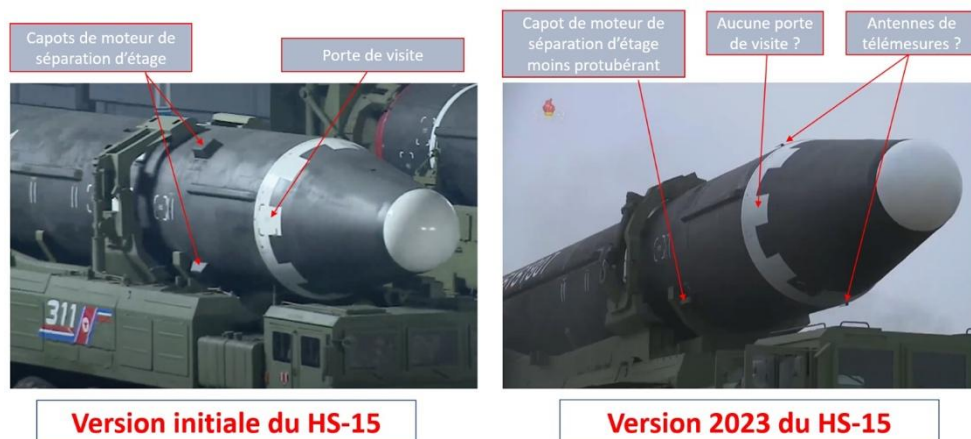


FIGURE 4 : POINTS D'EVOLUTION ENTRE LE HWASONG-15 (2017) ET LE HWASONG-15 (2023)

Pour autant, l'examen des vidéos publiées à l'occasion de ces deux tirs montre un écart significatif au niveau de l'accélération au décollage. L'engin de 2023 paraît plus lent à s'éloigner du sol dans les premières secondes de vol, ce qui est mis évidence par une mesure des altitudes respectives des deux engins au bout de six secondes de vol, qui est la période pendant laquelle on peut encore distinguer le sol.

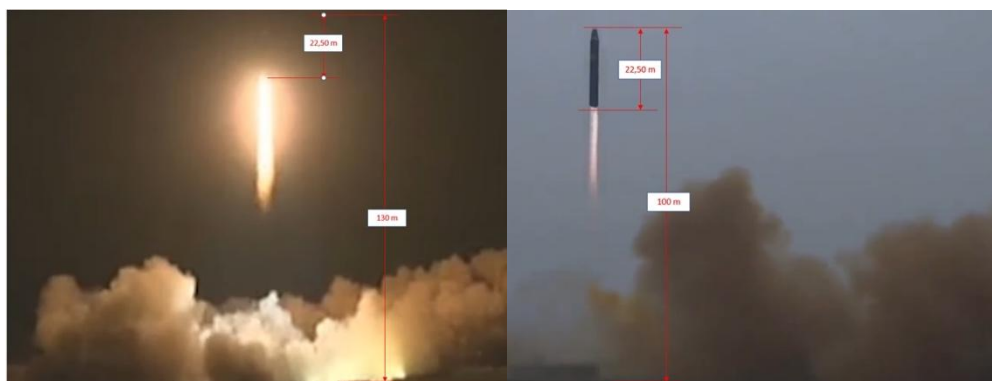


FIGURE 5 : ALTITUDES APPROXIMATIVES APRES SIX SECONDES DE PHASE PROPULSEE ENTRE LE HWASONG-15 (2017) A GAUCHE ET LE HWASONG-15 (2023) A DROITE

Six secondes après que le missile ait quitté le sol, le Hwasong-15 (2017) se trouve en effet à environ 130 mètres d'altitude alors que le Hwasong-15 (2023) n'est qu'à 100 mètres. Si l'on admet que le moteur RD-250 du premier étage est identique sur les deux missiles, une telle différence ne peut s'expliquer que par le fait que le missile de 2023 a une masse au décollage supérieure à celui de 2017.

Seules deux raisons peuvent justifier un tel alourdissement : soit la charge utile est très supérieure, soit le missile embarque plus d'ergols. Cependant, force est de constater qu'à masses d'ergols égales, un missile ayant une charge utile alourdie aura des performances inférieures à celle d'un missile ayant une charge utile plus légère. Or, les performances atteintes par le Hwasong-15 (2023) sont meilleures que celles du Hwasong-15 (2017), ce qui induit que l'alourdissement de la charge utile ne peut expliquer à lui seul la différence de vitesse au décollage, et donc que cette version emporte plus d'ergols.

	APOGÉE (km)	PORTÉE (km)	TEMPS DE VOL
29 novembre 2017	4 475	950	53 minutes (soit 3 180 s)
18 février 2023	5 768,5	989	66,9 minutes (soit 4 015 s)

Dès lors, les deux missiles étant de dimensions similaires, comment expliquer que la masse d'ergols se soit accrue ? C'est ici qu'il faut probablement faire le lien avec le Hwasong-15B (2022) : à savoir la présence de réservoirs à fonds communs et non plus de réservoirs à fonds séparés. En effet, cette transformation structurelle permet d'embarquer une quantité supérieure d'ergols, ce qui a pour conséquence d'allonger la durée de combustion de l'étage considéré et, par là-même, d'améliorer sensiblement les performances de vol<sup>7</sup>.

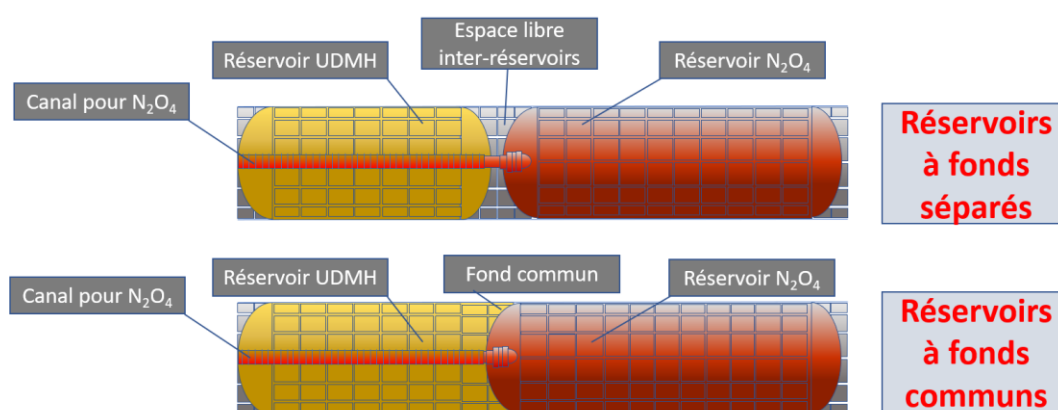


FIGURE 6 : VOLUME DES RESERVOIRS DANS UNE CONFIGURATION A FONDS SEPARES ET A FONDS COMMUNS

Les premiers étages des engins tirés en 2017 et 2023 étant identiques, un calcul de volumétrie démontre que, compte tenu du volume récupéré, un étage où les réservoirs sont à fonds communs pourrait emporter jusqu'à 2 600 kg d'ergols supplémentaires<sup>8</sup>. En se basant sur le débit moyen du moteur RD-250, ceci se traduit par une durée de combustion supplémentaire d'environ huit à neuf secondes.

Appliquées à la modélisation de l'engin utilisée pour les calculs de recoupement des performances du vol du Hwasong-15 (2017), ces nouvelles données permettent de retrouver très précisément les performances du Hwasong-15 (2023), à seulement quelques kilomètres et quelques secondes près. La nouvelle trajectoire se trouve ainsi reproduite fidèlement, impliquant par ailleurs que la charge utile est considérée comme étant de masse approximativement identique entre 2017 et 2023.

Ceci démontre que le Hwasong-15 (2023) devrait logiquement bénéficier de la solution technique testée avec le Hwasong-15B (2022). La modification des capots des moteurs de séparation d'étage peut également laisser supposer une évolution technique sur le dispositif de séparation entre le premier et le deuxième étage.

<sup>7</sup> Pour mémoire, la propulsion liquide s'appuie sur la combustion d'un comburant et d'un carburant. Pour augmenter le temps de combustion, il faut donc accroître la taille des deux réservoirs, afin de préserver le rapport stœchiométrique des deux ergols.

<sup>8</sup> Soit 700 kg de kérosène (UDMH) et 1 900 kg de peroxyde d'azote (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).

## LA QUESTION DU CORPS DE RENTRÉE

Un autre enjeu est de comprendre la forme du corps de rentrée, avec un très fort rayon de nez de la pointe avant. Il avait été évoqué dans la note précédente qu'une version plus aboutie en termes de signature pour le corps de rentrée aurait pu être développée avec le Hwasong-15B (2022). Ceci reste vrai, mais des explications complémentaires sont à envisager.

En effet, on pourrait supposer que le corps de rentrée du Hwasong-15 (2017) emportait essentiellement des systèmes de mesure et d'instrumentation, alors que celui du Hwasong-15 (2023) pourrait abriter la réplique d'une charge militaire. Le choix de conserver, sur les deux versions du Hwasong-15, le même corps de rentrée très arrondi relève sans doute des exigences de tenue aux flux thermiques subis lors de la rentrée par le missile, dont la portée théorique pourrait largement dépasser les 10 000 km. A ces portées, la tête rentre dans l'atmosphère à des vitesses supérieures à 7 km/s.

Une simple comparaison avec le corps de rentrée du missile intercontinental américain Titan II (environ 15 000 km de portée) montre que dans les années 1950-1960, les Etats-Unis concevaient des corps de rentrée dont on retrouve une forme relativement proche sur le Hwasong-15, avec de très grands rayons de nez permettant une résistance aux fortes contraintes de la phase de rentrée atmosphérique.



**FIGURE 7 : MISE EN EVIDENCE DES SIMILITUDES D'ASPECT EXTERNE ENTRE LES TETES DU TITAN II ET DU Hwasong-15 (2023) A LA MEME ECHELLE**

L'évolution des matériaux a permis aux Etats-Unis de faire évoluer la forme des corps de rentrée, évolution que la Corée du Nord ne maîtrise peut-être pas encore, lui imposant un dessin relativement ancien. Le Hwasong-15B (2022) ayant des performances nettement inférieures et donc des contraintes de vol moindres, il est possible qu'un corps de rentrée d'un profil différent et plus « moderne » ait été essayé.

Rétrospectivement, le choix de corps de rentrée différents sur les Hwasong-15 (2017 et 2023) et le Hwasong-15B (2022) et l'hypothèse de réservoirs à fonds communs sur le premier étage du Hwasong-15B (2022) donnent des indices sur les objectifs poursuivis dans le développement de ce dernier. En effet, les performances très en retrait du Hwasong-15B (2022) avaient laissé supposer initialement un problème rencontré sur le second étage.

Toutefois, le choix d'un corps de rentrée bi-conique, plus vulnérable aux échauffements qu'une tête au rayon de nez plus important mais plus adapté à une mission militaire car plus difficile à détecter, tend à montrer que le missile était prévu pour rentrer à des vitesses nettement inférieures à celles des Hwasong-15 (2017 et 2023). Il est ainsi concevable que le vol du Hwasong-15B (2022) ait été réussi, et que cet engin ait été développé comme un démonstrateur de nouvelles technologies : réservoirs de premier étage à fonds communs et nouveaux corps de rentrée pour des missiles longue portée.



Cette conclusion ne permet cependant pas de déterminer si le Hwasong-15B (2022) est uniquement un démonstrateur technologique visant à valider différentes solutions, ou si la Corée du Nord entend développer un Hwasong-15 « moyenne portée » destiné à opérer contre des cibles régionales.

En parallèle, il semble évident que les corps de rentrée des Hwasong-15 (2017 et 2023) restent des solutions perfectibles puisque moins furtives que des têtes utilisant des matériaux modernes, et donc potentiellement exposées à des intercepteurs exoatmosphériques ou haut endo-atmosphériques. La Corée du Nord cherchera nécessairement à limiter les vulnérabilités qui pourraient émerger. Dans ce sens, le Hwasong-15 (2023) n'est probablement pas la dernière itération de ce missile qui a déjà considérablement évolué.

Il reste encore à déterminer les raisons qui ont conduit la Corée du Nord à développer deux ICBM en parallèle, le Hwasong-15 et le Hwasong-17, car les améliorations progressivement apportées au Hwasong-15 semblent suffisantes pour remplir le besoin en portée requis, *i. e.* atteindre le continent américain. Il n'est pas à exclure dans ce cas qu'il faille non plus se concentrer sur la question de la propulsion mais sur celle de la charge utile...