

# PROGRAMME CORÉE SUR LA SÉCURITÉ ET LA DIPLOMATIE

## Analyse de l'ICBM Hwasongpho-18 (HS-18)

**Christian Maire**  
**Stéphane Delory**



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

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

**Christian Maire** est chercheur associé à la FRS. Il a auparavant travaillé dans l'industrie aérospatiale, notamment chez ArianeGroup.

**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.*

## Introduction

Les progrès très rapides de la Corée du nord en matière balistique, observés d'abord sur la propulsion solide de diamètre moyen (KN-23 notamment) puis sur la propulsion liquide (Hwasong-12, Hwasong-15 et Hwasong-17), ont connu une nouvelle accélération avec le lancement, le 13 avril 2023, du premier ICBM à propulsion solide nord-coréen, le Hwasongpho-18 (HS-18). Si la Corée du Nord travaillait déjà sur des missiles à propulsion solide de gros diamètre, notamment à travers les évolutions des programmes Pukguksong, les avancées restaient relativement ambivalentes, les essais démontrant une courbe d'apprentissage rapide dans le domaine du lancement d'un missile en milieu sous-marin mais une maîtrise apparemment moindre en matière de propulsion. Le HS-18 marque de ce point de vue une réelle rupture, le missile ayant été testé deux fois sur des portées équivalentes à des portées intercontinentales, suivant de surcroît des trajectoires complexes. Les ingénieurs nord-coréens ont ainsi démontré non seulement qu'ils avaient surmonté les problèmes qu'ils avaient rencontrés en matière de propulsion mais aussi qu'ils étaient capables de concevoir des engins disposant de systèmes de pilotage avancés, hissant les systèmes balistiques à propulsion solide nord-coréens à des niveaux qualitatifs jusqu'alors estimés comme hors d'atteinte pour un Etat proliférant. Cette rupture, inexplicable si le HS-18 était un missile conçu à partir de capacités nationales développées à travers la prolifération balistique, devient nettement plus compréhensible lorsque l'on s'attarde sur les caractéristiques du missile, qui tendent à montrer que ce système d'arme présente des similitudes avec des systèmes stratégiques existants, laissant supposer des liens possibles avec des entités étrangères. Ce dernier point pose évidemment de très nombreuses questions.

## I. Première apparition

La première apparition du HS-18 se situe au 8 février 2023<sup>1</sup>, lors de la parade militaire commémorant le soixante-quinzième anniversaire de l'Armée Populaire de Corée. Les jours précédents, des satellites d'observation avaient repéré un long convoi d'engins bâchés stationnés à proximité de la place Kim Il-sung, regroupant douze HS-17 et ce qui s'avèrera être cinq HS-18. Bien que les véhicules lance-missiles (TEL – véhicule Transporteur Erecteur Lanceur) déployés lors d'un défilé ne démontrent pas *de facto* une capacité opérationnelle, le nombre de TEL de HS-17 présents semble déjà indiquer que cet ICBM a vocation à devenir un élément central de la dissuasion stratégique nord-coréenne. Parallèlement, la présence de cinq TEL de HS-18 suggère également que la Corée du Nord entend bien déployer très rapidement des ICBM à propulsion solide. *Ex post*, les trois essais de HS-18, le 13 avril, le 12 juillet et le 19 décembre 2023, attestent de la priorité absolue de ce programme. Le dernier tir a été qualifié de tir d'exercice par la Corée du Nord, ce qui semble impliquer que celui-ci a été réalisé par une unité des forces opérationnelles. Cela pourrait marquer le début de la phase de mise en service.

---

<sup>1</sup> « North Korea holds military parade in Pyongyang to mark 75th anniversary of Armed Forces », [Yahoo News](#), 9 février 2023.



**PRISE DE VUE SATELLITE EFFECTUEE PEU AVANT LE DEFILE DU 8 FEVRIER 2023. ON CONSTATE A CE MOMENT QUE 5 VEHICULES NON IDENTIFIES SONT PRESENTS EN FIN DE CORTEGE. IL S'AVERERA QU'IL S'AGIT DES TEL DU HWASONGPHO-18.**



**VUE DETAILLEE DES CINQ LANCEURS MOBILES DU HWASONGPHO-18 PRESENTS LORS DE LA PARADE DU 8 FEVRIER 2023, NUMEROTES DE 571 A 575 (CREDITS : KCNA)**

Le questionnement sur le potentiel opérationnel des missiles exhibés lors des parades militaires n'est pas trivial. En plusieurs occasions, la Corée du Nord a fait défiler en masse des missiles technologiquement peu matures (Hwasong-10 Musudan) ou partiellement factices (KN-08 et KN-14/Hwasong-13/14) à des fins de propagande. Bien que ces pratiques soient désormais moins fréquentes et que les tirs des HS-18 aient démontré que ces missiles avaient un véritable potentiel opérationnel, la coexistence entre une force de frappe articulée entre des ICBM à propulsion liquide (HS-15 et HS-17) et des ICBM à propulsion solide ne va pas de soi pour un pays dont les ressources sont théoriquement limitées. D'autre part, si la Corée du Nord peut produire les ergols de ses engins à propulsion liquide en relative autonomie et potentiellement en quantité suffisante pour soutenir le développement rapide de sa composante à propulsion liquide, sa capacité à produire en masse un propergol composite de haute qualité est nettement moins évidente. La fabrication de blocs de propergol de gros diamètre, nécessaires à la propulsion d'un ICBM, demande des outils de production spécifiques et un contrôle qualité strict, un propergol de qualité insuffisante pouvant conduire rapidement à l'échec en vol. Certains composants du propergol, notamment le liant qui agrège ses différents composants,

ne sont pas réputés être produits en Corée du Nord. Les installations de production de propergol semblent par ailleurs sous-dimensionnées, chaque missile HS-18 emportant plusieurs dizaines de tonnes de propergol et la filière devant soutenir le développement de la composante stratégique mais également la multiplication des engins courte portée.

## 2. Conception du système : analyse des analogies

Pyongyang a très largement communiqué autour du HS-18 puisqu'au-delà du défilé, le TEL et les tirs des missiles ont fait l'objet d'une publicité assez extensive permettant d'établir si le système d'arme était de conception originale, s'il reprenait des solutions déjà adoptées ailleurs ou encore si la somme des solutions adoptées était telle que l'hypothèse de transferts technologiques pouvait être établie. On sait par exemple que dans le cas du missile courte portée KN-23, il existe de fortes similitudes avec le SS-26 Iskander. A l'inverse, si les HS-15 et HS-17 reprennent une motorisation d'origine soviétique (RD-250), la conception générale du missile est relativement éloignée d'autres modèles existants. Les HS-13 et 14 sont également uniques en leur genre, tant dans la combinaison des motorisations que dans la conception générale des missiles. Dans le cas du HS-18, un certain nombre de ressemblances apparaissent avec le Topol-M russe (SS-27 mod. I/RS-12MI).

Un premier élément de convergence réside dans une ressemblance avec le TEL (MZKT-79221) du système Topol-M russe<sup>2</sup>, tout du moins sur certaines solutions particulières. Il est généralement admis, depuis 2012 (parade où fut présenté un prototype d'ICBM Hwasong-14), que les TEL nord-coréens seraient dérivés de TEL chinois de type WS-51200, progressivement adaptés en fonction de la masse du missile à transporter. Jusqu'au HS-18 cependant, les systèmes nord-coréens n'étaient pas logés dans un tube de lancement mais portés directement par le véhicule, simplifiant la procédure de lancement. Si le véhicule de transport du HS-18 pourrait être une ultime évolution du WS-51200 et est globalement différent du TEL du Topol-M, notamment au niveau du système de vérins (directement repris des WS-51200), de la cabine, du nombre d'essieux (huit sur le MZKT-79221 et neuf sur le modèle nord-coréen), ou encore du système de climatisation du tube. A l'inverse, des solutions identiques sont reprises pour le système de chasse à poudre, situé immédiatement à la base du tube de lancement, permettant l'éjection à froid du missile, avant son allumage hors du tube. On peut également souligner l'adoption par la Corée du Nord de systèmes identiques à ceux adoptés par les Soviétiques puis les Russes pour le maintien du missile dans le tube (une solution déjà observée sur le KN-23) et le système de protection de la tuyère, éjecté avant l'allumage du premier étage du missile. Enfin, les TEL montrés lors des deux premiers tirs présentent le même système d'éjection de la porte de fermeture du tube que sur le Topol-M, par un système pyrotechnique.

---

<sup>2</sup> Le Topol-M est un système d'arme dont les deux éléments principaux sont le TEL et le missile. Bien qu'il soit courant de désigner un TEL ou un missile par le nom du système d'arme, le système d'arme Topol-M est désigné 15P165 (15П165), le missile du système d'arme est désigné 15Zh65 (15Ж65). La désignation du TEL en tant qu'élément du système d'arme 15P165 n'a pas été retrouvée, et celui-ci est donc identifié ici sous sa désignation de véhicule militaire, MZKT 79221.





SYSTEME DE CHASSE A POUVRE, PERMETTANT LE LANCEMENT A FROID DU MISSILE

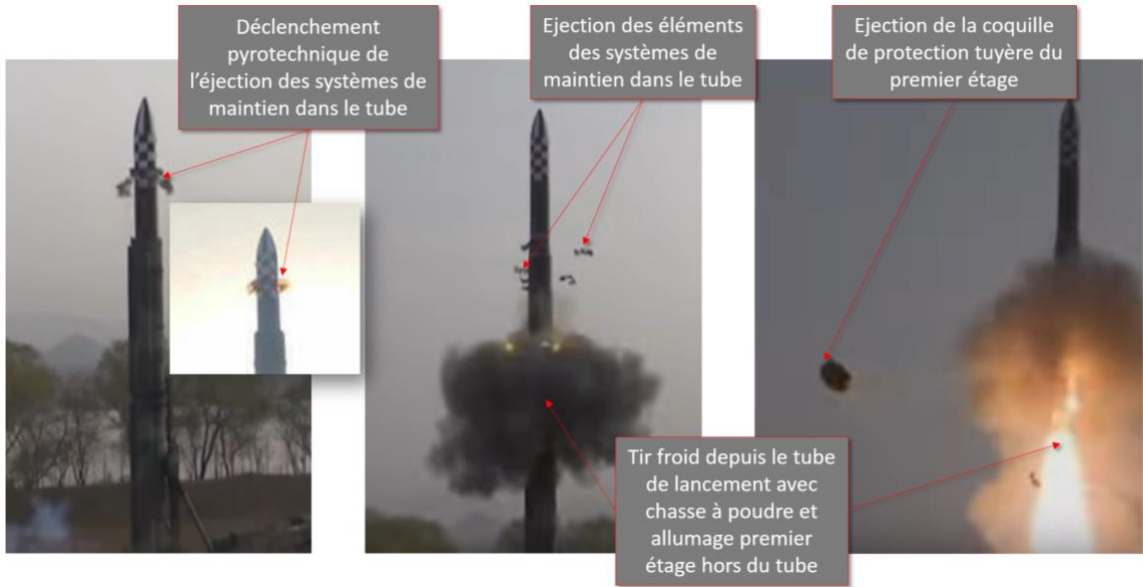
La forte augmentation des capacités de production de la Corée du Nord en matière de TEL<sup>3</sup>, qui accompagne la production en série de TEL de dernière génération, pourrait expliquer cette capacité d'intégration de technologies nouvelles. Des progrès considérables ont en effet été accomplis entre les premières adaptations des TEL de Scud B, la transformation quasi *ad hoc* de véhicules de série, observée notamment pour les Toshka, l'intégration du WS51200, adapté pour le HS-13, et les TEL actuels (véhicules pour les KN-23, HS-17, HS-18), désormais assez proches des modèles produits en Russie et en Chine, voire directement dérivés (TEL du KN-23). Le TEL utilisé pour le dernier tir du HS-18 marque d'ailleurs une innovation probablement développée en Corée du Nord (voir *infra*), illustrant possiblement une phase de développement autonome. Il est toutefois peu vraisemblable que les technologies de lancement à froid d'un ICBM à partir d'un tube de TEL aient pu être obtenues autrement que par des transferts directs<sup>4</sup>. Bien que la Corée du Nord maîtrise déjà l'éjection à froid à travers ses programmes de missiles balistiques mer-sol, les contraintes d'éjection d'un ICBM relativement lourd sont d'un autre ordre.



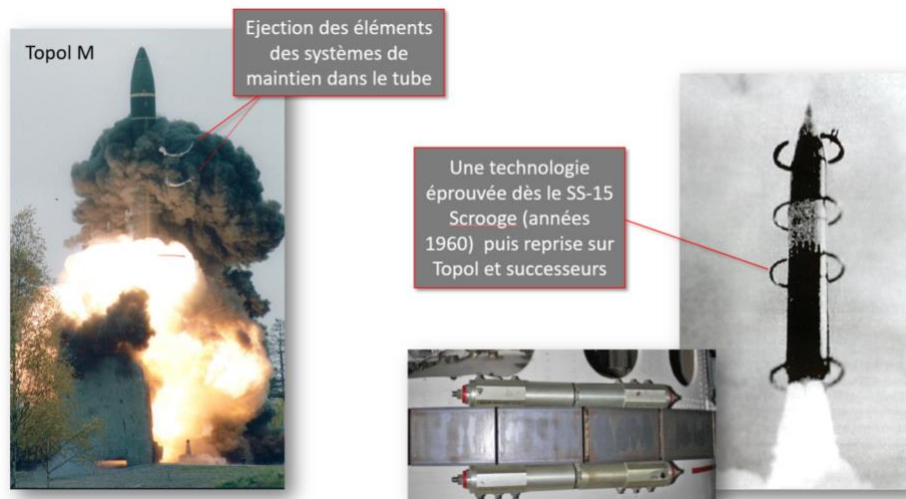
SIMILITUDES /DIFFERENCES ENTRE LES TEL DU HS-18 ET DU TOPOL-M

<sup>3</sup> [Rapport du Groupe d'experts](#) en application de la résolution 1874, S/2021/777, 8 septembre 2021.

<sup>4</sup> Ces techniques sont utilisées par la Russie et la Chine depuis de nombreuses années. L'Inde l'exploite également mais n'a démontré sa capacité qu'avec le développement de l'Agni-V.



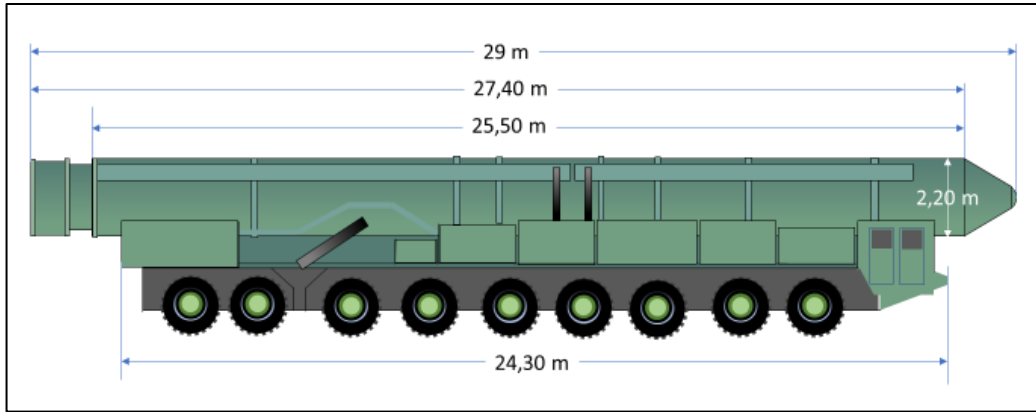
**SIMILITUDES DANS LA PHASE DE LANCEMENT**



**SYSTEME DE MAINTIEN DU MISSILE SUR LE TOPOL-M**

**3. Etude de dimensionnement**

A partir des photographies disponibles, il est possible de se faire une idée des dimensions générales et de la configuration de l'ensemble formé par le TEL et le missile, notamment en comparant avec les TEL russes ou chinois. Dès lors, on peut faire une évaluation des dimensions globales de ce lanceur dans le but d'en déduire un diamètre de tube, ce qui permettra par la suite d'estimer le diamètre du premier étage du missile. L'évaluation des dimensions donne une longueur de 24,3 mètres pour le châssis du TEL, une longueur totale du tube de lancement de 29 mètres, la longueur de la section abritant le missile (excluant la porte du tube) étant de 25,50 mètres. Le diamètre du tube serait de 2,20 mètres environ.



VUE SCHEMATIQUE DU TEL DU HS-18 ET DIMENSIONNEMENT APPROXIMATIF (CREDITS : C. MAIRE)

Cette estimation est corroborée par deux autres vues qui donnent des dimensions et des proportions similaires : d'une part, une vue latérale prise à bonne distance et qui aboutit à des proportions identiques au niveau du tube ; d'autre part, une vue de face qui aboutit également à un diamètre tube de 2,20 m sur la base d'une largeur de 3,35 m à la base de la cabine du TEL.

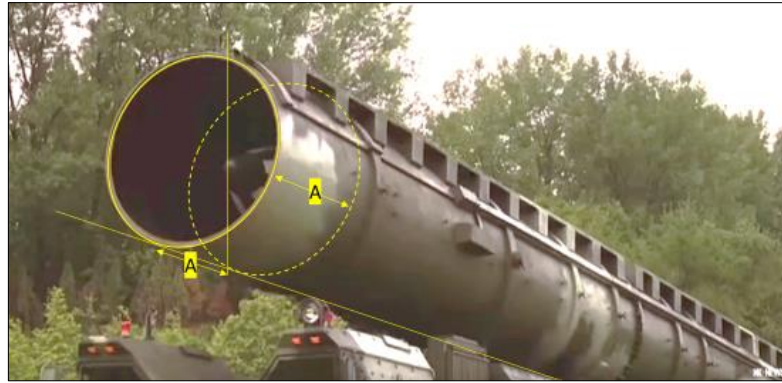


DIMENSIONS ET PROPORTIONS DU TUBE DE LANCEMENT (CREDITS EXTRAITS VIDEOS : KCNA)

A partir de cette donnée de base, on peut déduire une valeur de diamètre maximum pour le missile. En effet, dans le cas du système Topol-M, d'après les données du traité START, il existe une différence d'environ vingt centimètres entre le diamètre du tube de lancement et celui du missile. Le diamètre du tube du Topol-M est de 2,05 mètres, celui du missile de 1,86 mètre, l'espacement entre le missile et le tube étant donc de 0,10 mètre. Cette valeur est probablement reproductible au HS-18, d'autant que le système d'éjection des patins de maintien du missile dans le tube reprend directement la technologie russe.

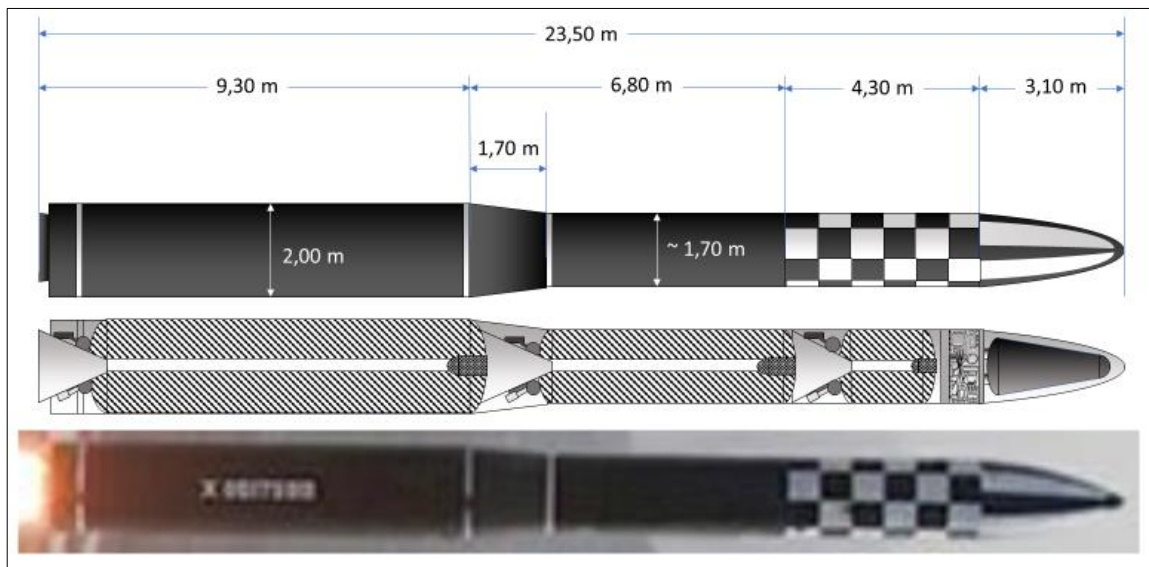
On peut en dériver les dimensions générales du missile en prenant en compte le fait que le missile est positionné légèrement en retrait par rapport à l'avant du tube de lancement. L'analyse d'une vue prise frontale le met en évidence, la longueur de l'espacement (A sur le graphique) pouvant être approximativement estimée à 1,60 mètre :





MISE EN EVIDENCE DE LA POSITION DU MISSILE DANS LE TUBE (CREDITS : KCNA)

En prenant en compte ces observations, la longueur de la section abritant le missile est de 25,50 mètres et la longueur totale du tube, incluant le système de chasse, est de 29 mètres. La longueur du missile pourrait être estimée à 23,50 mètres.



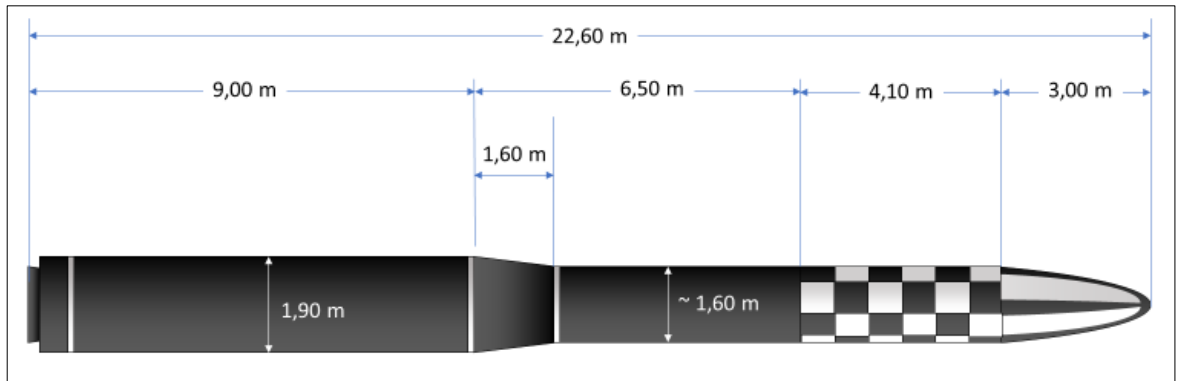
PREMIERE ESTIMATION DES DIMENSIONS DU MISSILE ET VUE EN COUPE SUR LA BASE D'UN DIAMETRE DU PREMIER ETAGE DE 2 METRES<sup>5</sup> (CREDITS : C. MAIRE, PHOTO : KCNA)

Il faut toutefois préciser que l'analyse des photos faite plus haut présente une marge d'incertitude liée à la définition des pixels et aux angles de prises de vue, marge qui doit être prise en compte en ce qui concerne aussi bien le TEL que le missile. A cette source d'erreur sur les objets observés s'ajoutent des marges d'erreur indécélables, par exemple un espacement différent entre le missile et le tube, qui peuvent se cumuler ou relativiser les erreurs liées à l'observation des photographies. Il se peut dès lors que le diamètre du tube de lancement soit un peu inférieur à la valeur de 2,20 mètres estimée. Si l'on suppose que le tube est plutôt de 2,10 mètres, cela signifie que le missile pourrait avoir un diamètre légèrement inférieur à 2 mètres, à savoir 1,90 mètre<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Noter que les représentations graphiques des parties hautes de ce schéma et des schémas suivants (case à équipement et tête militaire) sont fictives et données à titre d'illustration.

<sup>6</sup> La valeur de 1,90 mètre est une estimation donnée par Jeffrey Lewis, « Errors in Analysis of the Hwasong-18 », [Arms Control Wonk](#), 20 août 2023.

Dans ce cas, le dimensionnement de l'engin aboutirait à une longueur totale de 22,60 mètres et aux valeurs suivantes :



**DIMENSIONNEMENT ESTIMATIF N° 2 DU MISSILE Hwasongpho-18 SUR LA BASE D'UN DIAMETRE DU PREMIER ETAGE DE 1,90 METRE (CREDITS : C. MAIRE)**

Ce redimensionnement vers des valeurs légèrement inférieures n'est pas une simple précaution méthodologique. En effet, outre le fait que certaines techniques de lancement semblent reprises de solutions russes, il existe une très forte ressemblance visuelle entre le missile nord-coréen et le missile 15ZZh65 du système d'arme Topol-M. Les deux engins ont un premier étage de plus fort diamètre que les autres étages, des dimensions générales des étages qui semblent approchantes, et les caractéristiques de vol des deux engins apparaissent proches. Il reste à déterminer si les analogies qui existent entre le système d'arme HS-18 et le Topol-M s'appliquent aux deux missiles ou si ceux-ci ont des différences notables, en dépit de leur allure globalement similaire.

Les caractéristiques du 15ZZh65 ne sont que partiellement connues. Les données transmises par la Russie lors de la négociation du traité START sont en effet relativement complexes à interpréter, le document donnant des dimensions qui incluent le système de chasse et qui excluent la section supérieure de la partie haute.

	Silo	Road mobile
Length of assembled missile without front section :	17,90 m	17,9 m
Maximum diameter :	1,86 m	1,86 m
Launch weight :	47,2 t	47,2 t
Total length of missile as a unit with launch canister :		
- with front section :	22,7 m	22,3 m
- without front section :	19,4 m	19,5 m
Length of launch canister body :	19,4 m	19,5 m
Diameter of launch canister body :	1,95 m	2,05 m
First stage length :	8,04 m	8,04 m
Weight of fully loaded stage :	28,6 t	28,6 t
Diameter :	1,86 m	1,86 m
Second stage diameter :	1,61 m	1,61 m
Third stage diameter :	1,58 m	1,58 m

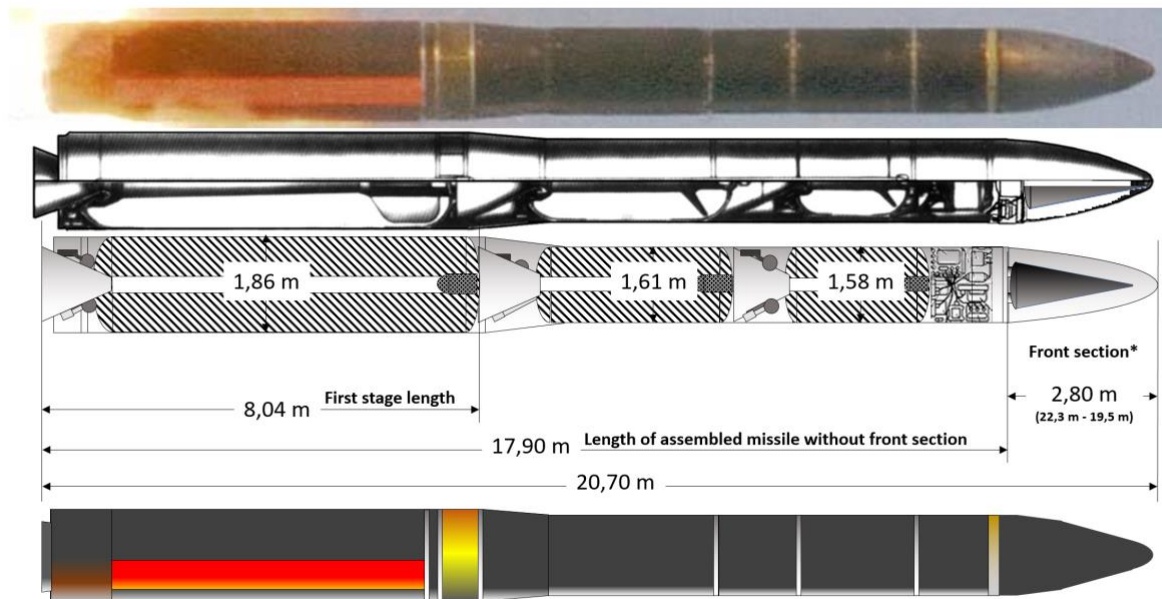
**DONNEES DU TRAITE START I SUR LES VERSIONS EN SILO ET MOBILE DU RS-12M TOPOL-M<sup>7</sup>**

La lecture des chiffres montre que sans la section supérieure (*front section*) qui, dans le langage du traité, correspond à la tête (arme et corps de rentrée), la structure porteuse de la charge, les aides à la

<sup>7</sup> Les données sur le missile du Topol-M sont disponibles en ligne pour la version déployée en silo et la version mobile (annexe F du traité START I, où le Topol-M est désigné *RS-12M variant 2 for silo launcher*. Voir le [lien](#) du Département d'Etat américain).

pénétration (de tous types) ainsi que la coiffe<sup>8</sup>, la longueur du missile est de 17,9 mètres. Lorsque le missile est dans son tube, associé au système de chasse permettant l'éjection à froid, la longueur du missile est de 19,5 mètres, la longueur totale étant *alors* de 22,3 mètres. La partie haute est donc de 2,80 mètres. La longueur réelle du missile, excluant donc le système de chasse, est de 20,70 mètres et non de 22,3 mètres comme cela est très souvent rapporté.

Si les diamètres des étages sont connus, seule la longueur du premier étage (8,04 mètres) est donnée dans le Traité. En se fondant sur les chiffres disponibles, à savoir la longueur du premier étage, la longueur cumulée des deuxième et troisième étages et de la case à équipement, ainsi que la longueur de la section supérieure, l'analyse des photographies disponibles du 15Zh65 permet de restituer les dimensions suivantes :



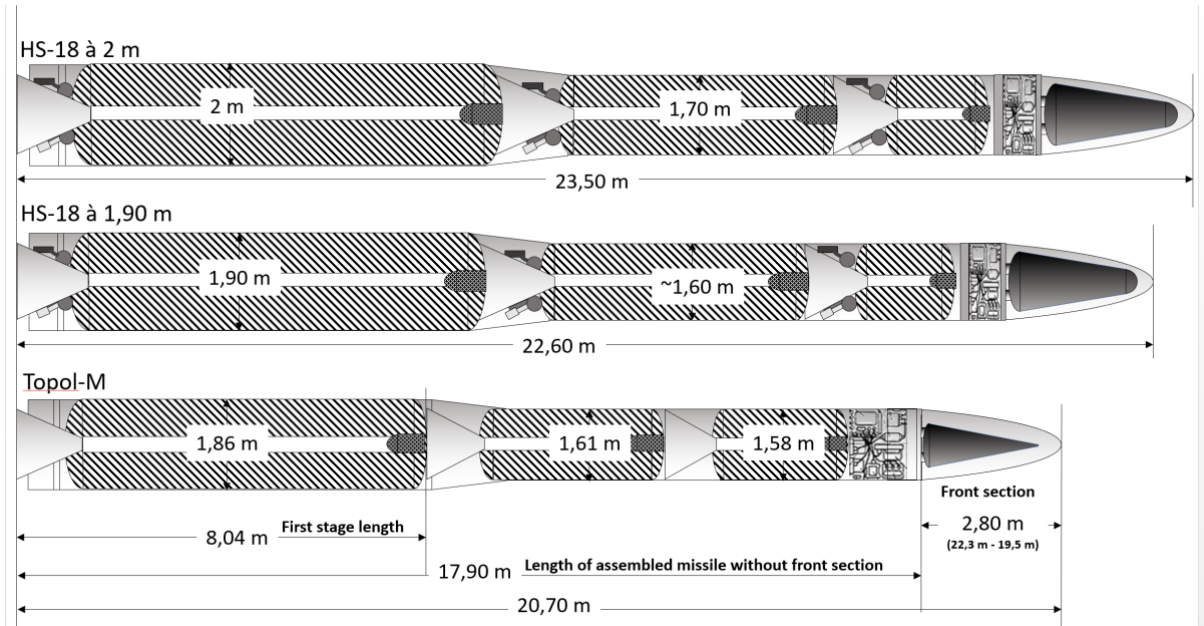
"front section" means that portion of the payload of the final stage that contains the reentry vehicle or reentry vehicles and may, depending on design, include a platform for a reentry vehicle or reentry vehicles, penetration aids, and a shroud.

#### DIMENSIONNEMENT DU MISSILE 15ZH65 DU TOPOL-M (CREDITS : MILITARYRUSSIA.RU ; C. MAIRE)

Sans même postuler la longueur exacte des deuxième et troisième étages, les deux étages du missile et la case à équipement faisant au total 11,46 mètres, la comparaison avec les dimensions du HS-18 montre que l'étagement est très différent, autant dans sa version à 2 mètres de diamètre que dans sa version à 1,90 mètre. Un dimensionnement approximatif des deuxième et troisième étages du 15Zh65 réalisé à partir des photographies de l'engin en vol<sup>9</sup> met en évidence cette différence.

<sup>8</sup> « 'front section' means that portion of the payload of the final stage that contains the reentry vehicle or reentry vehicles and may, depending on design, include a platform for a reentry vehicle or reentry vehicles, penetration aids, and a shroud ».

<sup>9</sup> Les dimensions des étages sont délimitées par les renforts visibles sur la structure, qui sont typiques des limites des enveloppes de propulseurs et des liaisons avec les jupes.



**COMPARAISON DES DIMENSIONS DU PREMIER ETAGE ET DE L'ENSEMBLE DEUXIEME ETAGE/TROISIEME ETAGE SUR LE HS-18 ET LE 15ZH65 (CREDITS : C. MAIRE)**

Lorsque l'on dimensionne le premier étage du HS-18 avec un diamètre à 1,90 mètre, qui se rapproche de celui du 15Zh65 (1,86 mètre), les diamètres des deuxième et troisième étages des deux missiles sont également très proches (1,61 mètre de diamètre pour le missile russe pour 1,60 mètre pour le missile nord-coréen). Dans ce sens, il y a une convergence réelle dans le diamètre des trois étages, convergence d'autant plus intéressante que ces dimensions n'ont pas d'équivalent sur d'autres étages propulsifs nord-coréens. Cependant, cette convergence apparaît moins évidente lorsque l'on compare la longueur des deuxième et troisième étages des deux missiles. Les deux étages supérieurs du missile russe sont de longueurs proches alors que le missile nord-coréen a un deuxième étage sensiblement plus long que le troisième. On note également qu'il n'y a pas de correspondance entre la longueur des deux étages supérieurs du missile russe et la longueur de ceux du missile nord-coréen.

De fait, suivant les hypothèses (diamètre à 2 mètres ou diamètre à 1,90 mètre), les missiles sont soit similaires mais pas identiques (diamètres très proches des étages mais longueurs différentes), pouvant laisser penser à une origine commune dans la propulsion, soit dissemblables (diamètres et longueurs d'étages différents mais structure générale proche), laissant supposer l'indigénisation de technologies acquises. Une estimation de la masse du missile nord-coréen peut inciter à penser que l'hypothèse d'un missile de diamètre large est plus crédible.

Un devis de masse du HS-18 peut être formulé en s'appuyant sur les deux hypothèses dimensionnelles ci-dessus et en faisant la comparaison avec d'autres engins dont les spécifications sont connues. Les chiffres mentionnés ci-après sont des estimations, car on ignore la nature des structures des étages propulsifs (métallique ou composites), tout comme le type de propergol ou encore la masse de charge utile. Pour comparaison, le missile 15Zh65 a une masse de 47,2 tonnes.

	Hypothèse avec diamètre maximal missile = 2 m (n° 1)	Hypothèse avec diamètre maximal missile = 1,90 m (n° 2)
1 <sup>er</sup> étage avec sa jupe	38 000 kg	34 000 kg
Inter-étage 1/2	200 kg	190 kg
2 <sup>ème</sup> étage	14 800 kg	13 000 kg
Inter-étage 2/3	200 kg	190 kg
3 <sup>ème</sup> étage	6 500 kg	5 500 kg
Case à équipements	250 kg	250 kg
Coiffe	200 kg	190 kg
Charge utile (hypothèse)	1 000 kg	1 000 kg
<b>TOTAL</b>	<b>61 150 kg</b>	<b>54 320 kg</b>

**DEVIS DE MASSE DU HS-18, A 2 METRES DE DIAMETRE ET A 1,90 METRE DE DIAMETRE**

On rappelle que le TEL du HS-18 dispose d'un essieu supplémentaire par rapport au TEL du Topol-M. L'ajout d'un essieu laisse supposer que le missile est sensiblement plus lourd que son équivalent russe, même si à la masse du missile s'ajoute celle du tube, elle aussi plus importante. Si l'on prend une valeur théorique de 15 tonnes portées par essieu, la masse du tube de lancement et du missile 15Zh65 impose huit essieux. Avec neuf essieux, le TEL du HS-18 est optimisé pour porter un missile d'environ 60 tonnes.

Cette donnée tendrait à renforcer l'hypothèse d'un missile de deux mètres de diamètre. Si l'on admet alors que le HS-18 est le résultat d'une indigénisation de technologies russes, cette différence peut s'expliquer par de nombreux facteurs – la charge utile, qui peut être plus lourde sur le missile nord-coréen, mais aussi et surtout l'indice constructif, très probablement plus élevé<sup>10</sup> ou encore la qualité énergétique du propergol, qui peut être inférieure à celle du missile russe. Sauf à penser que la Corée du Nord bénéficie de transferts industriels directs, y compris au niveau des matériaux, il est logique de supposer qu'à performances approchantes, le HS-18 est nécessairement plus lourd et volumineux que le 15Zh65.

Il n'est pas inutile de noter, pour conclure, que la modification du système de fermeture du haut du tube pourrait avoir un impact sur l'évolution du missile en tant que tel. Les TEL utilisés pour les deux premiers essais avaient en effet un système d'éjection pyrotechnique de la porte, proche de celui utilisé par le TEL du Topol-M. Toutefois, le TEL utilisé pour le tir du 18 décembre 2023 utilise une porte rabattable, sans dispositif pyrotechnique.

<sup>10</sup> L'indice constructif est le rapport entre la masse d'un étage à vide et sa masse de carburant.





EJECTION PYROTECHNIQUE DE LA PORTE DU TUBE AVANT LANCEMENT (CREDITS : KCNA)



ABAISSEMENT DE LA PORTE AVANT L'ERECTION DU TUBE (CREDITS : KCNA)

L'abandon du système pyrotechnique présente un intérêt évident, notamment lors de l'évacuation de la zone de tir, la porte ne devant pas être récupérée. Parallèlement, il peut être envisagé que la présence de moyens pyrotechniques impose une distance minimale entre ceux-ci et la tête du missile, pour des questions de sûreté. Si ce problème existe, l'utilisation d'un dispositif mécanique le solutionne et permet d'envisager le déploiement d'un missile plus long, notamment au niveau de la charge utile.

#### 4. Analyse des essais

C'est le 13 avril 2023 qu'a été réalisé le premier tir de développement du HS-18. Pour cet essai comme pour le suivant, effectué le 12 juillet 2023, le TEL est venu se positionner sur un site préparé, localisé à une vingtaine de kilomètres à l'est de Pyongyang, au bord du fleuve Taedong. Le dernier tir, réalisé le 19 décembre, est opéré à trois kilomètres de la zone de l'essai précédent, à partir d'une route bitumée. Le choix de la première zone de tir, sur un terrain apparemment non consolidé au préalable, indique que le système peut être déployé sur des zones relativement reculées, même si sa masse implique nécessairement que tout type de terrain n'est pas éligible. Il s'agit d'un progrès considérable par rapport au Hwasong-17, à propulsion liquide et de structure plus fragile, qui sera lancé de préférence à partir de terrains consolidés.



**SITES DE LANCEMENT DES TROIS TIRS DE HS-18**

Les données fournies par les autorités nord-coréennes à l'issue de ces trois tirs sont particulièrement précises mais elles diffèrent dans leur nature, les caractéristiques du vol n'ayant pas été données pour le tir inaugural, alors qu'elles l'ont été avec une grande précision lors du deuxième et du troisième. Le dernier tir, qui n'a pas fait l'objet de commentaires techniques par la Corée du Nord, est très proche du tir précédent en termes d'apogée et de portée mais il ne peut encore être établi si la trajectoire a été identique.

Date du vol	Portée	Apogée	Temps de vol	Retombées d'étages	Objectifs de l'essai
13.04.2023	Non indiquée par la Corée du Nord	Non indiqué par la Corée du Nord Moins de 3 000 km <sup>11</sup>	Non indiqué par la Corée du Nord 58'	1 <sup>er</sup> étage : en mer, à 10 km de la péninsule de Hodo 2 <sup>ème</sup> étage : en mer, à 335 km de la côte du comté d'Orang	Confirmer les performances de ce missile multi-étages à propulsion solide, la technologie de séparation d'étages et la fiabilité de divers systèmes de pilotage fonctionnels
12.07.2023	1 001,2 km	6 648,4 km	4 491 s (74'51" )	Non indiquées par la Corée du Nord	Confirmer la crédibilité technique et la fiabilité opérationnelle du système
18.12.2023	1 002,3 km	6 518,2 km	4 415 s (73'35" )	Non indiquées par la Corée du Nord	Estimer les capacités des militaires opérationnels et leur réactivité en termes de mise en œuvre, ainsi que la fiabilité du système d'arme

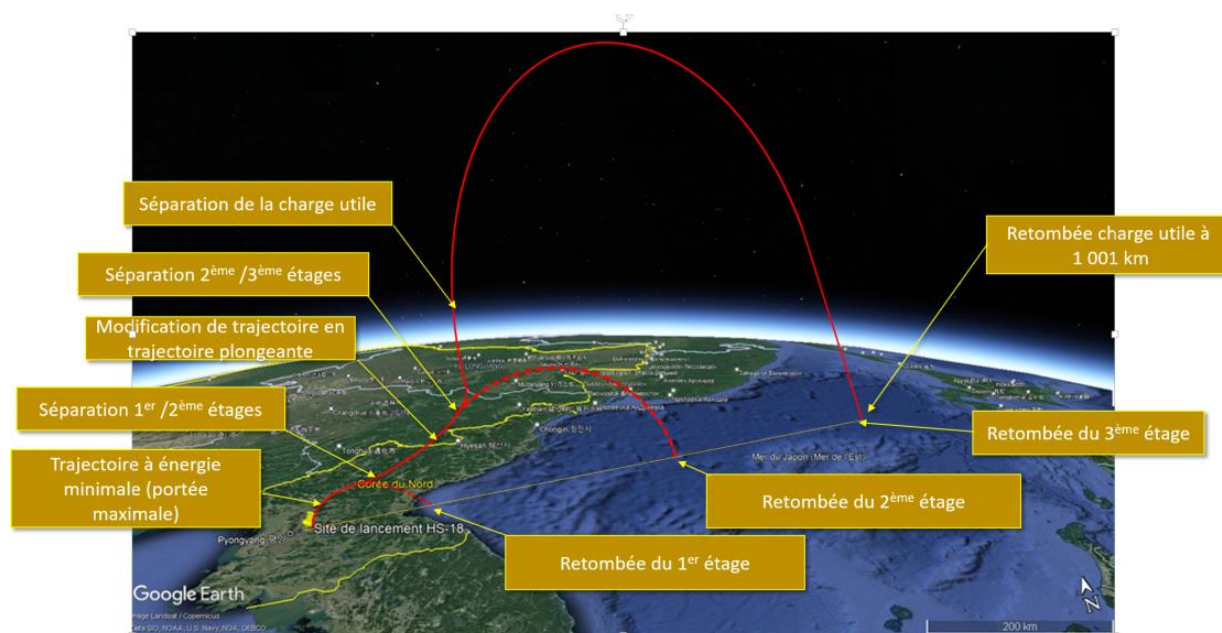
### DESCRIPTION DES ESSAIS

<sup>11</sup> Colin Zwirko, « North Korea says it tested Hwasong-18 solid-fuel ICBM for first time », [NK News](#), 14 avril 2023.

Les tirs ont mis immédiatement en évidence la maîtrise des technologies des ICBM modernes, à savoir : le développement de trois étages propulsifs à poudre de gros diamètre, la séparation d'étages avec des inter-étages pleins, et non pas des inter-étages en treillis pour lesquels la séparation est moins délicate, et la capacité de réaliser une trajectoire en deux phases avec une phase à énergie minimale puis une phase en trajectoire plongeante.

Ce dernier facteur n'est pas le moins remarquable : si l'on peut supposer que le premier tir a été relativement simple, visant probablement à valider les différentes étapes du lancement et du vol, les modifications de trajectoires observées lors du deuxième essai sont pour le moins étonnantes. D'une manière générale, la Corée du Nord teste ses missiles de très longue portée en suivant des trajectoires plongeantes, probablement pour éviter que les débris des missiles puissent être récupérés et analysés. L'apogée très élevé permet de reproduire une portée longue. Toutefois, alors que jusqu'à présent les tirs effectués suivaient une trajectoire linéaire, l'essai du 12 juillet 2023 diffère très notablement. Selon les déclarations nord-coréennes, en effet, le missile a suivi une trajectoire balistique « standard » lors de la phase de vol assurée par le premier étage, puis fortement augmenté l'incidence de vol lors de la phase de propulsion du deuxième et du troisième étages pour adopter une trajectoire plongeante, l'ensemble de la séquence permettant de tester le missile à sa portée maximale<sup>12</sup>. Le missile a donc été lancé sur une trajectoire à énergie minimale, c'est-à-dire la trajectoire assurant la portée la plus longue, puis, après l'allumage du deuxième et/ou du troisième étages, a adopté une trajectoire plongeante. Le dernier essai pourrait avoir repris les mêmes modalités, puisqu'il semble très proche dans ses caractéristiques générales.

Le graphique ci-dessous montre une représentation simplifiée de la trajectoire suivie lors du deuxième tir de développement du HS-18, le 12 juillet 2023. Les proportions ne sont pas respectées, l'engin ayant atteint un apogée de 6 648,4 km. Cette représentation vise avant tout à souligner les deux phases distinctes du vol, c'est-à-dire : une phase premier étage typique d'un vol à portée maximale, puis une phase où le deuxième étage et le troisième étage manœuvrent pour se placer sur une trajectoire très plongeante.



REPRESENTATION SIMPLIFIEE DE LA TRAJECTOIRE DU TIR DU 12 JUILLET 2023 (CREDITS : C. MAIRE)

<sup>12</sup> « In consideration of the security of the neighboring countries and the stability of domestic in-flight multi-stage separation, the test-fire was conducted in the way of setting the first stage as a standard ballistic flight mode and the second and third stages as high-angle flight mode and of confirming the technical characteristics of every component of the weapon system in the maximum range system », [KCNA](#), 13 juillet 2023.



TRAJECTOIRE DU TROISIEME TIR TELLE QU'ELLE APPARAÎT SUR UN MONITEUR MONTRE PAR LA COREE DU NORD<sup>13</sup>

Cette modification de trajectoire, qui n'est pas en soi nécessaire pour réaliser un tir ne dépassant la mer du Japon dès lors qu'une trajectoire plongeante est adoptée dès le lancement, constitue une démonstration technologique mais également une démonstration militaire. Sur un système à propulsion solide, la correction de trajectoire du deuxième étage et/ou du troisième étage<sup>14</sup> peut être réalisée soit par une tuyère orientable, soit par des moteurs verniers (moteurs d'appoint fournissant de la poussée pour orienter le missile), soit par une injection de liquide ou de gaz dans le jet de la tuyère, ce qui, en modifiant la direction de la poussée, conduit à modifier la trajectoire du missile. Cette dernière technique, déjà ancienne, a été adoptée notamment sur les deuxième et troisième étages du missile SS-25 Topol (version antérieure et plus légère du SS-27 Topol-M). Il n'est pas à exclure que les ingénieurs nord-coréens aient repris ce principe, puisque sur des moteurs de gros diamètre, la tuyère à butée flexible reste une technologie complexe à maîtriser alors que l'ajout de moteurs verniers alourdit sensiblement l'étage et affecte donc la portée ou la capacité d'empport. Les moteurs verniers, longtemps utilisés par la Corée du Nord pour le pilotage de ses missiles à propulsion liquide, disparaissent d'ailleurs progressivement, ce qui démontre une expérience croissante du pilotage de la phase propulsée du vol.

## 5. Implications possibles en termes militaires et en termes de prolifération

La modification de trajectoire est un exercice complexe, car le missile est soumis à des efforts importants sur les structures. Mal maîtrisée, elle entraîne la perte de contrôle du missile. Il est possible que le changement de trajectoire ait été réalisé sur la fin de la phase propulsée du deuxième étage, lorsque l'altitude est telle que les contraintes dynamiques sont moins fortes, lors de la phase propulsée du troisième étage, voire successivement sur les deux étages. L'intérêt de ce type de correction est double : il rend la trajectoire du missile moins prédictive et peut donc générer une incertitude sur la cible visée mais rend également l'interception potentiellement plus difficile. En effet, bien que le calcul complet de la trajectographie du missile ne puisse être achevé qu'après la fin de la phase propulsée, c'est-à-dire l'extinction du dernier étage propulsif, une trajectoire non linéaire rend le calcul initial, entamé durant la phase propulsée, plus complexe et nécessairement plus long. Il est toutefois impossible d'évaluer exactement les conséquences qu'une correction de trajectoire aurait sur les défenses américaines, le temps de vol du missile étant long, ce qui permet aux senseurs déployés sur la trajectoire du missile de disposer du temps nécessaire pour fournir des solutions de tir. Optimiser le temps de calcul de trajectographie pour définir le plus tôt possible une solution de tir, et

<sup>13</sup> Vidéo nord-coréenne montrée par Korea Now : <https://www.youtube.com/watch?v=UNscNeTU5Z0>.

<sup>14</sup> Le contrôle de trajectoire du premier étage peut être assuré par des surfaces aérodynamiques, le missile se trouvant alors dans les couches denses de l'atmosphère. Pour les propulsions liquides, le pilotage peut également être assuré par le moteur lui-même, monté sur des cardans.



éventuellement permettre de réengager la cible, reste un exercice néanmoins complexe que les délais dans le calcul de la trajectoire peuvent influencer. Les propos tenus par le Commandant du NORAD lors d'une audition devant le Congrès en mai 2023, dans laquelle il exprime des doutes sur la capacité de l'actuelle architecture de défense antimissile à prendre en compte les évolutions des systèmes de frappe nord-coréens, suggère l'existence de vulnérabilités potentielles<sup>15</sup>.

L'hypothèse selon laquelle les corrections de trajectoire montrées lors du deuxième essai auraient une finalité militaire reste à confirmer. Elle implique en effet que le missile possède un système de navigation capable de les prendre en compte de façon suffisamment fine pour que la précision du missile ne soit pas lourdement affectée. Une notice envoyée par l'Administration américaine en 2020 alerte sur les tentatives de la Corée du Nord d'acquiescer des gyroscopes à fibre optique, à laser ou à MEMS – soit les générations récentes de gyroscopes. Les autorités américaines émettent également une mise en garde sur l'acquisition d'accéléromètres QA-2000<sup>16</sup>, que le fabricant décrit comme les accéléromètres les plus utilisés sur les centrales inertielles de type *strap-down*. La notification peut laisser supposer que ce type de centrale représente actuellement l'état de l'art en Corée du Nord, ce qui n'exclut pas la présence de centrales plus évoluées sur les missiles stratégiques. On note également que l'initialisation de la centrale avant le tir ne reprend pas la méthode utilisée sur le Topol-M, ni certaines méthodes chinoises basées sur la prise de repères topographiques<sup>17</sup>. En l'état, il est impossible d'évaluer si la précision du missile était satisfaisante ou si la question de la précision n'était pas une préoccupation majeure lors de ces essais.

Parallèlement, il n'a pas été fait état de problème de rentrée lors des trois tirs, ce qui peut laisser supposer que les ingénieurs nord-coréens sont venus à bout des problèmes qu'ils avaient pu rencontrer lors des premiers tirs de missiles de très longue portée.

La portée maximale du missile n'a pas été indiquée par les autorités nord-coréennes. Elle dépend avant tout de la masse de charge utile de l'engin, qui n'est pas connue. Certaines sources l'estiment à 15 000 km environ<sup>18</sup>, portée qui permettrait de couvrir la totalité du territoire continental des États-Unis. La distance entre le site de lancement utilisé pour les deux essais en vol et Washington est de 11 000 km, ce qui constitue la valeur importante pour que le HS-18 soit crédible. Atteindre San Francisco (9 000 km) ou Los Angeles (9 500 km), la base de SNLE de Kitsap (8 200 km) ou la base navale de San Diego (9 700 km) pourrait toutefois suffire, plus particulièrement si la réduction de portée permet l'emport d'une charge utile plus performante (arme nucléaire plus puissante, aides à la pénétration, éventuellement têtes multiples). On notera que la présence de cibles militaires et civiles critiques sur la côte ouest des États-Unis pourrait rendre la problématique de la potentielle incertitude de la cible visée plus importante qu'elle semble l'être *a priori*.

En matière de dissuasion, la mobilité du système d'arme est également un point à prendre en compte. Face à la Corée du Nord, l'essentiel de la mission antimissile serait assuré par la destruction préalable des systèmes de frappe, tâche complexe et longue, du fait de la géographie du pays et des nombreuses procédures de défense passive adoptées par le régime nord-coréen. Si le déploiement sécurisé de TEL lourds représente un défi tout aussi important, notamment en termes de renforcement des infrastructures, de camouflage des pas de tirs potentiels et de durcissement des zones de stationnement, le HS-18 apporte probablement une certaine plus-value par rapport au HS-17, en permettant le tir à partir de zones non bétonnées. Il sera donc plus difficile d'évaluer à partir de quelles zones les missiles pourront être tirés et quelle sera la durée de la procédure de lancement à partir du moment où le missile émerge de son tunnel. La Corée du Nord peut estimer qu'en cas de crise, les États-Unis ne seront pas capables de prévenir un tir et agiter le spectre d'une frappe stratégique. De leur côté, les responsables américains peuvent avoir un doute réel sur la possibilité de détecter le lanceur et de l'engager dans un laps de temps nécessairement très court. Cette incertitude pose un vrai problème si une crise majeure devait se matérialiser, l'Administration américaine étant susceptible d'hésiter entre la nécessité de tenter de décapiter le système de frappe nord-coréen par des opérations

---

<sup>15</sup> [Statement of General Glen D. Vanherck](#), United States Air Force Commander United States Northern Command And North American Aerospace Defense Command before the Senate Armed Services Committee Subcommittee on Strategic Forces, 9 mai 2023.

<sup>16</sup> Voir [North Korea Ballistic Missile Procurement Advisory](#), Department of State, Department of the Treasury, Department of Commerce, 2021.

<sup>17</sup> Voir à ce sujet l'intéressante description de Jeffrey Lewis, *op. cit.*

<sup>18</sup> Yann H. Van Diepen, « Second Consecutive Flight Test Success Brings North Korea's Hwasong-18 ICBM Closer to Deployment », [38North](#), 18 juillet 2023.



préventives sur les infrastructures ou tenter de gérer le risque sur un temps plus long, au risque de s'exposer à une frappe.

De ce point de vue, le déploiement par les États-Unis d'une architecture spatiale optimisée pour la détection et la trajectographie des menaces balistiques et hypersoniques (*Proliferated Warfighter Space Architecture*, au sein de laquelle s'intègrent les composantes de détection DSP, SBIRS, NG-OPIR et, prochainement, HBTSS<sup>19</sup>) est très probablement un élément de solution. La densité de cette architecture est telle que des doutes peuvent être émis quant à la capacité qu'aurait la Corée du Nord à pénétrer les défenses une fois celles-ci pleinement opérationnelles. Toutefois, son déploiement prendra plusieurs années alors que le développement d'un nouvel intercepteur stratégique devant remplacer les GBI n'est pas anticipé avant la prochaine décennie. La Corée du Nord dispose donc d'une fenêtre d'opportunité de quelques années, probablement amenée à se refermer progressivement, sauf si le pays devait maîtriser rapidement les technologies des systèmes hypersoniques de portée stratégique, ce qui semble impossible. L'autre solution serait de développer des missiles à têtes multiples et des aides à la pénétration évolués.

Toutefois, la Corée du Nord n'est probablement pas le seul facteur à considérer. Les trois essais du HS-18, comme le développement du système courte portée KN-23, soulèvent en effet de très nombreuses questions sur l'implication de la Russie dans la modernisation des capacités nord-coréennes.

Même si l'on admet que le missile n'est pas un dérivé allongé du 15Zh65, mais bien un engin spécifique reprenant des solutions existantes, il semble peu probable qu'il soit le résultat d'une prolifération classique, exploitant des acteurs industriels naïfs ou dévoyés. Sans expérience des propulsions solides sur des engins de gros diamètre, la Corée du Nord vient de réaliser en moins d'un an trois essais successifs réussis d'un missile d'une portée théorique de 15 000 km. Elle dispose donc non seulement de la capacité à produire un propergol de qualité, en quantités suffisantes pour permettre le tir de trois ICBM<sup>20</sup>, mais sait également réaliser une intégration parfaite entre le propergol et l'enveloppe du missile. Les multiples problèmes liés à l'éjection à froid du missile, l'allumage, la séparation des étages, les modifications de trajectoire, la tenue mécanique des étages ont été résolus avec une telle efficacité qu'après un premier essai de validation, mettant en évidence le bon déroulement des procédures de vol inhérentes à un missile multi-étages, le deuxième essai est réalisé sur un domaine de vol uniquement validé sur simulation, sans dysfonctionnement notable. Le troisième tir, qualifié de tir d'exercice par la Corée du Nord, laisse supposer que les performances réelles du missile sont suffisamment proches des performances nominales pour justifier un déploiement dans une unité opérationnelle.

Nécessairement, ces multiples étapes ont fait l'objet de nombreuses simulations et d'essais au sol, mais ne peuvent être parfaitement réalisées sans des données d'entrée robustes. Les différences de conception apparentes entre les missiles nord-coréens et certains missiles russes de classe équivalente montrent que la Corée du Nord dispose d'un savoir-faire réel. Pour autant, une coopération étroite avec des entités étrangères semble très probable. La qualité des systèmes nord-coréens tend à exclure la piste d'une agrégation de technologies hétérogènes, à tout le moins sur les principaux éléments propulsifs, induisant des échanges structurés entre les parties, avalisés au plus haut niveau. La qualité des propergols peut laisser supposer des transferts industriels directs.

Il est possible que cette situation évolue vers des coopérations plus étroites. Au-delà du rapprochement entre Moscou et Pyongyang, la Chine s'est positionnée très clairement en soutien à la Corée du Nord, en réaffirmant, le jour même du dernier tir du HS-18 (19 décembre 2023) sa volonté d'approfondir les coopérations bilatérales. La Russie et la Chine se distancient très clairement des positions occidentales condamnant systématiquement les violations nord-coréennes des résolutions du Conseil de sécurité des Nations unies. Ce retrait, qui porte même sur les violations les plus flagrantes, ouvre la porte à des échanges plus systématiques qui contribueront plus que probablement à accélérer la transformation des systèmes de frappe nord-coréens. Compte tenu de l'aboutissement des programmes, il n'est pas certain que ces transferts soient discernables, permettant de maintenir la fiction d'une prolifération *ad hoc*, où la Corée du Nord, par

---

<sup>19</sup> Defense Support Program, Space-Based Infrared System, Next-Generation Overhead Persistent InfraRed et Hypersonic and Ballistic Tracking Space Sensor, soit les différents systèmes d'alerte et de pistage déployés et en cours de déploiement par les États-Unis.

<sup>20</sup> Le volume total de propergol nécessaire pouvant être très approximativement estimé à 150 tonnes ou plus.

ses seuls efforts, poursuit la modernisation de la totalité de son appareil de frappe à un rythme que les plus grandes puissances industrielles pourraient lui envier.

## 6. Bilan

Les progrès de la Corée du Nord sont donc rapides et elle maîtrise désormais le stockage et la mise en œuvre de missiles balistiques longue portée à partir d'un tube de lancement. C'est une technologie dont disposent peu de pays. Ce mode de lancement présente de nombreux avantages : protection du missile vis-à-vis des variations des conditions climatiques grâce à un stockage en environnement climatisé, ce qui évite d'exposer le propergol solide et l'électronique embarquée à des changements de températures parfois importants ; le délai de préparation au tir est également raccourci.

On notera que ces technologies, démontrées à l'occasion du lancement du Hwasongpho-18, ont des applications potentielles aux missiles balistiques mer-sol. On sait que la Corée du Nord travaille activement au développement d'une force océanique et il serait logique qu'elle se serve de l'expérience acquise en matière de lancement à froid pour ses futurs SLBM.

Le dimensionnement du missile que l'on peut faire à ce jour comporte encore des incertitudes, en particulier au niveau du diamètre des étages propulsifs principaux. Cependant, un faisceau d'indices va dans le sens d'un diamètre maxi engin de l'ordre de 2 mètres au niveau du premier étage et une longueur totale approximative de 23,50 mètres. Ceci a bien sûr des conséquences sur les performances mais aussi sur la masse totale de l'engin. On a pu constater que le lanceur mobile comporte neuf essieux, soit un de plus que le Topol-M. Un tel écart s'explique par à la fois la longueur importante du missile ainsi que sa masse, puisque le nombre d'essieux d'un lanceur mobile est conditionné par la masse à transporter par essieu.

Les ressemblances avec le Topol-M sont flagrantes. Même si le HS-18 n'est pas une copie conforme du système russe, les similitudes sont nombreuses et soulèvent des questions. Celles-ci portent sur le lanceur mobile et le missile, mais pas seulement, car au niveau de la logique de fonctionnement, on peut identifier de nombreux points communs en termes de procédure de lancement, en tous points similaire à celle du Topol-M.

La Corée du Nord démontre à travers les trois tirs successifs du HS-18 qu'elle a réussi à développer un engin de classe intercontinentale à propulsion solide de gros diamètre, lancé depuis un TEL, sans essayer de revers particulier. Il lui reste finalement de moins en moins de domaines à explorer pour maîtriser la majorité des technologies balistiques modernes. Toutefois, des incertitudes persistent. On ne sait pas si le système de guidage du HS-18 fait appel au recalage stellaire et/ou au recalage par satellite, ce qui améliorerait considérablement sa précision à l'impact. De fait, le seul autre domaine où la Corée du Nord peut encore progresser est celui de la partie haute. On peut penser que le HS-18, dans sa définition actuelle, est monotête. Toute la question est de savoir s'il est d'ores et déjà doté d'aides à la pénétration et s'il aura un jour une capacité multi-têtes, ce qui supposerait le développement d'un système d'espacement des têtes. En l'état, on pourrait alors penser que la « fonction têtes multiples » sera peut-être plutôt réservée au HS-17, doté d'un plus gros diamètre.

**FRS - KF** PROGRAMME CORÉE  
SUR LA SÉCURITÉ ET LA DIPLOMATIE