

N° 06/2017

*recherches &
documents*

septembre 2017

Le développement des technologies balistiques hors du MTCR: conséquences pour le régime

STÉPHANE DELORY *Chargé de recherche, Fondation pour la recherche stratégique*

Édité et diffusé par la Fondation pour la Recherche Stratégique
4 bis rue des Pâtures – 75016 PARIS

ISSN : 1966-5156
ISBN : 978-2-911101-48-9
EAN : 9782911101489

WWW.FRSTRATEGIE.ORG 4 BIS RUE DES PÂTURES 75016 PARIS TÉL.01 43 13 77 77 FAX 01 43 13 77 78

SIRET 394 095 533 00052 TVA FR74 394 095 533 CODE APE 7220Z FONDATION RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE – DÉCRET DU 26 FÉVRIER 1993

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
PROBLÈMES THÉORIQUES POSÉS PAR LA DISSÉMINATION DES TECHNOLOGIES BALISTIQUES ET PAR L'ÉVOLUTION DE L'EMPLOI DES MISSILES BALISTIQUES : LE PROBLÈME DES SYSTÈMES COURTE PORTÉE À PROPULSION SOLIDE.....	11
DES ÉVOLUTIONS TENDANCIELLES SUSCEPTIBLES DE FRAGILISER LE MTCR ?	14
L'ÉMERGENCE D'UNE CAPACITÉ HORS DU MTCR : LE CAS DE L'IRAN	16
IMPACT PRÉVISIBLE DE L'ÉMERGENCE HORS MTCR D'UN MARCHÉ DE LA ROQUETTE LOURDE GUIDÉE LONGUE PORTÉE.....	18
LA RELANCE DE LA PROLIFÉRATION STRATÉGIQUE : LA MAÎTRISE DES PROPULSIONS UDMH/NTO PAR LA CORÉE DU NORD ET SES CONSÉQUENCES	20
IMPACT DE LA DIFFUSION POSSIBLE DES TECHNOLOGIES DE PROPULSION UDMH/NTO SUR LE MTCR.....	22
QUELLES SOLUTIONS POSSIBLES ? LE CAS DES PROPULSIONS DE TYPE UDMH/NTO	24
LES SOLUTIONS POSSIBLES POUR LES PROPULSIONS SOLIDES	25

Avertissement méthodologique

Le MTCR vise à freiner la prolifération des missiles, des véhicules aériens non pilotés et la technologie connexe pour les vecteurs d'une charge utile de plus de 500 kilogrammes sur une distance d'au moins 300 kilomètres, ainsi que les vecteurs d'armes de destruction massive (ADM)¹. Les plafonds de portée et de charge utile de 300 km et de 500 kg déterminent les caractéristiques de base au-delà desquelles un missile est défini pouvant être un vecteur capable d'emporter une arme de destruction massive². Ces caractéristiques permettent de définir, à travers les annexes, les spécifications minimales du vecteur et des technologies afférentes sur lesquelles les contrôles doivent être appliqués. Dans la mesure où les éléments constitutifs d'un missile à vocation conventionnelle ne diffèrent pas de ceux d'un missile à vocation non conventionnelle, les membres du Régime tendent à faire preuve de la plus grande prudence dans leur exportation. Le MTCR est dans ce sens un outil de non-dissémination balistique. L'analyse qui suit comprend le MTCR dans cette seconde dimension.

Par ailleurs, la dissociation traditionnelle qui a longtemps existé entre une roquette et un missile balistique tend à disparaître. Très longtemps, la roquette s'est définie comme un engin monoétage non guidé à tête non séparable et à propulsion solide, de portée relativement courte (ce qui induit alors l'absence de trajectoire balistique). Un missile balistique se définit alors comme un système guidé de plus longue portée, adoptant une trajectoire balistique après la phase propulsée. Toutefois, à partir des années 1980, l'évolution des systèmes de guidage a permis de coupler ceux-ci aux roquettes les plus lourdes³. Les roquettes lourdes guidées, dont le calibre se situe généralement autour des 600 mm, sont dès lors devenues plus communes. L'évolution des propergols solides et l'allègement des structures ont permis d'augmenter leurs portées, autour des 300 km puis au-delà pour les roquettes de 600 mm, et autour des 150 km et plus pour les roquettes de moyen calibre (300 à 400 mm). En termes de trajectoire, la différence entre la roquette et le missile balistique tend aussi à se brouiller, du fait de l'allongement de portée, qui va donner aux roquettes lourdes une trajectoire balistique, mais aussi du fait de l'adoption des techniques de manœuvrabilité, qui permettent à un missile balistique comme à une roquette lourde de suivre des trajectoires semi-balistiques s'ils sont conçus à cet effet⁴.

Il n'existe donc plus de différence objective entre une roquette lourde guidée de longue portée et un missile balistique, y compris en termes de trajectoire. Toutefois il est intéressant de garder une distinction sémantique entre les deux, celle-ci permettant de distinguer les origines des filières et plus particulièrement de mettre en évidence les filières industrielles qui seront utilisées par les États souhaitant développer des systèmes à plus longue portée à partir d'une capacité existante sur les roquettes de petit et moyen calibres. La différence de terminologie donc est délibérément maintenue dans cette analyse.

¹ Définition donnée sur le site d'information du MTCR.

² Pour rappel, ce seuil de 500 kg correspond au poids minimal d'une arme nucléaire de première génération.

³ Il n'existe pas de classification précise permettant de classer les roquettes en catégories. Arbitrairement, et en fonction des calibres les plus communément utilisés, les roquettes de 122 mm et moins sont ici définies comme des roquettes de petit calibre, les roquettes de 227 mm à environ 400 mm comme des roquettes de moyen calibre et les roquettes de 600 mm comme des roquettes lourdes.

⁴ Les trajectoires semi balistiques sont des trajectoires où le missile effectue l'essentiel de son vol dans l'atmosphère.

Introduction

Souvent remis en question, le MTCR s'est avéré, dans la durée, remarquablement efficace. Bien que la constitution des filières proliférantes nord-coréenne et iranienne ait parfois été invoquée pour en dénoncer les limites, le régime a permis de limiter drastiquement la dissémination des technologies balistiques et a créé une norme, très largement respectée, y compris par les États qui n'en sont pas membre, autour des caractéristiques théoriques au-delà desquelles un système d'arme ou les technologies afférentes ne peuvent être exportés sans contrôles. De fait, la plupart des producteurs de missiles balistiques non membres du MTCR n'exportent pas de vecteurs excédant les plafonds des 300 km de portée et des 500 kg de charge utile⁵, alors qu'en son sein, les États exportateurs appartenant au régime adaptent systématiquement leur offre commerciale en conséquence. Toutefois, bien que généralement réalisés sur des technologies, des sous-systèmes et des composants ne permettant pas de dépasser directement les plafonds, les transferts de savoir-faire et/ou de capacités permettent de construire des compétences.

Cette capacité d'acquisition théorique doit néanmoins être analysée avec prudence. L'adhésion au régime renforce la garantie offerte par les États qu'ils n'entendent pas proliférer ou exploiter les technologies à des fins proliférantes. Cette garantie peut faciliter les transferts dans certains cas particuliers, sans pour autant faire du MTCR un facilitateur de transferts, y compris pour les items de catégorie 2, sur lesquels les contrôles sont moins stricts⁶. De fait, depuis la fondation du MTCR, la constitution d'une capacité balistique dépassant les plafonds par un État membre ne disposant pas, avant son adhésion, d'une capacité balistique propre, n'a jamais été constatée⁷.

⁵ Le cas de l'Inde (avant son adhésion) et du Pakistan sont particulièrement illustratifs. Le cas de la Chine (non membre mais qui applique une version nationale du MTCR) est aussi notable, Pékin n'ayant pas cherché à s'emparer du marché développé par l'URSS au Moyen-Orient par exemple.

⁶ Pour rappel « la catégorie I comprend : systèmes de fusées complets et véhicules aériens non pilotés (notamment les missiles balistiques, les lanceurs spatiaux, les fusées-sondes, les missiles de croisière, les drones-cibles et les drones de reconnaissance) capables de transporter une charge d'au moins 500 kg sur une distance d'au moins 300 km, leurs principaux sous-systèmes (tels les étages de fusée, les moteurs-fusées, les systèmes de guidage et les corps de rentrée) et logiciels et technologies connexes, ainsi que toute installation de production spécialement conçue pour ces articles. Conformément aux Directives, il y aura nécessairement une forte présomption en faveur du refus des exportations d'articles de catégorie I, quel que soit le motif d'exportation. De plus, l'exportation d'installations de production d'articles de catégorie I est absolument interdite.

La catégorie II comprend les articles suivants : autres éléments moins sensibles et éléments à double usage liés aux missiles ainsi que les autres systèmes de missiles complets dotés d'une portée d'au moins 300 km, indépendamment de leur charge utile. Leur exportation est sujette aux exigences de licence d'autorisation tenant compte des facteurs de non-prolifération précisés dans les Directives. Toutefois, si le gouvernement du pays exportateur soupçonne qu'un article est destiné à être utilisé dans des vecteurs d'ADM, son exportation fera l'objet d'une forte présomption en faveur du refus ». (Extrait de la FAQ du site du MTCR)

⁷ Par exemple, la Corée du Sud, qui actuellement développe activement ses capacités balistiques, est une puissance balistique bien avant son adhésion. La Turquie est potentiellement une exception, développant un programme autour des roquettes de petit calibre et des SRBM B-611 depuis la fin des années 1990. Il n'est pas

Parallèlement, le nombre d'États susceptibles d'avoir pu valoriser une filière balistique existante grâce à leur adhésion au MTCR est infime. La Corée du Sud est probablement un cas à envisager, ce qui tient directement à la dégradation constante de son environnement de sécurité depuis son adhésion en 2001. On observe par ailleurs une montée en compétence de certains membres du MTCR dans le domaine des roquettes de petit et moyen calibres, lesquelles sont souvent utilisées pour obtenir des premières briques technologiques en matière balistique⁸. Pour autant, l'utilisation des technologies acquises auprès d'un État membre par un autre État membre pour la poursuite de programmes balistiques dépassant les plafonds est quasiment inexistante. La constitution d'une capacité en matière de roquettes lourdes est également encore très rare.

Autres illustrations significatives du succès du MTCR dans le domaine balistique : le nombre relativement restreint de producteurs en son sein, le volume limité d'échanges entre États membres et la raréfaction des transferts technologiques des États membres vers les États non membres susceptibles de proliférer. Cette capacité d'autorégulation est d'autant plus remarquable que le MTCR compte des puissances balistiques exportatrices proposant des équipements dont les caractéristiques sont formellement inférieures aux plafonds, mais qui néanmoins ont pris soin d'en limiter les transferts. Tel est notamment le cas de la Russie, qui développe une version plafonnée du SS-26, mais qui ne l'a pas encore exportée et qui n'est pas connue pour avoir transféré des technologies. Il en va de même pour les États-Unis, qui avec l'ATCAMS⁹ disposent d'un système atteignant quasiment les plafonds fixés par les directives et qui l'exportent vers certains alliés mais qui en ont délibérément bridé la portée¹⁰ et n'ont concédé aucune licence de production pour le propulseur. Aspect parfois négligé, le MTCR a en outre joué un rôle fondamental dans l'encadrement des transferts technologiques liés aux lanceurs spatiaux légers, et plus particulièrement dans celui des vecteurs dérivés d'ICBM, de type Dniepr (utilisant les étages du SS-18) et Rokot/Strela (utilisant les étages du SS-19).

Parallèlement, le MTCR s'est aussi imposé comme une norme balistique pour les États non membres, notamment pour des puissances balistiques comme la Chine et Israël, qui ont adapté leurs législations nationales en accord avec les annexes du MTCR – avec cependant des différences notables dans certains cas – et qui, sur un plan général, se conforment aux directives. Si les liens entre la Chine et le Pakistan demeurent pour le moins opaques, les exportations balistiques et transferts technologiques chinois vers les autres clients restent limités.

exclu qu'elle produise des systèmes de plus de 300 km dans les années à venir, la charge utile de ces possibles vecteurs ne pouvant être évaluée.

⁸ Une partie des technologies utilisées pour les versions les plus modernes de ces systèmes peut relever de la catégorie 2, notamment en matière de propergol. Les technologies des fusées sondes ont également été largement utilisées pour construire la compétence balistique mais elles font désormais l'objet d'une surveillance accrue et rentrent dans le cadre des contrôles exercés par le MTCR.

⁹ *Army Tactical Missile System*. Noter que l'ATCAMS est généralement décrit comme une roquette lourde guidée. Sa trajectoire est semi-balistique. Pour mémoire, la portée des versions actuelles est légèrement inférieure à 300 km pour une charge utile d'environ 250 kg.

¹⁰ Cette limite que les États-Unis s'imposent devrait être abolie pour le futur système remplaçant l'ATCAMS, qui pourrait atteindre les 500 km de portée (limite imposée par le traité sur les forces intermédiaires).

Le cas de la Chine, puissance balistique majeure, appelle cependant à considérer les relations entre États membres et les puissances balistiques non membres du régime.

Bien que le régime se limite à encadrer voire décourager les transferts technologiques, ceux-ci restent à l'appréciation souveraine des États. Dans ce sens, un pays membre désirant se constituer une capacité balistique dont les autres membres ne perçoivent pas la nécessité risque de se heurter à des difficultés, plus particulièrement sur les équipements et composants de catégorie 1, dépassant les plafonds ou permettant de les dépasser. Cela peut conduire certains États à chercher une assistance hors du régime. Sans violer ses engagements au titre du MTCR, la Turquie ainsi s'est tournée vers la Chine pour se constituer une première capacité courte portée (40 km-150 km), faute de bénéficier du soutien des États membres pour y parvenir. Elle a ensuite valorisé cette capacité pour produire des engins plus performants.

Cet épisode exceptionnel, dont les origines remontent au début des années 1990, pourrait devenir plus commun de nos jours, non tant du fait d'une moindre observance du régime par les États membres que du fait de la progression qualitative des systèmes balistiques ou assimilables, notamment les roquettes lourdes guidées et les missiles balistiques très courte portée à propulsion solide. La précision, la flexibilité et la portée de ces derniers offrent de nombreuses possibilités d'usage avec des munitions conventionnelles et favorisent le développement de stratégies de frappe dans la profondeur. Une demande croissante émerge pour ce type de vecteurs, qui permettent aux États de disposer de systèmes autorisant des opérations complémentaires à celles traditionnellement réalisées par l'artillerie mais aussi par l'aviation, à des coûts moindres et avec une très grande létalité.

À cette demande opérationnelle s'associe une plus grande disponibilité des technologies, au sein du MTCR mais aussi désormais en dehors. Au sein du MTCR, la Turquie et la Corée du Sud sont deux exemples d'une montée en puissance technologique, industrielle et, désormais, capacitaire, répondant à une demande opérationnelle précise. Ces deux pays, qui disposent d'une base industrielle de défense évoluée, démontrent que le développement de capacités balistiques courte puis moyenne portée n'est plus un enjeu majeur pour les États développés, qui disposent non seulement des ressources industrielles et technologiques nécessaires mais qui peuvent exploiter des technologies militaires et civiles connexes pour soutenir les programmes.

Toutefois, la principale transformation ne se situe pas dans les nouvelles capacités de certains des États membres du MTCR mais dans celles des États non membres, et plus particulièrement des États proliférants. En dehors du MTCR, l'Iran est devenu un producteur majeur de roquettes lourdes guidées et dispose d'une gamme de produits quasi unique, qui pourrait susciter l'attention d'États cherchant à se doter d'une capacité de frappe dans la profondeur sans être contraints par les restrictions ordinairement appliquées par les fournisseurs membres du MTCR.

De l'autre côté du spectre, sur les plus longues portées, les évolutions récentes des capacités nord-coréennes soulèvent des problématiques tout aussi sensibles. Pyongyang atteint progressivement un niveau technologique suffisant pour concevoir des vecteurs balistiques de seconde génération, disposant de propulsions plus modernes et plus puissantes, permettant l'emport de charges utiles plus lourdes sur des portées plus longues. Dans ce sens, alors que l'acquisition de systèmes de type Scud s'est souvent

avérée décevante pour les pays proliférants, ces technologies plus sophistiquées pourraient renforcer l'attrait de la prolifération, plus particulièrement pour les États envisageant de se doter d'un programme nucléaire à finalité militaire.

Ces deux tendances doivent par ailleurs être mises en perspective avec le développement des défenses antimissiles, lesquelles sont de plus en plus présentes dans les dispositifs militaires des États périphériques aux États proliférants. L'efficacité des systèmes antimissiles, notamment des PAC-2 et des PAC-3, face aux engins courte portée de type Scud a non seulement permis de rétablir un équilibre militaire entre les États proliférants et les États s'estimant menacés, mais a aussi favorisé la gestion des crises pouvant les opposer. La défense antimissile est ainsi un élément majeur de stabilisation en Corée du Sud et dans le Golfe persique, contribuant à renforcer la sécurité des États qui en sont dotés ou qui bénéficient de sa protection et à atténuer la capacité de coercition politique des États proliférants. Au-delà des PAC-2 et des PAC-3, c'est l'ensemble de l'architecture de défense antimissile de théâtre américaine (SM-3 et THAAD) qui est en fait mobilisé, contribuant très nettement à dévaloriser les arsenaux des États proliférants sur les courtes et moyennes portées. La commercialisation du THAAD auprès des alliés américains indique par ailleurs une tendance lourde à la normalisation des transferts de systèmes antimissiles évolués, jadis perçus comme des armements stratégiques, mais désormais exportés comme des composantes de forces quasi ordinaires.

Assez logiquement le corollaire de ce rééquilibrage a été une modification des stratégies de développement balistique des États proliférants afin de surmonter les défenses antimissiles. Cette évolution a été d'autant plus logique que ces dernières étaient encore mal adaptées au traitement de menaces plus évoluées que celles représentées par les systèmes Scud/No-Dong et étaient donc potentiellement perméables. Si les options retenues pour surmonter les défenses ont été très différentes selon que ces États disposaient ou non d'une capacité à produire des ADM¹¹, elles ont directement contribué à restaurer la crédibilité de leurs arsenaux, démontrant leur capacité à maintenir une logique de prolifération et de valorisation technologique et industrielle suffisamment efficace pour garantir leur capacité de frappe, en dépit des systèmes antimissiles qui leurs sont opposés.

Si la défense antimissile a très probablement joué un rôle positif dans la stabilisation des crises opposant certains États proliférants aux puissances régionales limitrophes et États occidentaux, elle est aussi, assez paradoxalement, un élément de vulnérabilité. Les systèmes mis en place ne sont pas forcément adaptés à une menace évolutive et poussent les États qui y sont confrontés, proliférants ou non, à moderniser leurs moyens de frappe, autant sur les portées courtes que sur les portées plus longues, afin de prévenir ou d'anticiper le déploiement de ces systèmes d'interception. Dans ce sens, les

¹¹ Parmi les États ayant développé un programme balistique et disposant d'ADM, il faut compter bien sûr la Corée du Nord mais aussi la Syrie. Les deux programmes présentent des similarités, qui ne sont pas exclusivement liées au fait que la Corée du Nord ait été le principal fournisseur de la Syrie. À l'inverse, l'Iran est ici considéré comme un État développant son programme balistique sans disposer d'ADM, ce qui contribue à expliquer l'originalité du développement d'une partie de son programme balistique. Il est par ailleurs notable que dans le développement des vecteurs dont il a été soupçonné qu'ils pourraient être les porteurs d'ADM (programme Shahab-3 et Ghadr), l'approche iranienne rejoint celle des deux autres États proliférants considérés ici.

défenses antimissiles¹² sont un facteur de fragilisation du MTCR, puisqu'en encourageant indirectement la modernisation des moyens offensifs permettant de les surmonter, leur généralisation risque de pousser certains États à chercher des fournisseurs alternatifs, non contraints par le régime et proposant des vecteurs plus performants, en termes de portée comme de charge utile.

Problèmes théoriques posés par la dissémination des technologies balistiques et par l'évolution de l'emploi des missiles balistiques : le problème des systèmes courte portée à propulsion solide

Si la défense antimissile agit comme un révélateur, et contribue probablement à accélérer la modernisation des arsenaux, cette dernière relève d'une tendance lourde, liée aux besoins militaires des États mais aussi, et peut-être surtout, à la démocratisation de certaines technologies de guidage et de navigation et à la dissémination des technologies de propulsion auprès d'un nombre croissant d'acteurs.

Il faut distinguer plusieurs éléments :

D'une part, alors que pour les puissances souhaitant acquérir des moyens balistiques à capacité stratégique¹³, la propulsion liquide de type Scud a longtemps représenté l'un des seuls moyens d'accès, un certain nombre d'États ont opté pour la valorisation de la filière de propulsion solide, soit par la filière spatiale (via les fusées sondes notamment), soit par la filière des roquettes de petit et moyen calibres. La transition vers des engins de plus gros calibre étant complexe (passage des propergols double base aux propergols composites de type PCPA¹⁴), cette évolution a été assez lente mais se concrétise progressivement. L'usage de ces propergols, associé à l'utilisation plus systématique d'alliages légers ou de matériaux composites, a permis d'allonger la portée des engins à propulsion solide dérivés des roquettes bien au-delà de 300 km.

D'autre part, le guidage, le pilotage et la navigation des engins balistiques étant liés aux performances des centrales inertielles et à la puissance des calculateurs embarqués, l'accès à ces technologies a été un facteur crucial dans la définition de l'usage des missiles. La masse et la complexité des systèmes de guidage ont longtemps été des facteurs limitatifs (trop lourds et complexes pour être adaptés aux roquettes, trop imprécis pour le développement de missiles balistiques à charges conventionnelles autrement que dans une logique politique). Développer des systèmes de guidage

¹² Il faut d'ailleurs comprendre ici les défenses antimissiles au sens large de la défense aérienne élargie (c'est-à-dire les systèmes de défense aérienne et antimissiles combinés), qui, par sa modernisation constante et par sa diffusion à un nombre toujours plus important d'États, représente un risque croissant pour les aviations comme pour les moyens de frappe balistique courte portée trop anciens.

¹³ Il est à noter que le terme stratégique est ici relativement confus, un Scud pouvant être considéré comme un système stratégique pour des États voisins de petites tailles. On considérera ici que le terme stratégique s'applique pour définir des systèmes de longue portée (MRBM et plus), capables d'emporter une charge relativement lourde.

¹⁴ Propergol composite à perchlorate d'ammonium, c'est-à-dire propergol composite associant un liant, généralement de type HTPB, à du perchlorate d'ammonium et à des paillettes d'aluminium. Les propergols composites sont nécessaires pour les engins de gros diamètre, et sont donc un préalable indispensable pour le développement d'engins longue portée.

inertiels offrant des précisions hectométriques est resté hors de portée de nombreux États jusqu'à nos jours, limitant très fortement l'intérêt des missiles balistiques à munition conventionnelle, indépendamment du système de propulsion retenu.

L'augmentation considérable des puissances de calcul, offerte par les technologies civiles, et la diffusion massive des systèmes de positionnement par satellite (GNSS) ont fait profondément évoluer cette situation en accélérant le déploiement de systèmes de guidage nettement plus précis couplant la navigation inertielle au GNSS. Sur les systèmes courte portée, ces systèmes permettent également de guider les engins sur l'ensemble de la trajectoire par la gestion d'appuis aérodynamiques (trajectoires semi-balistiques, actuellement développées pour des portées plus longue). L'adjonction de systèmes de guidage terminal, radars ou électro-optiques, permet d'exploiter au mieux la manœuvrabilité en guidant le missile ou la tête directement vers la cible. Sur les portées plus longues, le couplage du GNSS et des centrales inertielles contribue à améliorer la précision des systèmes purement balistiques et permet le déploiement de têtes manœuvrantes. Dans ces cas de figure, la précision d'armes de plusieurs milliers de kilomètres de portée peut être inférieure à une centaine de mètres, voire nettement moins, lorsqu'y sont associés des systèmes de guidage terminal.

Cette manœuvrabilité, développée dès les années 1960 sur les têtes (AMaRV puis Pershing II), dans les années 1970 sur les SRBM mono-étages à tête non séparable (type Pluton par exemple) et dès les années 1980 sur les roquettes lourdes (ATCAMS), est désormais devenue relativement courante sur un vaste ensemble d'engins balistiques, notamment russes (SS-21, SS-26), chinois (versions conventionnelles des DF-11, 15, 16, 21 ou 26), mais aussi sur un nombre croissant de roquettes guidées de tous calibres. Depuis quelques années, ces technologies se diffusent vers les nouveaux producteurs de missiles et de roquettes¹⁵, mais aussi parmi les États proliférants, plus particulièrement l'Iran (roquettes lourdes guidées Fateh et dérivés et MRBM Emad) et très récemment la Corée du Nord (roquettes de moyen calibre KN-09 et Scud à tête manœuvrante KN-18). En fonction des portées et des technologies, la précision de ces systèmes varie, mais tend à devenir systématiquement inférieure à une centaine de mètres et ne dépasse pas plusieurs mètres pour les vecteurs courte portée évolués. Complément fondamental, la manœuvrabilité rend l'interception nettement plus complexe et impose non seulement de modifier les caractéristiques des intercepteurs, mais de renforcer substantiellement les performances des capteurs.

Aspect parfois négligé, ces précisions élevées permettent enfin d'associer les vecteurs à des charges conventionnelles spécialisées (thermobariques, à pénétrateur terrestre), élargissant le type de cibles pouvant être traitées et la létalité des vecteurs mais aussi, par voie de conséquence, le rôle de ces systèmes dans les inventaires militaires.

La combinaison de la dissémination des technologies de propulsion solide et de l'accroissement spectaculaire de la létalité des vecteurs conventionnels constitue une transformation considérable. En effet, la maîtrise progressive des propergols PCPA par un nombre croissant d'États leur permet de développer des engins de portée croissante

¹⁵ Brésil sur les roquettes de petit et moyen calibres ASTRO, Turquie sur les roquettes de petit et moyen calibres TG-122 et 300, mais aussi sur les roquettes lourdes guidées Khan/Bora, actuellement en développement, Israël sur l'ensemble de la gamme des roquettes mais notablement sur les LORA, comparables aux ATCAMS, Corée du Sud sur les SRBM Hyunmo-2B et C.

sur des vecteurs de tout diamètre. Alors qu'une roquette lourde non guidée de 600 mm de type FROG ou Zelzal affichait des portées de l'ordre de la centaine de kilomètres avec une précision de l'ordre du kilomètre, les engins actuels de même calibre peuvent afficher des précisions décimétriques sur des portées qui peuvent désormais dépasser 500 km. Certes, l'extension de portée implique souvent une réduction de la masse de la charge militaire, mais sur des portée de 300 km, les Fateh iraniens sont réputés opérer avec des charges de plus de 600 kg.

La prolifération de ces moyens de frappe dans la profondeur a longtemps été prévenue par la quasi-impossibilité pour la plupart des États du monde d'accéder aux technologies balistiques nécessaires, les difficultés inhérentes à l'emploi de systèmes de frappe dans la profondeur conventionnels ont également contribué à freiner leur diffusion. Exploiter pleinement le potentiel de ces systèmes d'arme nécessite une architecture complexe. Au-delà du vecteur, les composantes de commandement mais aussi de reconnaissance, d'identification et de traitement (C4ISR) des cibles doivent impérativement être développées pour permettre l'engagement des engins autrement que contre des cibles statiques. Cet investissement est rentable car il donne aux forces les déployant une capacité de frappe brusquée particulièrement efficace, permettant de neutraliser les systèmes d'arme critiques, de décapiter le C2 ou encore, associé à une ISR performante, de frapper des objectifs d'opportunité (concentration de troupes, zones de regroupements logistiques). Les États-Unis ont amplement démontré l'impact décisif d'une capacité de frappe dans la profondeur réactive, s'appuyant cependant plus sur leur aviation et sur des missiles de croisière que sur la composante balistique, limitée par le traité FNI¹⁶. La Chine laisse entrevoir d'autres usages avec les ASBM mais aussi avec le déploiement d'une composante balistique conventionnelle très structurée, dédiée à la neutralisation des infrastructures dans la durée et du C2 (frappes échelonnées) ainsi que des cibles navales sur des portées excédant désormais les 1 500 km.

Si les exemples américain et chinois restent difficilement reproductibles par des États moins puissants, ils indiquent cependant la voie à suivre. La banalisation des drones, la miniaturisation des capteurs, le développement des architectures réseau ou encore l'utilisation systématique des données satellitaires permettent à des forces armées plus petites et moins riches de développer des moyens ISR efficaces qui démultiplient les effets des vecteurs en permettant de réduire le nombre de cibles critiques à traiter mais aussi le nombre de missiles requis pour produire un effet militaire significatif.

Certes, en cas de conflit, un C4ISR insuffisamment protégé et robuste risque d'être rapidement neutralisé, limitant fortement la capacité d'action des systèmes de frappe dans la profondeur. Il faut néanmoins considérer que pour un certain nombre de pays, le développement d'une composante de ce type ne visera pas uniquement à soutenir un engagement armé, mais avant tout à le prévenir.

En effet, si la frappe dans la profondeur est devenue un des piliers de la guerre moderne, la logistique de celle-ci n'a pas suivi le même rythme de progression. Toute opération militaire d'envergure, et plus particulièrement toute opération militaire occidentale,

¹⁶ L'utilisation des ATACMS, durant les deux conflits irakiens puis en Afghanistan, a cependant amplement démontré l'intérêt des systèmes à plus courte portée pour la frappe dans la profondeur du champ de bataille, ce qui contribue à expliquer la volonté des États-Unis de développer une version de plus longue portée, devant probablement atteindre le plafond des 500 km (programme *Deep Strike*).

repose sur une génération de force relativement lente, massivement concentrée sur un nombre de plus en plus restreint de points logistiques. Pouvoir frapper ces centres par des moyens saturants et fortement létaux a donc un effet dissuasif évident. Il impose aux puissances coalisées de reculer les zones de déploiement hors de portée des systèmes de frappe et dégrade donc l'efficacité militaire des forces déployées. L'alternative consiste à déployer des défenses antimissiles robustes, toutefois celles-ci restent plus adaptées à l'interception de Scud tirés à l'unité qu'à celle de salves multiples. En outre, du fait de la précision croissante des missiles sol-sol, les systèmes antimissiles deviennent eux-mêmes des objectifs à très haute valeur ajoutée, dont la destruction peut être un élément clef des opérations militaires.

L'accroissement de portée de ces moyens de frappe crée un effet supplémentaire en permettant de couvrir un nombre optimal de zones économiques et démographiques et d'y opérer des frappes qui ne relèvent pas uniquement des logiques de terreur mais aussi de la neutralisation des centres de décision ou d'infrastructures économiques critiques. Dans ce sens, la frappe de précision longue portée permet d'établir un certain niveau de dissuasion conventionnelle, notamment dans la phase préalable au déclenchement d'un conflit. Cet effet dissuasif est renforcé si le déploiement de la partie adverse dépend de bases prépositionnées sur des infrastructures logistiques fixes, dont elle ne peut se replier sous peine de fragiliser ses alliés. Dans ce cas de figure, la possession du vecteur est un élément structurant, indépendamment du développement d'un C4ISR moderne.

Le développement des moyens de frappe et de systèmes ISR plus modernes permet également aux États d'envisager des opérations en vue de soutenir des alliés, notamment dans le cadre des conflits insurrectionnels ou des conflits asymétriques de basse intensité. Capables d'opérer sur de plus grandes distances sans engager leurs forces terrestres ou aériennes, les États qui se dotent de telles capacités disposent de moyens d'influence régionale supplémentaires. Il s'agit donc d'un outil politico-militaire d'une valeur certaine, qui permet aux États qui en sont possesseurs de se positionner par rapport aux plus grandes puissances, mais aussi de produire des effets militaires réels.

Des évolutions tendanciennes susceptibles de fragiliser le MTCR ?

La réponse à cette question est indéniablement positive, le régime étant confronté non plus à une prolifération mais à une dissémination, voire, dans certains cas, à une vulgarisation des technologies liées aux missiles balistiques¹⁷. Le MTCR est donc confronté à un défi de taille, puisqu'il régule le transfert de technologies de plus en plus demandées mais aussi de plus en plus faciles à acquérir, hors de tout processus de prolifération balistique. Les technologies contrôlées étant éminemment duales, le régime affecte donc aussi bien les transferts de systèmes conventionnels que les transferts de systèmes potentiellement liés à des armes de destruction massive.

¹⁷ On peut parler de dissémination au niveau des propulsions, notamment au niveau de la propulsion solide des engins de petit et moyen calibres. On peut évoquer une vulgarisation dans le cas de l'accès aux calculateurs, aux algorithmes, mais aussi aux outils de simulation ou encore aux procédés et outillages industriels.

Toutefois, l'une des forces du MTCR est d'avoir su rassembler en son sein la majorité des États capables de fournir les technologies clefs, mais aussi de concevoir des systèmes complets. Dès lors, sachant qu'il s'agit d'un régime de contrôle et non de prohibition des transferts, les États membres perçoivent les armements balistiques selon une logique double : selon des spécifications propres à chaque État, définies en fonction de la mission définie par leurs forces armées, pouvant conduire au développement de vecteurs excédant largement les plafonds du MTCR mais conçus comme non exportables ; selon les spécifications respectant les directives du MTCR sur les systèmes courte portée, lesquels sont le plus souvent développés pour les forces armées et les marchés export. Le respect des normes du MTCR est particulièrement notable sur le marché des roquettes lourdes guidées (600 mm) et des missiles balistiques de champ de bataille (BSRBM), qui techniquement peuvent facilement excéder les plafonds mais qui, pour les versions commercialisées par les différents États membres du MTCR, restent très largement définies autour de portées légèrement inférieures à 300 km pour des charges utiles n'excédant pas les 500 kg.

Cette adhésion à la norme est observée par les membres historiques mais aussi par les nouveaux entrants qui, pour financer leurs programmes de développement et d'acquisition, ont besoin du marché export et sont confrontés à une concurrence croissante. Dans un contexte où la plupart des États potentiellement acquéreurs ont des demandes opérationnelles cohérentes avec les plafonds et sont souvent à la recherche d'offset, et où aucune des parties n'a intérêt à subir des pressions politiques ou des restrictions industrielles pouvant résulter de l'exportation ou de l'importation de vecteurs dépassant ouvertement ces plafonds, il existe un intérêt objectif à s'inscrire dans la norme pour l'ensemble de la communauté.

Toutefois, le caractère toujours plus opérationnel des vecteurs conventionnels et l'allongement progressif des distances d'engagement des forces armées de la plupart des puissances militaires modernes créent une pression constante en faveur du développement de vecteurs de portée plus longue. Afin de respecter la règle du *trade-off* définie par le MTCR¹⁸, cet allongement de portée, au-delà des 300 km, devrait s'associer à une réduction de la charge utile. Or, une partie des vecteurs proposés ayant déjà une précision décimétrique, voire métrique, l'allègement de la charge militaire, ne pourra plus être compensé par la précision. Surtout, étant plus précis, les vecteurs peuvent engager un spectre plus vaste de cibles, ce qui peut requérir des charges utiles plus lourdes. En fonction des effets recherchés sur la cible, notamment pour traiter les cibles durcies mais également pour déployer des sous-munitions¹⁹, accroître la charge utile pourrait devenir une nécessité, conduisant à une remise en cause de la logique de *trade-off*²⁰ et à une demande de révision des plafonds, jugés trop restrictifs.

Dans ce sens, les demandes opérationnelles des armées entrent progressivement en conflit avec les intérêts généraux des États membres du régime, et ce d'autant plus qu'au niveau national, certains de ces États développent des systèmes qui excèdent déjà

¹⁸ C'est-à-dire que la portée peut être accrue si la charge est abaissée de façon correspondante.

¹⁹ Il faut considérer plus particulièrement les sous-munitions guidées, notamment antichars, qui donnent aux vecteurs une plus-value non négligeable sur le champ de bataille ou ses arrières.

²⁰ Les objectifs durcis sont souvent traités par des pénétrateurs terrestres, relativement lourds.

ces portées ou qui seront amenés à les dépasser²¹. Parallèlement, si, jusqu'à présent, la plupart des États membres du régime n'ont pas été directement confrontés à des menaces de frappe dans la profondeur par des roquettes lourdes de longue portée ou des SRBM modernes, la situation se modifie rapidement, du fait de l'évolution capacitaire des États proliférants, qui disposent désormais des moyens de développer de tels systèmes. Le cas de l'Iran est ici très illustratif.

L'émergence d'une capacité hors du MTCR : le cas de l'Iran

Contrairement à la Corée du Nord, qui a bénéficié, lors du développement de son programme nucléaire, d'un moyen de dissuasion fort par sa capacité à frapper la Corée du Sud par des armes chimiques, l'Iran ne dispose pas de moyen de dissuasion équivalent. Sa sécurité est donc avant tout assurée par ses systèmes conventionnels. L'usage politique de son arsenal, lié à la possibilité d'effectuer des frappes conventionnelles répétées sur les villes et infrastructures d'un éventuel adversaire, s'est donc considérablement réduit avec la multiplication des défenses antimissiles, impactant directement sa capacité de dissuasion. Dans ce sens, en dépit de la priorité donnée aux programmes stratégiques, l'Iran a été contraint de continuer à développer un arsenal balistique militairement exploitable, sur le champ de bataille comme sur le théâtre, lui permettant de disposer des moyens de mettre en place des stratégies de frappe dans la profondeur et de déni d'accès en cas de confrontation militaire. Si le Qiam apparaît comme une tentative de modernisation de la filière Scud visant à lui donner une plus grande précision et une meilleure capacité de pénétration face aux défenses antimissiles, c'est surtout dans le développement des Fateh-110 que l'Iran se distingue de la Corée du Nord.

Ayant bâti sa première capacité industrielle autour de l'importation de roquettes chinoises de petit calibre au début des années 1980, l'Iran a progressivement valorisé sa filière de propulsion solide pour produire des roquettes de qualité croissante. Il produit depuis la fin des années 1980 des roquettes de petit et moyen calibres (122 à 400 mm, série des Fajr) et, depuis les années 1990, des roquettes de gros calibre (série des Zelzal de 610 mm). Durant les années 2000, un important travail a été réalisé sur ces dernières, afin de permettre leur guidage en vol. Ces nouvelles roquettes (Fateh-110) sont nettement plus précises et permettent des trajectoires semi-balistiques qui rendent l'interception plus complexe. D'importantes modifications ont été apportées depuis quelques années, avec un allègement des structures qui offre un allongement de portée, et l'adjonction de systèmes de guidage terminal électro-optiques, qui améliorent considérablement leur précision. Alors qu'une roquette Zelzal est donnée pour une précision kilométrique de 200 km de portée, l'erreur circulaire probable (ECP) des premiers Fateh est réputée être de moitié inférieure, alors que les modèles dotés d'une capacité de guidage terminal (Khaliq Fars et, probablement, les dernières versions du Fateh-110) pourraient avoir des précisions métriques.

Une étape supplémentaire semble avoir été franchie avec le Fateh-313 et le Zulfiqar, qui affichent des portées de 500 à probablement plus de 600 km, la portée officielle du

²¹ Cela sera assez probablement le cas des États-Unis, qui avec le successeur de l'ATCAMS excéderont les 300 km de portée. En fonction des munitions utilisées, il est possible que la limite formelle des 500 kg soit atteinte pour la charge utile, même si cette évaluation est spéculative.

Zulfiqar étant donnée à 750 km. Il est probable que ce dernier dispose d'une tête séparable guidée, permettant de combiner portée et précision, celle-ci étant réputée métrique ou plus probablement décamétrique. L'accroissement de portée laisse également supposer l'adoption de propergol plus énergétique que les propergols double base utilisés sur les Zelzal et les premiers Fateh, probablement des propergols utilisant des perchlorate d'ammonium (PCPA) et un liant de type PBAN, voire HTPB.

Bien que ces hypothèses ne soient pas confirmées, les dérivés du Fateh sont très indicatifs des progrès fondamentaux de l'industrie iranienne sur le segment des roquettes lourdes guidées et des SRBM. L'utilisation des PCPA, si elle devait se confirmer, requiert une industrie chimique relativement évoluée, notamment pour la production des liants. L'augmentation de diamètre des engins impose une grande rigueur dans la fabrication et la production des pains de propergol mais aussi dans leur coulage et dans le contrôle qualité de l'ensemble de la production. L'expérience acquise sur les engins de 610 mm, y compris en termes de modélisation et de simulation, ouvre progressivement la voie à la production d'engins de plus grands diamètres, adaptés au développement de vecteurs de portée moyenne ou intermédiaire.

L'organisation des forces de roquettes iraniennes n'est pas connue, et il est donc difficile d'évaluer l'utilisation réelle de ces missiles, même si les exercices mettent en évidence des logiques de frappe de saturation. La transcription en doctrine d'emploi des tirs réalisés en exercices dépend de la capacité de l'industrie iranienne à produire ces armes en quantité, mais aussi en qualité. Elle dépend également de l'organisation du commandement et de la capacité ISR, l'Iran disposant de ce point de vue d'un programme de drones relativement développé et cherchant à démontrer, par la communication publique, qu'il est capable de déployer une ISR moderne et performante.

Parallèlement, l'utilisation de six missiles balistiques, dont plusieurs Zulfiqar, contre des positions de l'État islamique situées à Deir el Zour, dans l'est de la Syrie, en juillet 2017, est très illustrative des progrès réalisés par l'Iran. Bien qu'il semble que seul un à deux missiles aient atteint leur cible, située à environ 600 km du territoire iranien, il n'est pas à exclure que les objectifs visés par ceux-ci aient bien été touchés. Première opération de cette nature par l'Iran, celle-ci illustre en tout cas l'émergence d'une capacité de frappe dans la profondeur réelle : le tir visait à soutenir les forces syriennes, bloquées sur la zone au contact des troupes de l'État islamique, mais aussi, selon toute probabilité, à tenter une frappe de décapitation contre ces dernières. Sa réalisation impliquait l'emploi de vecteurs précis et d'une ISR relativement robuste²².

Cette première opération annonce une évolution marquée des forces de roquettes et de missiles iraniennes, conçues et équipées pour produire des effets militaires sur le champ de bataille et le théâtre par des frappes de précision. Très clairement, la mise en service des versions modernisées des Fateh donne à l'Iran une première capacité de dissuasion conventionnelle, ce type de vecteurs étant particulièrement aptes à la frappe contre les infrastructures à haute valeur ajoutée, tout en restant difficiles à engager par les forces adverses, du fait de leur mobilité. De surcroît, du fait de leur portée, ils offrent une

²² Quatre Qiam et deux Zulfiqar pourraient avoir été utilisés lors du tir, les Qiam semblant avoir été très imprécis et peu fiables. Paradoxalement, l'échec présumé des Qiam tend à illustrer la rupture apportée par les dérivés des Fateh sur les courtes portées.

capacité unique, l'Iran étant quasiment le seul producteur au monde à développer du 600 mm opérant à plus de 500 km²³.

Impact prévisible de l'émergence hors MTCR d'un marché de la roquette lourde guidée longue portée

A plus court terme, le risque posé par l'émergence hors MTCR d'une filière solide courte/moyenne portée militairement performante doit être considéré comme un problème majeur pour le régime. En effet, alors qu'une majorité d'États membres n'ont pas un besoin immédiat de systèmes de frappes balistiques ou semi-balistiques – soit qu'ils disposent de moyens alternatifs, soit qu'ils inscrivent leurs besoins de sécurité au sein d'alliances qui en disposent, soit qu'ils aient eux-mêmes une capacité nationale –, une majorité d'États hors du MTCR considère et considèrera avoir un besoin croissant de moyens balistiques pour limiter leur vulnérabilité face aux États ayant déjà développé des composantes de frappe dans la profondeur. Parallèlement, qu'ils soient confrontés à des États proliférants ou qu'ils soient régulièrement impliqués dans des opérations militaires demandant une capacité de frappe dans la profondeur, certains membres du MTCR commencent à exprimer des besoins opérationnels plus spécifiques, pouvant s'appuyer sur des systèmes de plus longue portée associés à une charge militaire lourde. Les plafonds du MTCR sont en effet représentatifs de la menace stratégique telle que perçue dans les années 1980 en fonction des vecteurs alors exportés (c'est-à-dire essentiellement des SS-1c), et ne peuvent donc pas être considérés comme une représentation définitive de la demande militaire des États.

De ce point de vue, la bonne observance du MTCR par les États membres ne permet pas toujours de fournir une solution satisfaisante, les systèmes proposés à l'exportation par les États membres étant limités en portée (300 km) et leur transfert étant assorti de conditions qui peuvent ne pas être recevables pour un État confronté à un environnement de sécurité contraignant. Dès lors, l'acquisition d'une ligne de production de systèmes de type Fateh présente un intérêt évident, surtout si elle n'est assortie d'aucune conditionnalité sur son emploi. Si l'acquisition par des États membres du MTCR est actuellement douteuse, du fait de la situation très particulière de l'Iran, elle représente une option valable pour les États non membres.

Se pose la question du coût, du maintien en condition opérationnelle, de la modernisation et de la formation. Si l'Iran décidait de commercialiser ce type de systèmes vers des États tiers et de l'associer à l'offre de service traditionnellement jointe à ces transferts par les États occidentaux, il s'agirait non seulement d'un moyen de financer la production nationale par l'exportation, mais aussi d'établir des coopérations de défense sur des bases admises par tous sur le marché international de défense. Par ailleurs, l'exportation de systèmes de type Fateh pourrait difficilement être qualifiée de proliférante, l'Iran n'étant pas membre du MTCR et le système d'arme n'ayant *a priori* aucune vocation non conventionnelle.

²³ La capacité doit ici être considérée en fonction de la mobilité des systèmes, plus élevée que pour des systèmes plus lourds de portée équivalente ou légèrement supérieure. La mobilité offre une plus grande facilité dans l'organisation de la frappe et dans la protection de la force, notamment dans un contexte où les ISR adverses sont très performantes et exposent celle-ci à des opérations antimissiles offensives ou à des tirs de contre-batterie. De ce point de vue, les Fateh illustrent le caractère toujours plus opérationnel des systèmes conventionnels iraniens.

Il y aurait là pour Téhéran une excellente carte à jouer, tant en termes militaires et commerciaux qu'en termes politiques, plus particulièrement si ces exportations se faisaient indépendamment de tout contexte de conflit, dans le cadre d'une relation de défense ordinaire.

Parallèlement, ce type d'initiatives pourrait contribuer à déstabiliser le MTCR, un certain nombre de membres étant parfaitement positionnés pour commercialiser des systèmes identiques ou pouvant en déployer²⁴ et pouvant souhaiter se positionner sur ces marchés émergents. Certains États non membres pourraient également saisir l'opportunité de telles transactions pour faire pression sur les États du MTCR pour forcer l'adhésion à des conditions dérogatoires. Le Pakistan, par exemple, pour qui l'adhésion au MTCR comporte une dimension de prestige non négligeable, pourrait être tenté d'entrer dans une logique similaire pour souligner les risques liés à son exclusion.

Sur le fond cependant, le maintien des limites de portée et de charge utile retenues par le MTCR pour ces systèmes est très dépendant de l'absence d'emploi. L'une des grandes réussites du régime est d'avoir prévenu leur dissémination, limitant leur emploi à un ensemble restreint de cas, réussite à laquelle il faut probablement aussi associer le traité FNI, qui en limitant le développement des systèmes américains et russes, a conduit ces puissances et leurs alliés à exploiter d'autres types d'équipements. Mais là encore, l'Iran pourrait prendre l'initiative d'utiliser ses systèmes balistiques plus systématiquement, en mettant en avant les besoins de la lutte contre le groupe État islamique (EI), et démontrer ainsi leur utilité. Autre possibilité, nettement plus inquiétante, Téhéran pourrait décider de transférer certains de ces systèmes à des alliés régionaux. Le cas de la Syrie est connu, mais le transfert vers des groupes en conflit comme les Houthis pourrait présenter un intérêt évident. Faire la démonstration de leur capacité de pénétrer les défenses antimissiles et de frapper les infrastructures saoudiennes initierait immédiatement une relance de la prolifération autour de systèmes similaires²⁵.

Parallèlement, l'exportation de ces systèmes vers la Syrie (M-600) met en évidence l'impact prévisible de la dissémination de ce type d'engin. L'arrivée de ces vecteurs a généré une profonde inquiétude en Israël, qui explique partiellement la relance des programmes israéliens autour des systèmes LORA et Extra²⁶. En août 2017, la presse faisait mention de la construction d'une usine d'assemblage de Fateh-110 en Syrie, qui donnerait à cette dernière la possibilité de soutenir une campagne de frappe contre ses voisins, mais aussi de transférer ces systèmes contre les milices armées libanaises en tant que de besoin. Certes, la Syrie reste un cas très particulier, étant actuellement le plus proche allié stratégique de l'Iran, mais le développement de logiques commerciales vers d'autres États en confrontation avec la communauté internationale est à attendre. Les États membres du MTCR devront donc répondre à des demandes croissantes de la

²⁴ Au-delà des États possédant déjà un savoir-faire, un certain nombre d'États disposent de la capacité de faire évoluer leur offre rapidement. On peut par exemple citer le Brésil, déjà positionné sur le marché des roquettes de moyen calibre. La Turquie pourrait aussi être intéressée à la production de système à plus longue portée. Du fait du traité FNI, le positionnement des États européens sur des segments supérieurs à 500 km reste difficile à envisager, mais ne saurait être totalement exclu.

²⁵ L'Iran semble actuellement impliqué dans le transfert de systèmes Scud et de dérivés.

²⁶ Roquettes guidées de moyen et de gros calibres, qui, couplées avec la très grande réactivité du C4ISR israélien, pourraient être utilisées en contre-batterie.

part de leurs pairs comme de la part de pays tiers, non membres. Ne pas y répondre ne peut conduire qu'à fragiliser le régime.

La relance de la prolifération stratégique : la maîtrise des propulsions UDMH/NTO par la Corée du Nord et ses conséquences

Un problème très différent mais néanmoins très sensible émerge sur les systèmes stratégiques. Longtemps, la prolifération balistique stratégique s'est appuyée sur les technologies de propulsion des SS-1c, c'est-à-dire des propergols liquides de type TM-185/AK-27 (kérosène/acide nitrique) associés à des moteurs de type 9D21. Ces technologies sont longtemps restées le fondement de l'ensemble des systèmes longue portée développés par les États proliférants, plus particulièrement les MRBM de type No Dong, Shahab et Ghadr, dont les propulsions sont directement dérivées de celle des SS-1c. Toutefois, atteindre des portées plus importantes par le biais de ces technologies impose de recourir à des propulsions en faisceaux (utilisation de groupes de moteurs), rendant les vecteurs plus volumineux et lourds, mais aussi moins fiables. Compte tenu de la faible valeur énergétique du propergol et du poids des moteurs par ailleurs, le rapport portée/charge utile de ce type de propulseur est faible, limitant l'efficacité militaire et la capacité à pénétrer les défenses antimissiles.

Depuis les années 2000, l'évolution de l'arsenal nord-coréen se caractérise avant tout par un travail très intensif sur les propulsions liquides énergétiques, l'objectif de Pyongyang étant de mettre au point des propulsions de type UDMH/NTO²⁷. Le passage de la technologie Scud (TM-185/AK-27) vers les technologies UDMH/NTO est cependant très complexe, la fabrication des moteurs demandant un niveau d'industrialisation nettement plus élevé, notamment pour la conception des turbopompes. Une étape transitoire consiste à développer des propergols UDMH/AK-27 (acide nitrique), étape que la Corée du Nord a partiellement ou totalement franchie, d'abord par le développement de petits moteurs verniers copiés du moteur 4D10 du SS-N-6, importé de Russie dans les années 1990. Il est probable que les moteurs des premiers Musudan, directement dérivés du 4D10, aient utilisé ce mélange, marquant une première étape dans l'acquisition des compétences industrielles de la Corée du Nord. Toutefois, les performances du KN-12 laissent supposer à certains analystes que la Corée du Nord maîtriserait maintenant le cycle UDMH/NTO, plus énergétique. Selon certaines analyses, le moteur pourrait être dérivé du RD-250, initialement utilisé pour le SS-9.

Loin d'être anecdotique, cette évolution est un élément de préoccupation majeur. La propulsion UDMH/NTO est à la base de la propulsion balistique moderne, permettant la conception de missiles plus lourds. Elle représente l'une des bases de développement d'un arsenal intercontinental, mais permet également de décliner les vecteurs en sous-familles de portée plus courte. L'exemple de l'URSS montre que la maîtrise de la filière permet à son possesseur de concevoir un arsenal nettement plus homogène et performant qu'avec les modes de propulsion plus anciens, sur des moteurs de même

²⁷ Les propergols de type UDMH/NTO sont composés de diméthylhydrazine asymétrique (unsymmetrical dimethylhydrazine, UDMH), utilisé comme carburant, et de peroxyde d'azote (nitrogène téroxyde, NTO), utilisé comme oxydant.

architecture, progressivement améliorés ou modifiés. Il est alors possible de développer un arsenal couvrant différentes portées, mais aussi répondant aux besoins liés à l'utilisation de munitions spécifiques ou à l'engagement de cibles précises. De surcroît, ces propulsions restent très utilisées pour les lanceurs spatiaux, la Russie et la Chine continuant à les exploiter, y compris sur les lanceurs lourds. L'exemple soviétique montre une évolution rapide des technologies et une multiplication des vecteurs, voie que la Corée du Nord pourrait suivre à un rythme plus lent.

La complexité de ces technologies étant forte, il est douteux que le phénomène de prolifération observé autour des Scud se reproduise à l'identique, l'acquisition de ces technologies sur une base purement proliférante par des États semblant difficile, et l'industrialisation de la chaîne de production nécessitant des transferts importants et des formations longues. De plus, la propulsion UDMH/NTO est mal adaptée aux vecteurs terrestres mobiles, et impose au pays acquéreur de penser sa stratégie de dissuasion très en amont. Il est dès lors peu probable que le KN-12 et ses successeurs deviennent les Scud du 21^{ème} siècle. Toutefois, il n'est pas exclu que par le biais de ce type de vecteurs, la Corée du Nord fasse la démonstration que l'arme balistique conserve sa pertinence, y compris face à des défenses antimissiles évoluées. Du fait de l'accroissement de la capacité d'emport, ce type de missile permet, sur les portées supérieures à 1 200/1 500 km, d'associer leurres et aides à la pénétration à la charge militaire, rendant l'interception plus difficile, d'autant que le transfert de ces technologies par des États proliférateurs pourrait rester quasi invisible²⁸. Problématique supplémentaire, les technologies civiles sont parfaitement exploitables pour ce type de sous-systèmes, donnant la possibilité aux États proliférants de faire évoluer les charges embarquées, de limiter les probabilités d'interception et d'accentuer démesurément le coût de la défense antimissile.

Si l'on admet que la propulsion UDMH/NTO permettra de revaloriser les options balistiques stratégiques, il semble probable que certains États soient intéressés par l'acquisition de ce type de capacité. Les États suivant une logique proliférante déclarée étant très rares, les transferts des technologies pourraient se faire sous couvert de coopérations spatiales. Bien que le régime de sanctions rende actuellement ce scénario impraticable pour la Corée du Nord, il le serait moins dès lors que la technologie serait diffusée à un État tiers, plus particulièrement si cet État tiers dispose déjà d'une capacité industrielle en matière balistique ou spatiale et décide à son tour de commercialiser ce savoir-faire. Les problématiques d'accès à l'espace, qui rencontrent un écho croissant auprès de nombreuses économies émergentes, risquent d'être un facteur d'accélération et ce d'autant plus que les exemples chinois et russe montrent que ces technologies sont réellement exploitables pour le lancement spatial. Le développement des petits satellites est un autre facteur à prendre en considération, les petits lanceurs offrant désormais de réelles perspectives non seulement en termes d'accès à l'espace mais aussi en termes d'exploitation commerciale.

²⁸ L'augmentation de la capacité d'emport est ici un élément important, du fait de la masse des aides à la pénétration, qui peuvent atteindre plusieurs centaines de kilogrammes. Sachant qu'une arme nucléaire nord-coréenne serait probablement relativement lourde, tout comme le corps de rentrée, la qualité de la propulsion est un élément particulièrement dirimant pour développer une composante intercontinentale crédible.

Impact de la diffusion possible des technologies de propulsion UDMH/NTO sur le MTCR

Bien entendu, le contrôle du transfert de ce type de technologies ne pose pas de problème de fond entre États du MTCR. Associées à des programmes militaires, elles ne sont pas exportables²⁹. Associées à des programmes spatiaux, elles sont potentiellement transférables mais sont l'objet d'une grande attention. Typiquement, les Russes et Ukrainiens, qui, au sein du régime, maîtrisent ces technologies et les utilisent sur des lanceurs légers dérivés de missiles balistiques lourds (Rokot et Dniepr), ne les ont commercialisées que très ponctuellement. Les rares exemples de coopérations (entre l'Ukraine et le Brésil sur le Cyclone-4 et entre la Russie et la Corée du Sud sur le KSLV-1) ont été particulièrement complexes et n'ont pas eu de retombées militaires identifiables.

Ces exemples montrent que le transfert serait extrêmement difficile si une suspicion de programme militaire devait exister. En effet, dans une telle hypothèse, les propulseurs acquis via la filière spatiale seraient essentiellement exploitables pour des vecteurs stratégiques, la suspicion de militarisation du programme balistique impliquant presque nécessairement une suspicion de programme proliférant d'armes de destruction massive. Si l'on peut arguer que la maîtrise de la technologie permettrait de réaliser des vecteurs courte portée conventionnels, l'importance de l'investissement tout comme la complexité industrielle et logistique d'un tel programme rendraient très peu probable cette hypothèse.

Toutefois, l'existence d'un État proliférant maîtrisant ces technologies hors du MTCR pose des problèmes réels. Comme cela a été souligné, la maîtrise des propulsions UDMH/NTO a trois conséquences majeures : la capacité à produire des familles de missiles balistiques performants, très adaptés à l'emploi d'armes de destruction massive et probablement aptes à surpasser les défenses antimissiles existantes et prévisibles. Dans l'optique de la constitution d'une capacité stratégique future, l'acquisition de ces technologies se justifie nettement plus que celles de la filière Scud, y compris pour des États industriellement développés. Leur forte dualité avec le secteur spatial offre la possibilité aux acquéreurs de se doter d'une capacité civile sur les lanceurs légers, mais aussi de développer une compétence technologique et industrielle applicable aux missiles balistiques lourds. En termes politiques, industriels et militaires, bénéficier de ce savoir-faire peut être perçu comme disposer d'une technologie égalisatrice, ramenant les puissances qui s'en dotent au niveau des États les plus développés, tant en termes d'accès à l'espace qu'en termes de capacité potentielle de frappe. Cet aspect « statutaire » n'est pas forcément fondamental mais a du sens pour certaines puissances émergentes qui tendent à percevoir les régimes de contrôle sur les technologies sensibles comme des mesures discriminatoires visant à prévenir le développement de leurs capacités nationales.

Le risque principal est donc que la maîtrise de cette technologie, acquise de prime abord pour des programmes spatiaux légitimes, puisse motiver le lancement d'un programme

²⁹ Un État qui souhaiterait acquérir ces technologies dans le cadre d'un programme militaire – ou en l'absence de programme spatial – serait immédiatement suspecté de développer des missiles longue portée, excédant largement les plafonds du régime.

proliférant, puisque pouvant servir de base au développement d'un vecteur fiable, de portée intercontinentale, susceptible de fournir une dissuasion minimale à tout État qui souhaiterait s'en doter. Si l'on peut arguer que les propulsions solides offrent le même potentiel, il convient néanmoins d'observer qu'il n'existe pas d'État non membre du régime capable de transférer des technologies de propulsion solide pour des engins de gros diamètre mais aussi d'assurer la logistique de ces transferts. Le cas particulier de l'Iran, qui maîtrise probablement une partie du cycle, semble montrer que la capacité à produire le propergol en quantité suffisante pose un problème logistique très difficile à résoudre, dans la production des matières premières comme des composants plus évolués (lieurs et liants), lesquels sont produits par quelques États membres du MTCR qui en observent les règles avec rigueur.

Dans cette perspective, le choix de la filière liquide n'est pas dénué d'avantages, notamment pour la production des propergols, plus simple que par la filière solide et plus aisée à mettre en œuvre de façon autonome. Dès lors, la disponibilité de la technologie hors du MTCR représente un avantage considérable, puisqu'elle permet de constituer une filière spatiale relativement affranchie du contrôle exercé par les puissances spatiales membres du régime, mais aussi de réorienter le programme en tant que de besoin en limitant les risques d'embargos sur des matières premières ou des composants critiques.

Cette problématique s'est déjà posée, en des termes différents certes, mais selon des logiques identiques. Dans les années 1980, la constitution des programmes spatiaux argentin et brésilien a fait l'objet d'une grande suspicion de la part des États-Unis, qui en inféraient des motivations militaires ou proliférantes. De surcroît, la rationalité économique de ces programmes ne pouvait être attestée, faute de marchés pour des lanceurs légers, alimentant le soupçon de dualité de développement.

La situation est très différente de nos jours. Le développement du marché des lanceurs légers et des petits satellites est un incitateur réel pour acquérir les technologies de propulsion liquide, y compris celles de type UDMH/NTO, moins énergétiques que les propulsions de type LOX par exemple, mais néanmoins parfaitement exploitables sur ces segments. Au niveau militaire, la constitution d'architectures C4ISR exploitant les composantes spatiales est également un élément incitateur, déjà observé chez certaines puissances spatiales émergentes, du fait des possibilités uniques offertes par le segment spatial (communications, observation). La combinaison des intérêts commerciaux et militaires et des exigences de souveraineté va donc dans le sens de la dissémination de la technologie mais aussi d'une justification des demandes d'accès à ces dernières.

Très clairement, il existe un risque que la Corée du Nord vende la technologie à un État tiers (l'Iran est un candidat à envisager à terme), qui, à son tour, établirait des coopérations spatiales avec d'autres États. Sans que les acquéreurs envisagent de se doter d'ADM, un effet de dissémination est alors à anticiper, portant sur la propulsion mais aussi sur l'ensemble du vecteur, notamment la séparation d'étages et la mise à poste des satellites.

Quelles solutions possibles ? Le cas des propulsions de type UDMH/NTO

Le MTCR est actuellement soumis à une double problématique, liée à la combinaison de la diffusion de technologies critiques hors des États membres ou des États observant le régime, à la normalisation du missile balistique comme outil militaire conventionnel, plus particulièrement sur les courtes portées, mais aussi aux questions d'accès à l'espace.

Les cas nord-coréen et iranien marquent une évolution dans le phénomène de prolifération. Dans les deux cas, ils témoignent d'un changement de la capacité technologique, industrielle et *in fine* militaire fondamentale qui donne à ces pays l'accès à des systèmes d'armes nettement plus modernes.

Le cas de la Corée du Nord est probablement le moins dommageable à court terme pour le régime mais pourrait avoir des conséquences plus sensibles sur le plus long terme. L'acquisition des technologies de propulsion UDMH/NTO se justifie nettement plus que celles de la filière Scud, y compris pour des États industriellement développés, notamment du fait de leur forte dualité avec le secteur spatial. Contrairement aux technologies de propulsion de type Scud, leur acquisition peut pleinement se justifier, plus particulièrement si les transferts proviennent d'un État qui n'est pas – ou n'est plus – identifié comme proliférant. De plus, l'universalisation croissante du régime de non-prolifération accentue la probabilité que les futures tentatives d'acquisition soient le fait d'États sur lesquels aucune suspicion de prolifération ne pèse, légitimant les demandes et exacerbant le risque que des pressions visant à prévenir ces transferts soient perçues comme discriminatoires.

Il existe cependant des réponses possibles pour mitiger ce risque. Si certains États peuvent songer aux options militaires quand ils cherchent à développer une capacité de lancement spatial, il s'agit souvent d'un effet d'opportunité. Dans un certain nombre de cas, un accès facilité à l'espace pourrait conduire des puissances spatiales potentielles à renoncer à un programme ou, plus probablement, à en modifier les modalités de développement. Faciliter l'accès à l'espace peut passer par l'abaissement des coûts de lancements sur les orbites basses, par le biais des lanceurs réutilisables par exemple, mais aussi par le renforcement de l'offre commerciale internationale, étatique ou privée.

Toutefois, si l'on admet qu'un nombre croissant d'États est intéressé à la maîtrise des technologies spatiales, la facilitation de l'accès aux technologies de propulsion solide ou de propulsion cryogéniques, pour les États souhaitant développer des lanceurs plus lourds, pourrait être une seconde option. Celle-ci implique de reconnaître la bonne foi des États cherchant à développer une capacité nationale d'accès à l'espace et de négocier des licences sur des technologies et des sous-systèmes qui jusqu'à présent sont généralement considérés comme trop sensibles pour être cédés. On peut admettre que certains transferts pourraient aussi être associés à des mécanismes de vérification minimaux, sachant que ceux-ci ne pourraient être exagérément intrusifs. Ce type de démarche pourrait offrir l'avantage de maintenir certains monopoles de production, notamment sur les propergols, mais surtout de prévenir la constitution de filières autonomes parmi les États (membres du régime ou non) désireux de se constituer une capacité spatiale souveraine. L'interdépendance entre États peut en effet être un moyen

de limiter la tentation proliférante, plus particulièrement si des bénéfices financiers réels peuvent retomber des activités spatiales.

Le risque lié à la prolifération de technologies de propulsion liquide doit probablement être considéré comme un risque de long terme, laissant le temps pour la réflexion. Il faut néanmoins y prêter une attention réelle, un État comme l'Iran ayant démontré une réelle capacité à développer un secteur spatial, à partir de technologies issues de la prolifération et assez peu adaptées à cet usage. Le Safir laisse supposer qu'en exploitant des technologies plus matures, Téhéran pourrait développer une composante spatiale relativement autonome et performante, fournissant ainsi un exemple positif à de nombreux autres États.

Les solutions possibles pour les propulsions solides

Le problème est nettement plus complexe pour les propulsions solides et les technologies de guidage des systèmes courte portée à vocation conventionnelle, qui, sous peu, permettront la production de vecteurs d'une portée très supérieure à 300 km et pour lesquels le plafond de 500 kg de charge utile n'aura plus vraiment sens. Au-delà de la question de la dissémination croissante des technologies, se pose celui du besoin opérationnel.

Le problème peut être envisagé sous des angles multiples :

Les États du MTCR pourraient évaluer l'accroissement prévisible des demandes des forces armées pour des systèmes de courte portée (moins de 300 km) et, si celle-ci est attestée, libéraliser les modalités des transferts technologiques et industriels mais aussi d'exportations de systèmes d'armes complets. Il n'est en effet pas impossible que de nombreux États au sein du régime puissent se satisfaire de facilités d'exportation³⁰ sur ce type de systèmes (qui pour nombre d'entre eux apporteront une plus-value militaire non négligeable), ainsi que du bénéfice de certaines retombées industrielles sans souhaiter développer une capacité pleinement autonome.

Cet assouplissement serait également appliqué pour l'exportation de systèmes complets vers les États non membres, les restrictions étant maintenues sur les transferts technologiques et industriels. Si cette proposition peut paraître paradoxale, elle vise, en facilitant l'acquisition de systèmes complets, à limiter la volonté des États non balistiques de se constituer une filière industrielle nationale pour prévenir tout risque de rupture logistique.

Cette libéralisation induit, mécaniquement, une logique de dissémination balistique qui n'est pas forcément souhaitable. Ces systèmes restent perçus comme des munitions d'artillerie, impliquant une utilisation relativement soutenue et donc, pour les États confrontés à un environnement de sécurité contraignant, la nécessité de se constituer une capacité de production nationale. Très clairement, la constitution de capacités nationales nouvelles génère un risque de prolifération verticale, les nouveaux acteurs

³⁰ Une partie des systèmes et des technologies concernés relève de la catégorie 2, sur lesquels la présomption de refus de transfert est moins forte. Cette facilitation implique que les autorités de contrôle des États exportateurs considèrent une partie de ces technologies au même titre que les technologies exportées pour des systèmes d'armes pour lesquels les risques de prolifération ne sont pas considérés comme applicables.

étant susceptibles de valoriser leurs filières et de développer une capacité allant au-delà des plafonds.

Toutefois, l'histoire du MTCR montre que les États membres sont réceptifs aux avantages techniques et économiques liés à la participation au régime. Faire coexister un régime assoupli sur le transfert des technologies et des systèmes de portée inférieure aux plafonds et maintenir un contrôle renforcé sur les transferts de systèmes les dépassant pourrait permettre de continuer à inciter les États à produire des équipements en-deçà des plafonds.

On objectera que les transferts de technologies pour les systèmes sous les plafonds impliquent *de facto* le transfert de technologies exploitables pour fabriquer des systèmes dépassant les plafonds. Toutefois, cette approche conserve un intérêt : si l'on retient les hypothèses initiales, les technologies des missiles et les missiles limités à 300 km de portée et 500 kg de charges utiles seraient facilement exportables, au sein du régime, et les missiles (mais non leurs technologies) seraient plus facilement exportables hors du régime, favorisant la viabilisation des filières industrielles des États membres. Maintenir un contrôle strict sur les missiles dépassant les plafonds et prohiber les transferts technologiques et industriels liés à ces vecteurs supprime la rationalité économique de leur production. Les États seraient alors contraints de les produire uniquement pour répondre à leurs besoins nationaux, sans retour sur investissement.

Cette logique n'est bien sûr soutenable que si l'on considère qu'il n'existe pas de producteurs indépendants capables de produire en-deçà comme au-delà des plafonds. Tel n'est plus le cas et les États membres doivent évaluer comment répondre au besoin de sécurité d'États non proliférants confrontés à des menaces courte portée de plus de 300 km.

Deux cas de figure sont ici à considérer :

- Dans la pire des hypothèses, les systèmes dépassant les plafonds, de type Fateh par exemple, commencent à être importés massivement par un certain nombre d'États non membres, conduisant à la fragilisation du régime. Cette tendance résulterait cependant de l'incapacité des États membres à répondre à la demande de sécurité des États non membres, générant un appel d'air pour la production de systèmes d'armes produits hors du régime. Elle pourrait aussi résulter de l'incapacité des États membres du régime à faire respecter la norme par des États producteurs non membres qui jusqu'alors la respectaient. Une attention particulière doit donc être prêtée à des États comme la Chine mais aussi le Pakistan, exportateurs potentiels qui jusqu'à présent s'autorégulent. Un ensemble de mesures incitatives et coercitives doit probablement être envisagé, quitte à tolérer des comportements qui s'approchent, à certains égards, de la prolifération.
- Toutefois, l'un des axes les plus efficaces pour prévenir la prolifération des vecteurs courte portée dépassant les plafonds serait de rendre l'acquisition de ces systèmes sans intérêt pour d'éventuels acquéreurs, plus particulièrement des États non membres. La réponse peut venir du renforcement des capacités militaires classiques des acquéreurs potentiels ou des pays susceptibles d'être ciblés, suivant une logique observée jusqu'à présent (renforcement des aviations, déploiement de systèmes antimissiles). Toutefois, les arsenaux balistiques conventionnels actuels

étant particulièrement adaptés aux stratégies d'attaque surprise et aux frappes de décapitation, les pays potentiellement ciblés pourraient estimer que disposer de systèmes de contre-frappe de même nature représente une nécessité militaire. Les membres du MTCR devraient donc considérer les situations en fonction desquelles des options dérogatoires pourraient être adoptées, vers les pays membres mais aussi vers les pays non membres. Ces options dérogatoires devraient concerner le transfert de vecteurs dépassant les plafonds, en réponse aux systèmes déployés par la partie adverse, mais aussi les architectures C4ISR afférentes, conduisant à faire peser le risque de sécurité non sur l'État potentiellement visé par l'acquéreur d'un système type Fateh, mais bien sur l'État qui déploie ce type de système d'arme. Cette approche permettrait par ailleurs de donner plus de cohérence aux options défensives (défenses antimissiles), peu soutenables si elles ne sont pas soutenues par le déploiement de capacités offensives.

Ces différentes options impliquent de faire évoluer le MTCR substantiellement, mais pourraient permettre de maintenir un cadre technique et légal homogène, dans la continuité de celui qui existe actuellement. Elles questionnent la nature même du régime, qui outrepasserait alors son rôle actuel pour devenir un organe incitateur et potentiellement coercitif, ce qui pourrait impliquer sa refonte partielle. Elles soulèvent aussi la question de la définition de procédures d'adoption d'éventuelles dérogations au sein d'un organe qui n'est nullement adapté à ce type de prise de décision.

Toutefois, ne pas réformer le MTCR revient à nier des évolutions technologiques et militaires bien réelles qui risquent de le rendre progressivement obsolète. Compte tenu de son impact considérable sur la prolifération balistique et des évolutions fondamentales que subit cette dernière, ne pas agir reviendrait à cautionner la prolifération.