



Industrie de l'armement terrestre : quelques fondamentaux

Hélène Masson

2



Armement terrestre : de l'Europe à l'export - Cartographies

Patrick van den Ende

5



Innovation technologique de défense : ruptures et convergences

Emmanuel Chiva

7



Filières robotiques civile et de défense françaises :
des liens à affermir

Frédéric Coste

10



ST Kinetics ou les ambitions de Singapour dans l'armement

Kévin Martin

12



La Third Offset Strategy américaine

Philippe Gros

17



COP21 : un succès politique, un *statu quo* pour le climat

Alexandre Taithe

20



Rencontres Défense & Industries

Armement terrestre (09.06.2016)

Naval militaire (12.10.2016)

22



Industrie de l'armement terrestre : quelques fondamentaux

Intensité opérationnelle

L'intensité opérationnelle caractérise le niveau d'engagement très élevé des forces terrestres françaises sur les théâtres d'opérations extérieures depuis 2011 (Harmattan, Serval, Barkhane, Sangaris, Chammal) et sur le territoire national depuis 2015 (opération Sentinelle). Comme le met en exergue le rapport d'information sur « les conséquences du rythme des opérations extérieures sur le MCO des matériels »¹, trois phénomènes opérationnels se conjuguent avec pour conséquence l'usure prématurée des équipements déployés ou leur destruction : la surintensité (liée aux conditions climatiques et de terrain), la suractivité (utilisation des matériels au-delà de leur potentiel « normal ») et les dommages de guerre (de plus en plus fréquents et graves). Dans un tel contexte, la problématique du renouvellement du parc de véhicules militaires se pose avec une nouvelle acuité.

Dynamique de la demande, dispersion de l'offre

Le lancement du programme Scorpion en France et du programme Ajax au Royaume-Uni, ainsi que la multiplication des appels d'offres sur le marché européen depuis deux ans, et plus généralement sur les marchés grand export (Asie, EMEA, Amérique du Nord et Amérique latine), illustrent la dynamique de la demande. Après une première période de renouvellement des véhicules blindés autour des années 2010 (avec le cas échéant des contrats additionnels visant à adapter / améliorer la protection des véhicules), la période actuelle est celle du lancement des programmes de véhicules blindés médians de nouvelle génération et de la modernisation du parc de chars lourds. En 2006, Luc Vigneron, alors PDG de Nexter, soulignait « Le

*rebond est attendu en Europe à l'horizon 2015-2020 lorsque les armées renouvelleront leur parc. Il vaudra mieux concourir avec un allié à ces appels d'offres qu'en ordre dispersé »*². Force est de constater qu'en 2016 cette approche des marchés est toujours réalisé en ordre dispersé.

Un manque criant d'harmonisation des besoins entre les principaux Etats producteurs (France, Royaume-Uni, Allemagne, Italie, Espagne, Finlande, notamment), auquel vient s'ajouter l'absence de grands programmes menés en coopération et une politique industrielle davantage tirée par une logique d'ouverture des marchés publics à la concurrence, n'auront pas créé un environnement favorable à l'émergence d'un acteur européen de l'armement terrestre disposant de la taille critique.

La diversité des business model des principaux maîtres d'œuvre européens du domaine aura également représenté un frein sur la voie de la concentration (donc d'une réduction du nombre d'acteurs). En effet, le secteur voit intervenir des groupes de défense aux activités multisectorielles (BAE Systems, RUAG et Patria), des constructeurs de véhicules présents dans le civil tout en disposant d'activités dans la défense (Volvo Group, Iveco), des entreprises spécialisées dans l'armement terrestre (KMW, Nexter), et des électroniciens au double positionnement d'équipementier et d'intégrateur (Rheinmetall Defence, Thales).

A cela s'ajoute un profil actionnarial tout aussi diversifié : entreprises non cotées à participation publique (Nexter, Patria et RUAG), entreprise contrôlée par un actionnariat familial (KMW), groupes cotés en bourse à l'actionnariat diversifié (Rheinmetall, Volvo Group, BAE Systems, Iveco via sa maison mère CNH Industrial) avec le

cas échéant la présence de l'Etat au capital (Thales). Les cultures d'entreprise diffèrent, les stratégies d'internationalisation des activités et de partenariats également.

Au cours de la dernière décennie, une entreprise de ce panel aura réussi à tirer son épingle du jeu, le suédois Volvo Group. A défaut d'une consolidation nationale des acteurs industriels français, Renault Trucks Defense (via la reprise de RVI), ACMAT puis Panhard³, tous fournisseurs historiques de l'armée de Terre, ont été tour à tour rachetés par le constructeur suédois de poids lourds, des opérations lui permettant d'élargir sa gamme au segment des véhicules tactiques légers et moyens à roues et d'entrer de plain-pied dans le programme français Scorpion (associé à Nexter et Thales au sein du Groupement Momentané d'Entreprises-GME). Nexter n'en était alors que plus isolé.

Ajoutons également, en Allemagne, début 2010, la constitution d'une JV entre Rheinmetall Defence et le producteur allemand de poids lourds MAN SE (Rheinmetall MAN Military Vehicles-RMMV) sur le segment des blindés à roues et des camions militaires. En 2014, l'obtention par RMMV d'un marché potentiel de plus de 2 000 camions logistiques en Scandinavie (acquisition conjointe de la Norvège et de la Suède ; contrat cadre sur la période 2014-2025) confirmait la pertinence du mouvement opéré par Rheinmetall Defence. A contrario, KMW misait sur la spécialisation dans le domaine des blindés chenillés, privilégiant une stratégie d'intégration verticale par le biais de la reprise d'acteurs de niche (production de chenilles et de suspensions, MCO, simulation). Cette stratégie l'éloignait d'autant de Rheinmetall Defence.

Ouverture des marchés à la concurrence : le cas britannique

Le britannique BAE Systems a frôlé l'éviction sur son marché domestique (terrestre). Si la dernière décennie a marqué la pénétration réussie du groupe sur le marché américain de l'armement terrestre à la suite des rachats des *prime* United Defense Industrie (2005) et Armor Holdings (2007), elle est aussi celle de la chute vertigineuse des ventes de sa branche véhicules militaires au Royaume-Uni. En effet, le souhait du MoD britannique de limiter sa dépendance vis-à-vis de BAE Systems (principal OEM de la flotte de véhicules militaires en service, et fournisseur des systèmes d'artillerie et munitions, soit plus de 95% des équipements de l'armée britannique) s'est traduit par une ouverture à la concurrence des marchés publics de défense et la sélection pour deux contrats majeurs d'offres portées par les filiales britanniques des groupes américains General Dynamics (GD) et Lockheed Martin (historiquement implantés outre-Manche dans le domaine aéronautique militaire).

C'est ainsi que GD UK (présent dans le terrestre depuis l'obtention en 2001 du contrat Bowman) remportait, en septembre 2014, un marché d'un montant de 3.5 Mds£ pour la fourniture de 589 Véhicules spécialisés (programme FRES / tranche véhicules de reconnaissance Scout rebaptisé depuis « AJAX » ; sélection de l'offre ASCOD 2)⁴, suivi en juin 2015 d'un marché de MCO du parc de futurs véhicules Ajax de 390 M€. De son côté, Lockheed Martin UK se voyait notifier le programme de remise à niveau des véhicules lourds Warrior pour un montant d'1 Md£ (*Warrior Capability Sustainment Programme*, octobre 2011). La filiale britannique du premier groupe de défense mondial est également partenaire sous-traitant de GD UK en tant que fournisseur de la tourelle sur l'une des variantes de la famille de véhicules Ajax⁵.

Conséquence de ces choix d'acquisition du MoD, BAE Systems Land UK a fermé la majorité de ses sites britanniques de production d'armement terrestre. Victime collatérale, sa filiale suédoise BAES Hägglunds, maître d'œuvre du prototype SEP (sorti grand perdant), a connu à la suite un arrêt du financement du programme par la Suède (décision d'acheter sur étagère 113 AMV du Finlandais Patria). BAES Hägglunds peut toutefois compter sur un carnet de commandes export solide

grâce à ses produits phares CV90, BvS10 et Bv206.

Seule consolation pour BAE Systems au Royaume-Uni, la notification, en janvier 2015, d'un contrat de 50 M€ (sur 5 ans) relatif au soutien des véhicules militaires légers, médians et lourds⁶. Pour le MoD, ce marché est aussi là pour maintenir des compétences nationales dans les domaines survivabilité, système de combat et vétronique. Le prochain marché de remise à niveau des 227 chars lourds Challenger 2 (LEP - *Life Extension Project* visant à les maintenir en service jusqu'en 2035 ; marché d'études de 24 mois) est également susceptible de remettre en selle BAE Systems Land UK, à la tête de la *Team Challenger 2*, laquelle rassemble Qinetiq, Leonardo (ex Finmeccanica), Moog, Safran et General Dynamics Mission Systems. Le groupe américain a ici fait le choix de se positionner en tant que partenaire de rang 2.

General Dynamics, désormais incontournable sur le marché européen

Au-delà de la réussite de GD UK au Royaume-Uni, le groupe américain a étendu en quelques années son influence sur le Vieux Continent par le biais de rachats d'entreprises de taille moyenne fragilisées (le constructeur suisse de blindés légers à roues MOWAG⁷, le principal producteur espagnol SantaBarbara Sistemas⁸, l'entreprise autrichienne Steyr-Daimler-Puch⁹). Aujourd'hui, ces dernières sont consolidées au sein de la branche General Dynamics European Land Systems (GDELS), qui emploie 1800 salariés sur 9 sites dans 5 pays : Espagne (dont le siège de GDELS), Suisse, Autriche mais aussi Allemagne (implantation liée aux marchés d'acquisition de véhicules blindés 4x4 Eagle IV et V) et République tchèque (marché de véhicules blindés à roues 8x8 Pandur).

Sur le segment des véhicules blindés 8x8, GDELS peut se targuer de succès notables, avec par exemple en janvier 2016, la sélection de son offre basée sur le PIRANHA 5 par le Danemark (309 unités pour un montant de 600 M\$), et ce, quelques mois après avoir été choisie par l'Espagne (contrat R&D dans le cadre du programme VCR- Vehículo de Combate sobre Ruedas, prévoyant l'acquisition de 300 véhicules). Toute son attention est désormais portée sur le prochain marché britannique de véhicules blindés à roues 8x8, la variante *Mechanized infantry vehicle*

(MIV), avec une offre dérivée du véhicule Stryker (démonstrateur *Light Armoured Vehicle* LAV, équipé d'une tourelle Kongsberg PROTECTOR). GD est d'autant plus à l'offensive à l'export que la situation est difficile sur son marché domestique, avec notamment la perte du marché américain JLTV.

Marchés export : prérequis

Faute d'opérations d'intégration horizontale, les acteurs européens contiennent donc à se concurrencer dans le cadre des principaux appels d'offre lancés en Europe (sans oublier les ambitions des industriels polonais et tchèques notamment). Sur les marchés grand export, la situation est encore aggravée en raison de la présence de multiples concurrents (turcs, américains, asiatiques, russes, sud-africains, etc.). Par ailleurs, les exigences grandissantes des Etats clients en matière de transferts de technologies et de savoir-faire impliquent pour les maîtres d'œuvre (et leurs principaux équipementiers) d'être présents sur les marchés ciblés très en amont des appels d'offre (bureau commercial, installation d'une filiale, création d'une co-entreprise avec un acteur local, rachats d'entités) et d'être en mesure d'initier une dynamique de partenariats dans le cadre du contrat (avec des acteurs locaux choisis ou imposés...). Dans de telles conditions, disposer de la taille critique et être en mesure d'innover (dans l'optique de conserver une avance technologique) apparaissent comme de véritables prérequis pour la conquête des marchés export.

Mutations à venir

Annoncé en juillet 2014 et finalisé fin 2015, le rapprochement entre le français Nexter et l'allemand KMW, est-il susceptible de changer la donne à court terme ? Pour l'heure, cette opération prend la forme d'une alliance stratégique et non d'une fusion d'entreprises ; cette dernière aurait été synonyme de restructurations internes pour les deux entités. Dans un communiqué de presse commun diffusé quelques jours avant l'ouverture du Salon Eurosatory 2016, les deux partenaires tentent de caractériser leur alliance, symbolisée par la mise en place d'un



stand commun : « *By preserving both corporate identities and their logos and by combining their colours, Nexter and KMW are displaying their desire to cooperate by pooling their strengths and capitalising on the good fit they form, while each group retains its own capabilities and products* »¹⁰. Les mots sont choisis, la prudence est de mise.

L'étape d'une intégration plus poussée apparaît encore très éloignée, même si cette opération permet de sortir les deux entreprises d'un certain isolement sur la scène européenne. A minima, cette alliance peut permettre aux deux groupes de s'entendre afin d'éviter de présenter des offres concurrentes sur un même marché, voire de lancer des projets communs de R&D (si les financements étatiques suivent). Ce dernier point impliquerait que la France et l'Allemagne harmonisent leurs besoins et convergent sur les réponses technologiques et industrielles (avec lancement de programmes en coopération). Si cette alliance n'est pas rompue (le fil est ténu), le passage à l'étape d'après devrait éviter de rééditer des schémas dysfonctionnels nuisibles à la compétitivité du groupe nouvellement créé : simple agrégation d'entités nationales, parité et système de gouvernance à double commande, retour industriel,

duplication des sites et des supply chain, etc... donc en s'éloignant des modèles « EADS » et « MBDA » existants sur la période 2000-2013/14. A cela s'ajoute l'épineuse question de l'export dans un contexte marqué outre-Rhin par une politique de contrôle de plus en plus restrictive.

Par ailleurs, avec l'entrée des forces terrestres dans l'ère du numérique et du « combat collaboratif », le secteur terrestre (comme le naval et l'aéronautique) voit l'arrivée de nouveaux entrants venus des secteurs de l'informatique et du cyber. Des partenariats et des alliances restent à établir entre fournisseurs historiques et nouveaux entrants (avec le cas échéant des prises de participation et/ou des rachats d'entreprises). Les business model sont à repenser. Cela signifie également qu'en termes d'innovation, nous sommes sur des cycles courts, avec pour déterminant une insertion rapide des technologies dans les systèmes. Pour les utilisateurs, les services d'acquisition, et les intégrateurs, il s'agit d'être au plus près des acteurs porteurs d'innovation, en grande majorité des ETI et PME.

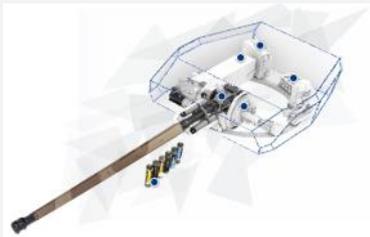
HÉLÈNE MASSON

Maître de recherche, FRS
en charge du pôle Défense&Industries
h.masson@frstrategie.org

Notes

1. Marty Alain et Récalde Marie, Rapport d'information en conclusion des travaux d'une mission d'information sur les conséquences du rythme des opérations extérieures sur le MCO des matériels, n°3323, décembre 2015.
2. Cité dans Masson Hélène, Paulin Cédric, *Perspectives d'évolution de l'industrie de défense en Europe*, Recherche&Document FRS, septembre 2007, 188p.
3. Masson Hélène, "Compétitivité et innovation : l'industrie européenne de l'armement au défi", *Revue DSI*, juin/juillet 2010, pp.92-98.
4. Ce contrat fait suite à la sélection en juillet 2010 de la filiale du groupe américain General Dynamics (face à l'offre de BAE Systems) pour la phase de design et de démonstration (montant de 500 M€). Les 100 premiers véhicules Ajax seront assemblés en Espagne et les 489 autres véhicules sur les sites du groupe au sud du pays de Galles (Merthyr Tydfil et Oakdale). Livraison sur la période 2015-2024.
5. 245 tourelles CT (armées d'un canon de 40mm), dont la structure est produite par l'allemand Rheinmetall Defence pour le compte de LM UK, lequel y intègre ses senseurs et systèmes électroniques sur son site britannique d'Amphill au Royaume-Uni.
6. Notamment les parcs de Warrior, Titan, Trojan, Panther, Bulldog, véhicules de reconnaissance chenillés, chars lourds Challenger 2 et variante char de dépannage du Challenger (CVR(T)).
7. Famille de véhicules Piranha, Eagle et Duro.
8. Véhicules blindés de combat d'infanterie Pizarro, famille de véhicules blindés légers à roues BMR-2, et chars Leopard 2 sous licence de l'allemand KMW.
9. Connue pour ses deux produits phares que sont le véhicule de combat d'infanterie à chenilles Ulan (35 t) et le véhicule blindé léger Pandur (version 6 x 6 de 15,5 t et 8 x 8 de 22 t).
10. « Eurosatory 2016 – Nexter, KMW: Two brands under a single banner », Press release Nexter - KMW, 06.10.2016.

Des coopérations réussies au niveau des équipements : CTA International en franco-britannique et Junghans Microtec en franco-allemand



CTA International (localisé à Bourges) : société co-détenue par Nexter et BAE Systems, spécialisée dans la conception, le développement, la production et la commercialisation du système CTAS (Cased Telescoped Armement System). Le 40CTAS a été qualifié et sélectionné par l'armée française pour son futur engin blindé de reconnaissance JAGUAR et par l'armée britannique dans le cadre du programme Ajax.



Junghans Microtec : société co-détenue par Diehl et Thales (TDA) sur les segments fusées de munitions et dispositifs de sécurité et/ou de mise à

feu. La marque JUNGHANS Defence englobe Junghans Microtec GmbH, localisé en Allemagne (Dunningen-Seedorf) et Junghans T2M S.A.S. en France (La Ferté St Aubin).

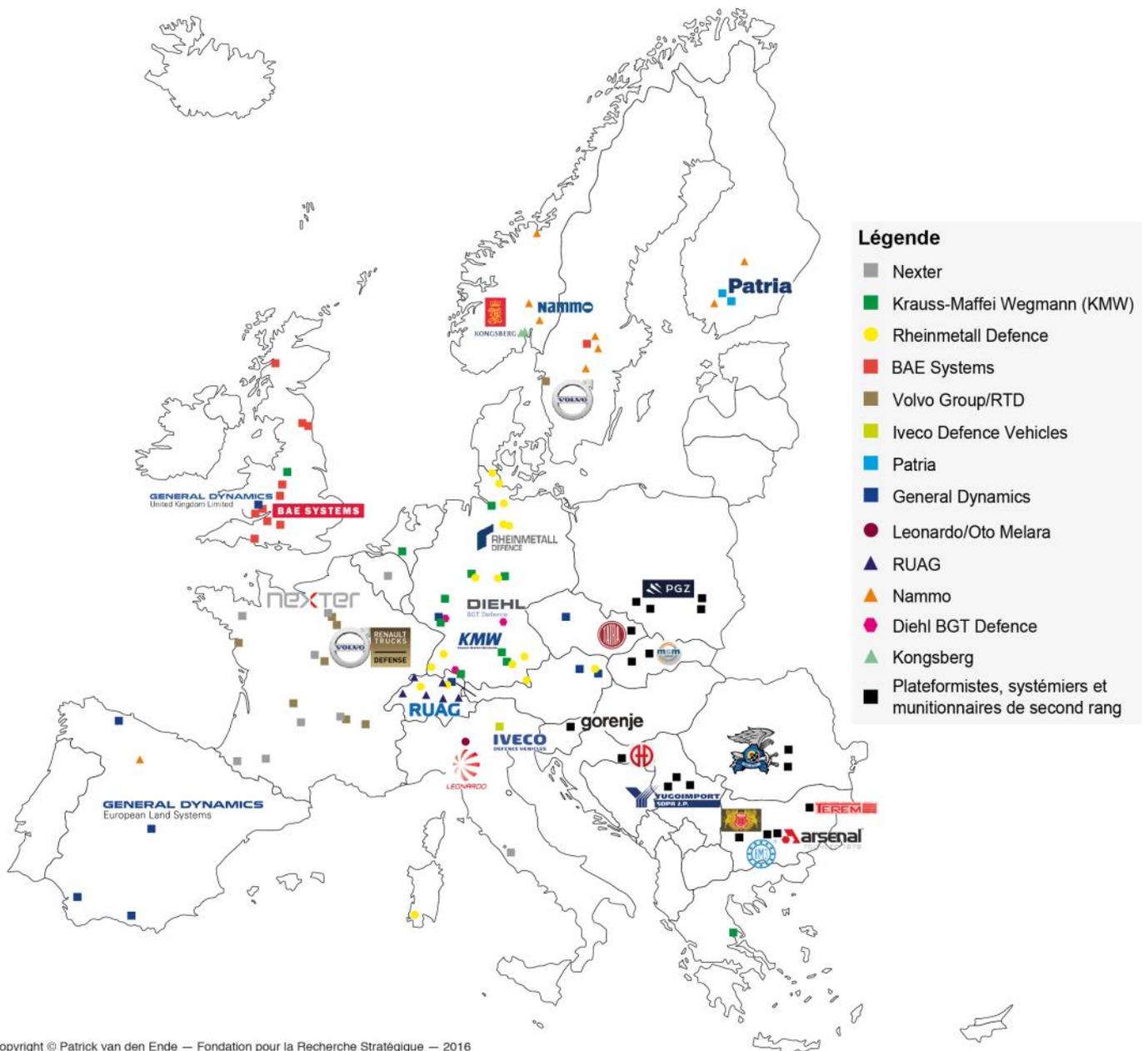
Dynamiques de coopération dans les pays nordiques

Détenu à 100% par l'Etat finlandais depuis la vente par Airbus de sa part au capital en décembre 2014 (26,8%), Patria, producteur du véhicule 8x8 AMV et du système d'artillerie Nemo 120mm (2800 salariés pour un CA 2015 de 485 M\$), était en quête d'un partenaire. En mai 2016, annonce a été faite par l'Etat finlandais de la reprise de 49,9% du capital de Patria par le norvégien Kongsberg Defense & Aerospace (leader mondial dans le domaine des tourelles téléopérées), filiale du groupe Kongsberg. Employant 7700 salariés pour un CA 2015 niveau groupe de 2 Mds\$, Kongsberg a pour actionnaire majoritaire l'Etat norvégien (50%). L'opération concerne également le munitionnaire Nammo détenu à parité par Patria et l'Etat norvégien. Cette montée au capital intervient à la suite de la signature entre Patria et KDA, en janvier 2015, d'un partenariat stratégique destiné à approcher conjointement les marchés au Moyen Orient.

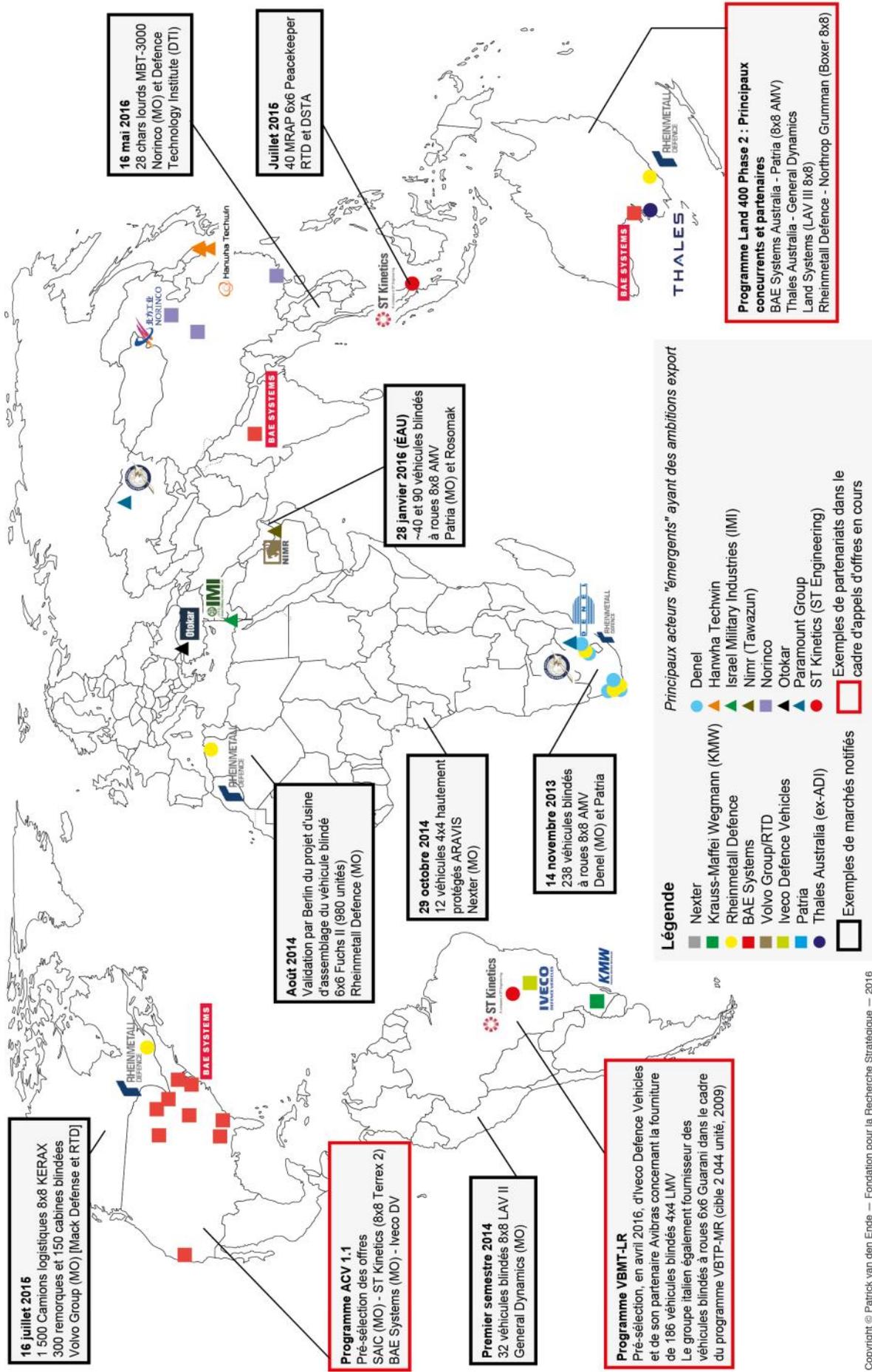
Dans le contexte de la crise en Ukraine et d'une Russie à la posture de plus en plus agressive, les coopérations bilatérales et multilatérales se multiplient dans le domaine de la défense et de l'armement entre les pays nordiques (Suède, Norvège, Finlande, Danemark).



Implantations des principaux plateformes - intégrateurs et munitionnaires



Marchés grand export : implantations des principaux plateformes - intégrateurs européens et exemples de marchés remportés et de partenariats



Copyright © Patrick van den Ende — Fondation pour la Recherche Stratégique — 2016



Innovation technologique de défense : ruptures et convergences

Du métal liquide pour des drones à mémoire de forme, une peau artificielle ou un spray capables tous les deux de rendre un objet invisible à un radar, des lentilles de contact permettant de voir dans l'infrarouge, ou encore une armure liquide pour les forces spéciales... autant de projets de recherche innovants dans le domaine de la défense terrestre qui, jusqu'alors, relevaient de la science-fiction. Mais au-delà du fantasme nourri par la peur du robot-tueur intelligent ou de l'arme laser portable, le domaine de l'innovation technologique de défense connaît aujourd'hui un développement remarquable, et ce que nous prenions jusqu'alors pour des fantasmes d'ingénieur s'avèrent parfois proches de la mise en service opérationnelle. Mais la prospective dans le domaine est complexe : quelles sont les voies susceptibles de déboucher ? Comment identifier les tendances, les ruptures technologiques ou capacitaires ?

Quel raisonnement pour quelle prospective ?

Lorsque l'on effectue de la prospective technologique dans le monde de la défense, la tendance naturelle est de partir du besoin opérationnel pour en tirer les grandes directions d'évolution du domaine. Ainsi, les technologies permettant la protection ou la lutte contre les engins explosifs improvisés (IED) ont effectivement connu un développement important ces dernières années en raison des périls encourus par nos troupes sur le terrain. De la même manière, les efforts demandés aux armées en termes de réduction de budget ont privilégié certaines directions de recherche au détriment d'autres voies plus coûteuses mais également potentiellement génératrices d'innovation.

Tenter de prévoir l'évolution de l'innovation technologique de défense en se

fondant sur les seuls besoins exprimés, c'est donc se limiter à l'analyse du passé pour essayer de prévoir le futur : un exercice certes intéressant, mais biaisé par nature : il est en effet impossible de percer le brouillard de la guerre, et d'identifier avec certitudes les nouvelles menaces – et, partant, les nouvelles priorités opérationnelles – auxquelles nos forces devront faire face.

Une autre tentation, qui concerne essentiellement les industriels, est de se reposer sur l'état actuel de la technologie et les priorités liées aux stratégies industrielles de recherche. Les sociétés qui investissent massivement dans les domaines de la réalité virtuelle, ou de l'intelligence artificielle tendent donc à prévoir l'évolution de la technologie par le prisme de cette dernière.

Outre le caractère évidemment limitatif de cette analyse, c'est sans compter que les technologies aujourd'hui développées ne seront pas nécessairement celles présentes demain. La technologie doit en effet franchir ce que l'on appelle « la vallée de la mort » : le fossé séparant l'innovation de laboratoire et la technologie industrialisée. Et si, finalement, la technologie ne semble pas à la hauteur des attentes qu'elle a générées, la désillusion engendrée peut mener cette dernière dans une voie de garage, provisoire ou définitive. C'est ainsi que les lunettes de réalité virtuelle de première génération ont été rapidement délaissées par les ingénieurs, en raison de leur coût, de leurs limitations techniques (latence, résolution...), générant ainsi une certaine déception, voire une désillusion.

Si aucune méthode n'est véritablement satisfaisante, l'observation des investissements tous marchés confondus et surtout l'analyse de la viabilité économique des technologies per-

mettent néanmoins de tirer des enseignements et d'établir une prospective étayée par un certain pragmatisme. Les investissements colossaux réalisés dans le domaine de la réalité virtuelle, de la géointelligence et de l'imagerie satellitaire, de la robotique autonome et des drones, de la gestion de l'énergie ou des nanotechnologies (la liste est loin d'être exhaustive) donnent par nature des lignes de force technologiques dont la Défense bénéficie également. Ces technologies civiles seront adaptées, de manière à prendre en compte les besoins et exigences propres aux emplois militaires, et seront génératrices de ruptures technologiques et capacitaires.

Une évolution prévisible au moins dans certains domaines

Les domaines sur lesquels les investissements porteront sont bien connus : robotique, intelligence artificielle, mobilité, énergie... De nombreux rapports pointent les secteurs technologiques destinés à un avenir brillant de par les montants astronomiques investis dans leur développement, et la rentabilité des marchés visés. A titre d'illustration, on estime à 6 trillions de dollars l'impact potentiel économique lié au développement des technologies d'intelligence artificielle et de big data d'ici 2025¹. Les véhicules autonomes, quant à eux, permettraient d'éviter 1,5 million de morts inutiles dans le même délai² : le financement de cette recherche ne fait donc aucun doute. Les investissements massifs réalisés dans ces domaines permettront donc aux industriels de défense de disposer de technologies matures, financées, et qui auront franchi cette « vallée de la mort ».

Réalité augmentée et robotique militaire

Le développement des véhicules autonomes, outre ses retombées directes dans le domaine de la robotique mili-

taire terrestre, permet également de faire progresser des domaines connexes comme la réalité augmentée. On rappelle que la réalité augmentée consiste à superposer des informations synthétiques (indications, ou même avatars virtuels) en toute cohérence avec le monde réel. Pour cela, il faut être capable de « comprendre » son environnement, par des techniques de cartographie et de vision artificielle. C'est ce qu'un robot autonome doit accomplir pour réaliser sa mission. En finançant le monde de la robotique, on fait donc également progresser les technologies de réalité augmentée, dont les applications militaires terrestres sont connues : pare-brise intelligent pour la conduite de véhicules militaires, simulation embarquée (le système d'armes devient le simulateur et peut être utilisé pour l'entraînement sur le terrain), ou encore augmentation du fantassin par injection d'informations tactiques sur des lunettes de protection (projet Ultra-Viz). Une start-up de réalité augmentée, appelée Magic Leap, vient de recevoir 800 millions de dollars de financement en série C³ alors que la technologie n'est pas encore aboutie. Une aubaine pour le domaine de la défense : quel industriel du domaine pourrait financer à une telle hauteur une technologie non critique ?

Au-delà, c'est l'ensemble des technologies d'interface qui, de par l'essor des financements liés à l'internet mobile, va connaître une prodigieuse accélération. Si le projet Google Glasses (désormais appelé projet Aura) a connu quelques réajustements, les interfaces de type réalité virtuelle et augmentée sont aujourd'hui amenées à se développer considérablement. Le projet JFX3 du ministère de la Défense britannique⁴ a ainsi montré que dans le domaine de la navigation tactique, les routes utilisées via un procédé de lunettes de réalité augmentées étaient plus pertinentes que les routes déduites par les moyens usuels (de nuit comme de jour, avec un effet plus spectaculaire de nuit).

Armes et munitions intelligentes

Autre tendance de fond : la miniaturisation et la démocratisation – sur le plan économique – des processeurs, tirées par l'industrie de l'internet mobile. On connaît déjà les munitions programmables : ainsi le fusil X25 de la société OrbitalATK est capable de tirer des munitions « intelligentes » programmées pour exploser après un temps de vol donné (« airburst »), par exemple 4m au-dessus d'un adver-

saire, neutralisant ce dernier par un effet de souffle et la production d'éclats sur 360 degrés. Le tir est coordonné avec le laser permettant de calculer la distance à la cible : le fusil devient une arme informatisée, tirant lui-même une munition programmable. On peut également citer la munition EXACTO (encore un projet de la DARPA), destinée à équiper un fusil de haute précision pour les tireurs d'élite et capable d'utiliser un système de guidage optique en temps réel pour trouver et neutraliser sa cible. L'extrême démocratisation des processeurs en termes de simplicité d'utilisation et de coût, comme la miniaturisation des sources d'énergie permet d'envisager que dans le futur, une majorité d'armes et de munitions (même individuelles) seront ainsi « intelligentes », avec les risques que cela comporte notamment en termes de sécurité des systèmes d'information.

Un essor des nanotechnologies dans la défense

Le domaine des nanotechnologies représente également un secteur considérablement dopé par la recherche industrielle ou étatique. En 2017, le gouvernement américain a prévu un budget de près 1,4 Mds de dollars dans le cadre de sa *National Nanotechnology Initiative*⁵, ce qui fait des nanotechnologies le plus grand programme scientifique américain financé par le budget fédéral, dépassant de loin le Projet « Génome Humain ». Les nanotechnologies, ce sont les études et procédés de fabrication et de manipulation de structures, de dispositifs et de systèmes matériels à l'échelle du nanomètre. Les applications des nanotechnologies (dans le domaine de l'armement terrestre sont nombreuses, qu'il s'agisse de réaliser par gravure des structures nanoélectroniques (ce que l'on appelle la voie *top-down*) et ainsi de miniaturiser des processeurs ou des capteurs, ou (voie *bottom-up*) d'assembler des composants élémentaires pour fabriquer des structures plus complexes.

Quelques exemples permettent de mieux appréhender les perspectives dans le domaine militaire : ainsi, en utilisant les nanotechnologies pour développer des nanocapteurs, l'information pourrait être stockée et analysée plus efficacement, le renseignement et la surveillance pourraient fortement progresser et les projectiles pourraient atteindre une précision extrême grâce à des nano-ordinateurs incorporés dans chaque munition. Sans compter évidemment les applica-

tions en santé et médecine militaire, comme par exemple les textiles photocatalytiques revêtus de nanoparticules à base de dioxyde de titane permettant de développer des tenues auto-décontaminantes.

Egalement, de nombreux travaux cherchent à développer des métasurfaces diélectriques permettant de rendre invisible son porteur (robot, drone, véhicule, voire fantassin) à certaines longueurs d'ondes. Une telle « cape d'invisibilité » agit en absorbant et redirigeant les ondes électromagnétiques, par exemple grâce à des nanoparticules de céramique. En utilisant les nanotechnologies, plusieurs équipes ont montré qu'il était possible de rendre l'objet revêtu de cette cape invisible à certaines longueurs d'onde : ondes radars (jusqu'à 70% d'absorption), ou même...lumière visible.

Le domaine des nanomatériaux est si prometteur qu'il est impossible ici de réaliser un panorama complet de ses applications : citons pour mémoire le développement de nouveaux blindages plus légers (donc générateurs d'économie d'énergie), et plus résistants, ou la réalisation de surfaces bio-inspirées grâce à des procédés de nanofabrication. La DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) américaine a ainsi conçu Z-Man : un dispositif inspiré de la surface adhésive des pattes du lézard Gecko et destiné à être placé sur les mains d'un fantassin afin de permettre l'escalade de parois verticales.

Des convergences technologiques génératrices de ruptures capacitaires

Mais les véritables ruptures technologiques proviendront de l'association de deux phénomènes : la convergence technologique, et la rupture d'usage ou d'emploi. Apparu avec la diffusion d'un rapport du think tank World Technology Evaluation Center, le concept de convergence technologique dans le contexte considéré ici concerne l'amélioration des performances des systèmes militaires par synergie entre les grands domaines technologiques émergents. La convergence la plus médiatisée est celle des NBIC : Nanotechnologies, Biologie, Informatique et Sciences Cognitives.

A titre d'exemple particulièrement illustratif, la convergence naturelle entre informatique et sciences cognitives est à l'origine de l'essor des technologies d'intelligence artificielle. Au-delà des effets d'annonces médiatiques (le « deep learning » n'étant finalement que l'alliance des technologies de réseaux de neurones des

années 1950 avec la puissance de calcul disponibles aujourd'hui), les capacités de calcul, et donc d'algorithmique, vont continuer à progresser avec l'utilisation de nouveaux matériaux. Ainsi, l'utilisation de nanotubes de carbone comme supraconducteurs ou de graphène devrait mener dans un horizon proche au développement de processeurs très haute fréquence (de l'ordre de 500 GHz) et à très basse consommation. Il s'agit là de faire tomber la barrière de la puissance et de la mobilité sur le théâtre d'opération.

Les applications sont innombrables : à l'intérieur des véhicules ou encore pour équiper le fantassin d'une puissance de calcul compatible avec les possibilités des armes futures. Avec de telles capacités, des systèmes de combats élargis permettront de disposer en permanence d'un temps d'avance sur l'adversaire en augmentant considérablement le rythme de la boucle décisionnelle des opérations sur le terrain. Face à une multiplicité de capteurs, et même de nano-capteurs, la capacité à stocker, traiter, croiser, analyser des données sur le terrain permettra également de disposer de capacités de renseignement locales, dans un rythme cohérent avec le temps de la manœuvre.

La convergence entre la microélectronique et les nanomatériaux permet également d'envisager des ruptures capacitaires, comme ce que l'on appelle communément « l'homme augmenté ». Il s'agit d'améliorer la performance humaine dans ses différentes composantes pour obtenir un gain militaire décisif.

Ainsi, la convergence entre microélectronique et nanotechnologies mène à la réalisation de dispositifs permettant l'amélioration des perceptions : des chercheurs du MIT ont récemment annoncé avoir combiné un capteur thermoélectrique à base de graphène avec un MEMS (micro système électromécanique) composé d'une membrane de nitrure de silicium. Avec cette nouvelle technologie, il devient possible de développer un système de vision thermique très compact, voire flexible et transparent. On peut ainsi imaginer rapidement l'apparition de lentilles de contact capables de conférer une vision thermique à leur porteur.

Mais d'autres projets, plus futuristes, permettent d'augmenter plus radicalement les capacités humaines. Ainsi, la DARPA explore, dans le cadre du projet

NESD (Neural Engineering System Design), une voie de recherche visant à développer une interface cérébrale sous la forme d'un implant, permettant d'échanger entre cerveau et monde numérique. Les applications vont de la restauration de capacités perdues suite à une lésion cérébrale (audition, vision, gestes...) au traitement rapide de l'information, et au contrôle/commande de systèmes complexes par interface neurale.

De telles convergences entre informatique et biologie sont évidemment génératrices de ruptures capacitaires – avec les défis éthiques afférents à l'utilisation d'un « super-combattant » augmenté par la technologie. Car si le risque technologique est de saturer les capacités cognitives de l'homme en lui demandant d'interagir directement avec un système complexe (drones, robots, systèmes d'armes), le risque éthique est de rentrer dans une logique de mathématisation extrême des processus et de délégation des décisions.

Des technologies critiques spécifiques à préserver

L'analyse de la viabilité des innovations sur les marchés permet donc d'imaginer, dans une certaine mesure, le futur de la technologie militaire. Toutefois, même si la tentation est grande de considérer que les technologies sont duales, et que la R&T civile pourrait prendre le relais, ce n'est, de fait, qu'une illusion. En l'espèce, le domaine nécessite des compétences particulières, qui ne sauraient être directement transposées, même si les technologies sont pour une part portées par le domaine civil.

A titre d'illustration, dans le domaine de l'énergie, les moteurs hybrides civils ne répondent pas aux impératifs des besoins opérationnels militaires (disponibilité opérationnelle, périodes de veille...). Il est donc nécessaire d'investir dans la R&T pour développer des batteries longues durées dont les caractéristiques très spécifiques ne correspondent pas aux besoins du grand public.

De la même manière, les technologies liées à la furtivité sont spécifiques au domaine militaire, comme celles liées à la détonique, par exemple. Il est donc nécessaire de conserver une certaine réactivité, une capacité d'adaptation permettant d'allouer à ces domaines des efforts de financement spécifiquement dédiés à leur adaptation au monde de la défense.

Un effort de prospective à long terme

Par ailleurs, on pourrait craindre que dans les prochaines décennies, de nombreuses innovations soient verrouillées par des brevets civils, rendant complexe leur adaptation au monde de la défense. La prospective technologique est donc clé ; elle doit s'exercer avec une vision large, transverse, mais également en gardant à l'esprit que la surprise économique, comme la surprise stratégique, sont toujours possibles, et qu'il est parfois nécessaire de préempter, ou en tout cas d'investir suffisamment tôt sur les domaines technologiques clés. Par essence, ceux-ci ne sont pas définis par avance : des « signaux faibles » peuvent apparaître, des domaines technologiques peuvent se révéler, des technologies immatures peuvent s'avérer clés.

La prospective technologique de défense est paradoxale : c'est à la fois un domaine d'expertise, de grande technicité, et un champ ouvert, où l'imagination et la curiosité sont essentielles. Le domaine de l'armement terrestre, s'il fait peut-être moins rêver dans l'imaginaire collectif que l'aéronautique, le spatial ou le naval, est en réalité d'une très grande complexité, et d'une exigence remarquable. Le terrain commande : la complexité d'un milieu que l'adversaire peut parfaitement connaître et maîtriser nécessite une avance technologique toujours au profit de l'homme. La surenchère technologique doit être évitée au profit d'une juste suffisance éclairée, un juste équilibre entre science, vision, anticipation et pragmatisme.

EMMANUEL CHIVA

Directeur général adjoint d'Agueris, président de la commission R&T du GICAT

Notes

1. Rapport McKinsey Global Institute – Disruptive technologies : advances that will transform life, business, and the global economy. May 2013 – James Manyika and al.
2. Idem.
3. <http://techcrunch.com/2016/02/02/ar-startup-magic-leap-raises-793-5m-series-c-at-4-5b-valuation-led-by-alibaba/>
4. <https://www.sea.co.uk/docs/Simulation-Training-Augmented-Reality.pdf>
5. <http://www.nano.gov/about-nni/what/funding-supplement-to-the-President's-2017-Budget-request-submitted-to-Congress-on-February-9-2016-NSTC/CoT/NSET>

Filières robotiques civile et de défense françaises : des liens à affermir



Les marchés de la robotique, en particulier de service, affichent des progressions intéressantes, qui ont, selon toute vraisemblance, vocation à se prolonger dans le temps. Ils sont notamment de plus en plus sous-tendus par les applications personnelles et domestiques. Les appareils tendent à entrer progressivement dans les différentes sphères du quotidien : au travail, comme aides au domicile, mais également en tant que systèmes ludiques. De nombreux travaux sont ainsi menés pour étendre les champs d'application des machines : de plus en plus de programmes de recherche et d'expérimentations sont lancés pour assurer, entre autres, le développement de robots thérapeutiques (robots de compagnie pour les malades ou aidant à la rééducation fonctionnelle), d'assistance aux personnes en perte d'autonomie (en particulier les personnes âgées) et éducatifs.

Dans le secteur manufacturier, les robots de production - facteur de productivité pour les entreprises - sont en train d'évoluer. La plupart des machines des premières générations étaient fixes ou mobiles sur des rails. L'objectif est désormais de proposer des systèmes bénéficiant de plus de mobilité et de dextérité. Les nouveaux ne seront plus simplement plus endurants, précis, puissants ou rapides que l'homme ; ils seront également capables d'une certaine adaptabilité. Dans les grandes industries, le besoin de fabriquer en masse des produits ayant une durée de vie assez longue (comme les voitures) va continuer d'exister. Les plates-formes qui les réalisent ne seront toutefois pas toutes adaptées aux demandes de certaines PME/PMI. Celles-ci vont avoir besoin de robots capables de réaliser des tâches plus variées et sophistiquées que le positionnement de pièces (« *pick-and-place* »), le vissage

ou la soudure, et plus facilement reprogrammables. Ce besoin pourra notamment impliquer un travail coopératif et coordonné entre robots et humains.

Pour accompagner ces évolutions et en bénéficier, la filière robotique française dispose de certains points forts. Elle connaît également des faiblesses. Ses caractéristiques sont désormais bien connues, notamment grâce à la publication de quelques rapports d'évaluation récents¹.

Une filière innovante aux structures de R&D diverses et complémentaires

La France possède une recherche académique - théorique et appliquée - de haut niveau, au sein notamment des universités et des établissements d'enseignement supérieur, du CNRS et de certaines structures publiques et parapubliques. Le développement de centres dédiés à la robotique a été relativement précoce dans notre pays : dès les années 1970, différents organismes ont été créés qui, encore aujourd'hui, constituent des structures d'excellence (comme l'IRIA, devenu l'INRIA, ou le LAAS). Les techniciens supérieurs et les chercheurs travaillant en robotique sont relativement nombreux dans notre pays (plusieurs centaines) et impliqués dans les différents domaines constitutifs de la discipline (capteurs, représentation spatiale et cartographie, relation homme-machine, communication entre plates-formes, algorithmique,...). La France dispose également d'un réseau de PME/PMI très innovantes, en particulier en robotique humanoïde et dans le développement des applications de service et domestiques. Certaines sont anciennes, créées dès les années 1970 et 1980 (comme *Robosoft*) - parfois comme excroissances de centres de recherche académiques ; d'autres sont apparues plus récemment (années

2000). Généralement impliquées dans des marchés de niches, beaucoup d'entre elles réalisent des robots "sur mesure".

Des capacités de production et une intégration encore trop limitées

Les limites de la filière sont toutefois nombreuses. Tout d'abord, elle ne peut s'appuyer sur l'apport d'entreprises de production de robots industriels. Les firmes construisant des systèmes pour le secteur manufacturier ont été assez largement démantelées en France. Dans les années 1980, les premiers centres de recherche et PME du domaine avaient été rejoints par quelques acteurs s'étant positionnés sur le marché de la robotique industrielle. Malheureusement, les grands groupes n'ont pas poursuivi leurs efforts initiaux. La filière a ainsi décliné et a quasiment disparu une quinzaine d'années seulement après sa création. La plupart des entreprises spécialisées des grands groupes français - comme *Renault Automation* - ont été rachetées par des acteurs étrangers (en particulier l'helvético-suédois ABB ou l'italien COMAU). Or, comme les exemples allemands et japonais le montrent, disposer d'entreprises de production de robots industriels est un avantage pour développer les autres types de robotique.

Par ailleurs, les PME/PMI françaises du secteur - en nombre relativement réduit - éprouvent des difficultés à se développer. En dehors des firmes du domaine de l'armement, la plupart des entreprises se sont ainsi spécialisées dans la valorisation des travaux de laboratoires et des recherches académiques. Elles connaissent d'énormes difficultés à transformer leurs réalisations en véritables projets commerciaux. Il semble qu'elles aient développé une culture bien plus tournée vers l'excellence technologique que vers la

recherche de débouchés commerciaux. Elles produisent donc souvent des séries courtes (ce qui ne favorise pas les économies d'échelle) et ne parviennent que rarement à franchir l'étape de la production industrielle. Les PME françaises disposant d'une masse critique pour atteindre un stade industriel sur de multiples marchés sont en réalité très peu nombreuses.

Ces manques expliquent qu'elles éprouvent de réelles difficultés à lever des capitaux pour se développer. Les distributeurs sont relativement rares en France. Surtout, les marchés, pourtant en développement, de la robotique domestique et personnelle attirent relativement peu de financements privés. Le capital-risque français ne s'est pas encore véritablement tourné vers le secteur. Il existe certes quelques incubateurs spécialisés, dont l'une des fonctions est justement de mettre en rapport les *start-ups* avec les quelques industriels capables de produire à grande échelle. De même quelques fonds d'investissement nationaux s'intéressent désormais au domaine, afin notamment d'assurer la levée des capitaux pour les programmes de R&D et le transfert vers la production industrielle. Mais ils sont encore très peu nombreux et manquent de moyens financiers. *Robolution Capital* a, par exemple, été créé en 2012 pour favoriser les développements industriels de la robotique en France. En 2015, il ne disposait que d'une enveloppe de 80 millions d'euros.

La situation actuelle génère des risques réels. L'un des principaux est la captation de la technologie par des acteurs étrangers, qui peuvent facilement racheter les PME françaises puis transférer leurs savoir-faire. Un autre est bien évidemment la disparition de ces mêmes entreprises, faute d'une rentabilité suffisante et de véritables perspectives de développement.

Pour un rapprochement plus affirmé des producteurs de défense et des acteurs de la robotique civile

Les capacités industrielles existent pourtant en France. Les principaux groupes du secteur de l'armement (*Dassault Aviation*, *Safran/Sagem*, *Thales*, *DCNS*, *Nexter* et *ECA Group*) ont développé des compétences, parfois depuis les années 1980. Ils disposent de services de R&D, de lignes de production et de capacités de financement. Pour certains, ils ont même très

clairement accentué leurs efforts depuis le début des années 2000, la demande en robots militaires n'ayant cessé de croître - et ce pour tous les milieux opérationnels. La création, au sein de *Nexter Technologies*, d'une filiale dédiée (*Nexter Robotics*), en 2013, est l'une des illustrations de ce plus grand intérêt².

Pour la plupart, ces acteurs se sont toutefois positionnés sur des secteurs particuliers : drones, robots sous-marins, robots d'intervention terrestres, systèmes de déminage,... Au sein de leurs portefeuilles d'activités, la robotique est rarement un secteur de grande importance. Surtout, aucun d'entre eux n'a encore véritablement développé d'activités dans les autres types de robotique (production industrielle, de service,...). Les grands groupes de l'armement, d'un côté, et les PME/PMI et autres *start-ups*, de l'autre, semblent encore assez largement évoluer en silo - alors même que de nombreux développements techniques et technologiques sont communs aux différents types de robotiques.

Quelques initiatives récentes attestent cependant de progrès dans la mise en place de liens entre ces catégories d'acteurs. Parmi celles-ci, la décision, en juillet 2015, d'*ECA Group* de participer au capital de la *start-up* parisienne *Wandercraft*, leader en matière d'exosquelettes médicaux, et la naissance d'une *joint-venture* entre les deux entreprises. Cette nouvelle structure doit permettre le développement de robots destinés au soutien des missions de défense et de sécurité grâce aux savoir-faire de *Wandercraft* en matière de robotique humanoïde et aux compétences d'*ECA* en robotique mobile. De même, *Nexter Robotics* avait acquis, en 2013, la PME *Wifibot*, considérée comme un expert dans la conception de robots de R&D à bas coûts.

Le développement du secteur robotique français ne dépend bien évidemment pas que du rapprochement entre les groupes de la défense et les autres acteurs. Entre autres apports, il nécessite également une plus grande structuration. En Allemagne et au Japon notamment, des politiques de *clusters* thématiques ont été mises en place, relativement précocement, au niveau national, qui ont permis de créer de fortes synergies entre les différents types d'intervenants de la filière robotique. En France, cette convergence a essentiellement été prise en charge au

niveau des pôles de compétitivité - c'est-à-dire à l'échelon régional. Il semble qu'il existe encore un manque de structures de coordination pour le pays entier.

Dans ces deux domaines - rapprochement des industriels de la défense avec les autres catégories d'acteurs de la filière et création de structures permettant une intégration plus poussée au niveau national - les pouvoirs publics ont sans doute un rôle à jouer.

FRÉDÉRIC COSTE

Maître de recherche, FRS
f.coste@frstrategie.org

Notes

1. Erdyn Consultants, "Le développement industriel futur de la robotique personnelle et de service en France", juin 2012, (au profit du Pipame - DGCS) ; Xerfi, "La robotique en France. Robotique industrielle et de service : analyse du jeu concurrentiel et perspectives du marché à l'horizon 2020", juin 2015.

2. Intérêt restant toutefois limité. *Nexter Robotics* ne disposait ainsi que d'une dizaine de salariés en 2015.



ST Kinetics ou les ambitions de Singapour dans l'armement

Classé 44^e dans le top 100 mondial des industries de défense¹, *ST Engineering* se présente comme un groupe aux activités duales. Le chiffre d'affaires (CA) Défense 2015 atteint 36% du CA total, soit 2,28 Mds SGD² (~1,52 Md€³).

Le groupe, dont l'Etat singapourien est l'actionnaire majoritaire (>50% du capital *via* le fonds souverain Temasek) compte quatre branches d'activités principales :

- ◆ ST Aerospace (33% du CA) : services d'ingénierie et de maintenances aéronautiques.
- ◆ ST Electronics (27% du CA) : conception, développement et production de systèmes d'information et de communication avancés.
- ◆ ST Kinetics (22% du CA) : conception, développement et production de systèmes d'armes terrestres et de munitions.
- ◆ ST Marine (15% du CA) : construction et modification de navires civils et militaires (patrouilleurs, LPD).

La montée en compétences de ST Engineering et l'extension de son portefeuille d'activités défense au cours des dernières années sont à mettre en parallèle avec la politique de défense singapourienne.

En effet, la création du groupe ST Engineering en 1997⁴ résulte d'une véritable politique industrielle et technologique à destination de la défense. Le secteur de l'armement terrestre en constitue le premier bénéficiaire historique.

Une situation de dépendance sécuritaire, à l'origine des efforts de défense de la Cité-Etat

Ancienne colonie britannique, Singapour proclame son indépendance en 1965, après cinq années passées au sein de la fédération de Malaisie. Toutefois, dépourvue de ressources naturelles, disposant d'un espace contraint

(716 km², soit équivalent à l'agglomération parisienne), et d'une faible démographie face à ses voisins⁵ (5,5 M d'habitants contre 29,5 M d'habitants en Malaisie et 252 M d'habitants en Indonésie), Singapour se trouve en situation de dépendance sécuritaire. Ainsi, dès son indépendance, une Défense forte et crédible est considérée comme indispensable par les autorités du pays, garantie de sa survie face à ses Etats voisins.

Dans ce contexte, les autorités singapouriennes ont mené une politique de défense au cours des 50 dernières années visant à accompagner le développement capacitaire des forces armées, pour en faire aujourd'hui l'une des mieux équipées de la région. Cette montée en puissance s'est réalisée en trois temps⁶ :

- ◆ *1st generation SAF* (1965-1980') : concentration des moyens sur l'établissement de capacités conventionnelles et la notion d'*infantry centric*.

- ◆ *2nd generation SAF* (1990') : effort de défense consacré au renforcement des moyens disponibles et à la modernisation des plateformes.
- ◆ *3rd Generation SAF* : (2004-) : plan de développement capacitaire mettant l'accent sur le développement et l'acquisition de systèmes autonomes, de capacités en frappes de précision et de systèmes de communication avancés.

Pour accompagner cette politique, les autorités singapouriennes ont placé le budget de défense au cœur des dépenses du gouvernement. Le budget défense est même en croissance nominale constante, périodes de crises financières (1997 et 2007) comprises. De fait, depuis 1988, la part du budget de la défense dans le PIB oscille entre 3% et 6%⁷. En 2016, selon les sources officielles⁸, le budget atteint 13,97 Mds SGD (~9,28 Mds€). Il s'agit encore du premier poste de dépenses (19% du budget voté), devant l'Education

Singapour : Dépenses de défense

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Budget Def. (Mds SGD)	11,28	11,83	12,34	12,56	13,12	13,97
(~Mds €)	6,45	7,37	7,43	7,47	8,61	9,28
% budget	24,2	23,6	23,1	21,1	23	19
% PIB	3,4	3,4	3,3	3,2	3,6	-
%recherche	4,2	4,1	3,6	3,4	3,3	4,8

Source : Comptes nationaux

Principaux organismes singapouriens impliqués dans la S&T militaire

La *Defence Science and Technology Agency* (DSTA) représente le principal chef d'orchestre de la modernisation des forces armées du pays. La DSTA élabore et met en œuvre la politique d'acquisition des biens et services pour la défense, et pilote la R&D¹². Issue de la fusion en 2000 du *Defence Administration Group* et du *Defence Technology Group* (DTG), la DSTA est structurée en 14 « Programme Centres ».

Pour sa part, la *Defence Science and Organisation* (DSO) représente le principal centre de R&D militaire. La création du DSO remonte à 1971, avec le projet « Magpie »¹³ relatif au développement de systèmes électroniques avancés destinés à des applications militaires. Renommé en 1972 « *Electronics Test Centre* », il deviendra officiellement, en 1977, la DSO. Elle rassemble environ 1 300 ingénieurs et chercheurs, au sein de 7 Divisions thématiques. La DSO conduit des programmes de recherche en association le cas échéant avec les entreprises du conglomérat ST Engineering ou des partenaires étrangers.

Enfin, le *Future Systems and Technology Directorate* (FSTD) est responsable de la R&T et du développement des concepts opérationnels (issue de la fusion en 2013 du FSD et de la DRTech).

(17%). Grâce à ces efforts de défense, Singapour apparaît au premier rang des États d'Asie du sud-est pour les dépenses de défense devant l'Indonésie et la Thaïlande.

Enfin, le soutien à l'innovation et la recherche militaire ont joué un rôle primordial dans le développement des capacités nationales de défense⁹. Les autorités singapouriennes ont mis en place « un écosystème du secteur de la défense », selon un terme utilisé par Quek Tong Boon, Secrétaire d'Etat à la Défense et à la Transformation¹⁰. Il décrit la relation étroite qui existe entre les utilisateurs (État), les développeurs (Laboratoires) et les producteurs (ST Engineering) de solutions de défense.

En 2016, la part du budget défense consacrée à la S&T atteint un niveau de 4,8%¹¹ (soit 671 M SGD, ~445,79 M€).

Stratégie d'acquisition & Armement terrestre : entre ToT et partenariats de défense

ST Engineering structure aujourd'hui le paysage industriel de défense singapourien. Il rassemble la majorité des capacités industrielles et technologiques de défense créées depuis 1967. Son portefeuille d'activités défense a été constitué au fil des programmes d'acquisitions lancés en national, et des achats d'équipements du MINDEF réalisés auprès de fournisseurs étrangers (avec accords offsets).

L'armement terrestre est le premier secteur bénéficiaire : les activités industrielles dans le domaine de l'artillerie remontent à 1967, suite à un accord de production sous licence négocié avec *Colt Industries*. L'entreprise d'État *Chartered Industries of Singapore* (CIS), nouvellement créée, se voit ainsi chargée de produire en local des M-16 et munitions de calibre 5,56 mm destinés à la SAF. Un nouvel accord signé pour une période de huit ans permet à CIS de vendre sa production à l'export. Le premier fusil d'assaut

conçu et produit *in-house* voit le jour en 1976, sous le nom de SAR-80. En 1984, la SAF en commandera 20 000 unités¹⁴.

Sur le segment véhicules blindés, l'acquisition en 1968 de 72 chars légers AMX-13 issus des surplus de l'armée de Défense d'Israël aboutit à la création en 1971 de *Singapore Automotive Engineering* (SAE), en charge des activités de MCO. L'acquisition de 300 véhicules blindés de transport de troupes M-113 en 1972 renforcera l'activité de SAE par la modernisation et la production d'un certain nombre de composants.

En 1988, *Ordnance Development & Engineering* (ODE) et *Allied Ordnance* (AO) développent et produisent en propre leur premier obusier, le FH-88, en remplacement des 38 Soltam M-71 israéliens.

Cette stratégie d'acquisition de premier plan menée en parallèle d'un effort lié au soutien à l'innovation porte ses fruits à partir des années 1990. En effet, c'est à partir de cette date que ST Kinetics (résultat du rapprochement de CIS, SAE, ODE/AO) développe une gamme de véhicules blindés et de systèmes d'artillerie¹⁵ en coopération avec la DSTA (ex DTG) et la DSO. Ces équipements intègrent cependant des composants étrangers. Parallèlement au développement d'une offre nationale, le MINDEF continue de mener une politique d'acquisition de premier plan sur des segments

spécifiques (Chars lourd, Système lance-roquettes multiple, véhicule MRAP, etc.). Le MINDEF achète ainsi sur étagère des plateformes principalement à des fournisseurs américains, français, allemands et israéliens. Ces derniers constituent le socle de coopération en matière de défense et les principaux fournisseurs de Singapour sur des segments stratégiques (aviation de combat, de ravitaillement et de reconnaissance, missiles & défense aérienne, sous-marins, frégates, hélicoptères, systèmes d'armes terrestres).

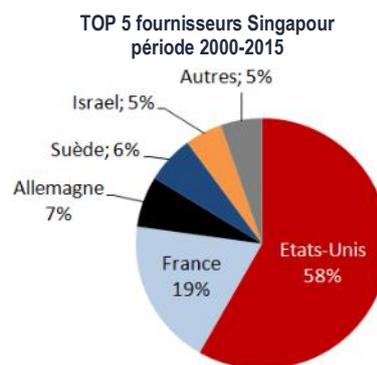
Toutefois, la majorité des acquisitions réalisées par le MINDEF s'inscrivent dans le cadre d'un partenariat. Ainsi dans le secteur de l'armement terrestre, seules les acquisitions de 15 véhicules MRAP Maxx Pro auprès de l'américain Navistar (en 2009, dans le contexte des opérations en Afghanistan) et de véhicules tactiques 4x4 VAMTAC¹⁶ (UROVESA) font office d'exception.

Ces partenariats initiés dans le cadre de programmes d'acquisition concourent à trois objectifs principaux.

1. Indigénisation des plateformes en vue de répondre aux besoins spécifiques de la SAF

Ainsi, en 2006, le MINDEF a notifié à l'allemand KMW un contrat relatif à la fourniture et la modernisation de 99 chars Léopard 2A4 (en coopération avec ST Engineering)¹⁷. Ce contrat intervient un an après la signature d'un accord de coopération de défense entre les deux pays. Les chars Leopard 2SG sont entrés en service en 2008. En plus de ce contrat, KMW a noué un partenariat avec ST Kinetics dans le domaine de la formation du personnel sur la maintenance des systèmes Leopard 2SG¹⁸.

A l'occasion de son discours au Parlement en mars 2015, le ministre singapourien de la Défense, Dr Ng Eng En, a annoncé l'acquisition par les forces armées singapouriennes de véhicules



Source : SIPRI, exprimé en TIV

Une politique d'offsets non codifiée

Même en l'absence d'une politique d'offsets codifiée ou d'un guide des compensations, les filiales de ST Engineering sont identifiées comme les bénéficiaires des transferts de technologies. En effet, depuis 1965, le pays négocie des accords offsets dans le cadre des programmes d'acquisition de plateformes produites par des fournisseurs étrangers pour développer et consolider une BITD locale²⁰. Un document émanant du *Department of Defence* australien²¹ précise que le seuil pour une compensation à Singapour est de 10 M\$ et qu'il comprend généralement des compensations directes sur une période de 10 ans maximum (pénalités moyennes de 3% à 5% mais pouvant aller jusqu'à 10%) ; la compensation recherchée étant une participation industrielle allant de 25 à 30%.

Les déclarations du secrétaire d'Etat en charge de la Défense et du développement national -Cedric Foo- en 2005, semblaient toutefois indiquer que les expériences passées dans ce domaine s'étaient avérées relativement décevantes : « *MINDEF's experience with offsets in the 1980s was not encouraging. Our experiences showed that the benefits accruing from offsets are much less than they appear to be on the surface* », ²² soulignant que plus les obligations en matière de compensation étaient importantes, plus les fournisseurs étrangers augmentaient les prix (de 7 à 8%)...

MRAP Peacekeeper PRV. Entrés en service en juillet 2015, ces derniers sont adaptés des véhicules Higuards de Volvo/RTD comme le précise le communiqué de presse du MINDEF¹⁹.

2. Renforcement des capacités d'entraînement de la SAF

La contrainte géographique conditionne également les partenariats de défense. Suite à l'acquisition des chars Leopard, Singapour et l'Allemagne ont signé en 2009 un accord intergouvernemental comprenant la mise en place d'un entraînement conjoint *Panzer Strike*, sur le territoire allemand. Confirmé et renforcé en 2013, cet accord prévoit que plus de 1 300 membres de la SAF puissent bénéficier des installations militaires de Bergen sur une période de 100 jours²³.

Enfin, notons que depuis 2005, Singapour dispose d'un exercice conjoint bisannuel avec les Etats-Unis *Forging Sabre*. Dans ce cadre, la SAF a pu déployer le système de lance-roquettes multiple HIMARS dès décembre 2013 et l'utiliser dans des conditions réelles (pour une acquisition en mars 2013).

3. Développement des capacités nationales d'innovation

Le MINDEF a également développé en coopération avec ses partenaires étrangers des solutions de défense. Par exemple, la DSO et son partenaire australien, DSTO, ont collaboré dans le domaine NRBC, développant en 2012 le *Test Kit for Ricin*²⁴. Sur le plan industriel, ST Kinetics noue des relations depuis plus de 10 ans avec l'australien Electro Optic Systems dans le domaine des tourelles téléopérées²⁵. Autre exemple de programme conjoint, la DSTA et la SAF ont participé dès les années 2000 au développement du système portable anti-char Matador en coopération avec les entreprises allemande et israélienne Dynamit Nobel et Rafael²⁶.

ST Kinetics : vers un positionnement à l'international ?

Grâce à cette stratégie d'acquisition, ST Kinetics maîtrise aujourd'hui l'ensemble du cycle produit, de la conception-développement, production, intégration de systèmes d'armes terrestres, au MCO et à la gestion en service.

Cette position est renforcée grâce aux commandes nationales. En effet, dans le secteur de l'armement terrestre, le MINDEF privilégie le lancement de programmes sous maîtrise d'œuvre nationale. Cette situation est particulièrement vraie pour les segments artillerie et véhicules blindés légers et médians (Bronco New Gen, VBCI Terrex-2, VCI Bionix II). Ainsi, les produits phares de ST Kinetics sont :

- ◆ **Bronco New Gen** : Véhicule blindé à haute mobilité (dont capacité amphibie), développé à partir de 1992, sur une période de 5 ans, en partenariat avec le DTG (ex DSTA), la SAF (forces armées Singapouriennes) et ST Kinetics. Lors du salon Eurosatory 2010, ST Kinetics a présenté la variante FSV équipée de deux tourelles téléopérées RCWS. Enfin, en juin 2014, la version New Gen a été dévoilée. Elle est plus légère et dispose d'une protection renforcée (niveau STANAG 4)²⁷.
- ◆ **VCI Bionix** : Programme lancé à la fin des années 1980. La production a débuté en 1996. La version Bionix II est entrée en service en octobre 2006 et comprend notamment une modernisation des systèmes de communication, l'intégration de solutions C4I, un canon 30mm Bushmaster II avec système de vision thermique jour/nuit. La tourelle du VCI Bionix est prévue pour accueillir deux hommes.
- ◆ **Terrex AV-81** : Véhicule de transport de troupes, commandé par la SAF en 2010 à 135 exemplaires. Les premiers prototypes ont été conçus et

réalisés par l'entreprise irlandaise Timoney Holding, détenu à 27,68% par ST Engineering. En septembre 2015, le groupe a présenté la version Terrex 2²⁸, plus lourde (30t contre 24t précédemment).

- ◆ **Obusier SSPH Primus 155mm** : Développé conjointement entre la SAF, le DTG (ex-DSTA) et ST Kinetics à partir de 1996 avant d'être officiellement certifié en 2002. Ce programme avait pour objectif principal de répondre aux besoins opérationnels spécifiques de la SAF, qui en commande 54 unités. La plateforme Primus repose sur le châssis du M-109 Paladin de conception américaine.
- ◆ **Obusier automoteur Pegasus 155 mm** : Développé conjointement avec la SAF et le DSTA. En 1996, le gouvernement a signé un accord en vue de commander l'obusier. Equipé d'un moteur diesel Lombardini 9LD625-2 à refroidissement par air, le Pegasus peut être aérotransporté par C-130 Hercules ou CH-47D Chinook.
- ◆ **120mm SRAMS** : Le développement du système mortier SRAMS a été révélé pour la première fois en 2001 (fin du développement en 2006). Le système mortier peut être intégré sur un large panel de véhicules légers à roues ou chenillés.
- ◆ **Tourelleau téléopéré Adder** : Famille de tourelleau téléopéré stabilisé 2 axes. Polyvalent, le tourelleau est disponible en configuration avec un ou deux systèmes d'armes de type mitrailleuse 7.62mm, CIS 50MG et CIS AGL couplé à une lunette d'observation avancée et de visée thermique. Celui-ci équipe notamment le véhicule de transport de troupe Terrex.
- ◆ **Fusil d'assaut SAR-21** : Fusil d'assaut conçu et développé dès 1996 par ST Kinetics selon une architecture bull-pup et dont la mise en service date de 1999. En février 2014, ST Kinetics

Bases d'entraînement à l'étranger et mise en place d'exercices communs

Le document de stratégie « *Defending Singapore at 21st century* »²⁹ rappelle l'objectif des autorités de maintenir au meilleur niveau les capacités et l'entraînement des forces armées du pays (SAF) : « *For the SAF, overcoming the problem of resource constraints - our lack of training space and our limited manpower - will be a continuing challenge. [...] The level of capability and readiness we demand from the SAF means that we cannot accept compromises in our training tempo and our standards of performance. So we will have to continue to look for innovative solutions and to seize new opportunities which technology and co-operation with other countries and other armed forces open up* »³⁰.

Pour pallier à cette problématique, le ministère singapourien de la Défense sollicite des espaces et zones d'exercices/ entraînements auprès de ses États partenaires via la signature d'accords bilatéraux. Ce positionnement hors du territoire national représente une part significative des dépenses annuelles de défense en raison des coûts logistiques liés au transport des hommes et des matériels, et de la location des infrastructures. A titre d'exemple, Singapour a renégocié un accord avec l'Australie en vue de doubler les capacités de la base d'entraînement de Shoalwater où l'armée de Terre singapourienne est présente depuis les années 1990. Celui-ci est estimé à 2,25 Mds AUD (environ 1,58 Md€)³¹.

a présenté la version BMCR avec une capacité ambidextre et d'un poids inférieur.

- ◆ **Munitions** : ST Kinetics est un des leaders mondiaux sur le segment des munitions de 40mm. L'entreprise a noué de nombreux partenariats dans ce domaine.

L'offre de ST Kinetics est destinée prioritairement au marché domestique (développement de son offre en coopération avec la DSTA et la DSO). Toutefois, en renforçant son offre défense, ST Kinetics est passé au cours de la dernière décennie du statut de producteur répondant aux besoins nationaux à celui de producteur/exportateur.

ST Kinetics est ainsi l'un des leaders mondiaux sur le segment des munitions 40 mm. L'entreprise a signé un accord de coopération en 2013 avec Australian Munitions relatif au développement, fabrication et commercialisation de munitions 40 mm pour la zone Océanie³². ST Kinetics dispose également d'une clientèle en Europe (Finlande, Espagne, Suède et Slovaquie ainsi qu'au Royaume-Uni). Sa présence sur le continent américain est plus récente : en novembre 2014, ST Kinetics a noué un partenariat stratégique avec General Dynamics visant à assurer le développement et la production de munitions 40mm HV airburst au profit de l'US Army³³. Enfin, en 2015, le Brésil est également devenu client de la filiale terrestre de ST Engineering (munitions 40mm)³⁴. A noter que ST Kinetics ambitionne un positionnement plus important sur le marché brésilien. En 2013, le groupe singapourien a procédé au rachat de l'entreprise Technicae, spécialisée dans la maintenance de systèmes d'armes terrestres³⁵.

Le groupe singapourien franchit une première étape à l'international suite à l'exportation de son premier système d'artillerie. En 2007, les Emirats Arabes Unis font l'acquisition du système de mortier SRAMS (*Super Advanced Mortar Systems*) 120mm (48 unités ; 106 M\$)³⁶. Ce système sera également vendu en 2012 et 2015 auprès d'autres clients (non dévoilés). A l'inverse, les obusiers 155 mm Pegasus et Primus n'ont connu aucun succès à l'export. Toutefois, notons qu'une tentative infructueuse a eu lieu en Inde. En 2008, ST Kinetics s'associe à Punj Lloyd dans le cadre du plan d'acquisition du gouvernement indien d'obusiers légers 155 mm³⁷. Le parte-

natariat prévoyait un transfert de technologies (ToT) de l'obusier Pegasus conçu par ST Kinetics via la production de 1 180 unités en Inde sur les 1 580 canons commandés. Cependant, après avoir fait face à une enquête de corruption en juin 2009, ST Kinetics a été officiellement écarté en 2012 des appels d'offres des marchés publics de défense indiens pour une durée de 10 ans. Si cette décision devrait être annulée par le gouvernement indien³⁸, l'affaire a porté un coup définitif au projet d'exportation d'obusiers singapouriens.

C'est néanmoins sur le segment des véhicules blindés que ST Kinetics franchit un cap important à l'international, et ce, grâce à son offre de véhicules blindés à haute mobilité chenillés. En effet, son offre Bronco positionne ST Kinetics comme le principal concurrent de BAE Systems Hägglunds (BvS10), leader mondial. Ainsi, en 2008, la version Bronco (dont capacité amphibie) a été sélectionnée par la Thaïlande et le Royaume-Uni. Le contrat britannique (en UOR) porte sur 100 véhicules pour un montant de 150 M£³⁹. Cependant, suite à l'échec du test de mise en service, le véhicule a demandé une adaptation. Pour ce faire, ST Kinetics s'est rapproché de Thales UK (usine installée à Llangenneth dans le Carmarthenshire), en charge d'intégrer de nouveaux équipements électroniques de contre-mesure et d'assurer l'installation du surblindage et des vitrages renforcés, produits par des équipementiers britanniques⁴⁰. Cette version britannique du Bronco est connue sous le nom de *Warthog*. Ce contrat marque un tournant dans le positionnement de ST Engineering à l'export : le groupe singapourien voit son offre véhicule blindée crédibilisée après sa vente auprès d'un pays occidental.

ST Kinetics poursuit ses efforts sur le segment des véhicules blindés et pourrait renforcer sa position avec son offre Terrex. Depuis 2012, le groupe singapourien est partenaire de SAIC dans le cadre du programme américain ACV 1.1 (ex programme MPC) de l'USMC, évalué à 1,1 Md\$. En novembre 2015, l'offre conjointe de SAIC/ST Kinetics a été sélectionnée, se retrouvant désormais en concurrence avec l'offre de BAE Systems/Iveco⁴¹. Ainsi, SAIC/ST Engineering se sont vus notifier un contrat de 121,5M\$ pour la phase EMD (*Engineering, Manufacturing and Development*), relatif à la fourniture de 13 prototypes⁴². A noter également que l'offre Sentinel II d'Elbit

Systems Australia présentée dans le cadre du marché australien LAND 400, est basée sur la version Terrex 2⁴³.

Armement terrestre & investissements : priorité donnée aux systèmes autonomes

Conformément à son plan capacitaire *3rd generation SAF*, le MINDEF singapourien privilégie désormais l'acquisition de plateformes sophistiquées, susceptibles de permettre une limitation de personnel mobilisé. C'est ce qu'a rappelé le ministre singapourien de la Défense au Parlement, en 2014, via la présentation du plan *SAF 2030*⁴⁴. En effet, la SAF est engagée dans une problématique d'effectifs, le nombre de conscrits étant appelé à être divisé par 3 en 15 ans en raison de la baisse démographique⁴⁵.

Pour ces raisons, le MINDEF donne une importance toute particulière à la théorie de la « Révolution dans les affaires militaires », la technologie étant perçue comme un multiplicateur de forces⁴⁶. Ainsi le MINDEF met-il dorénavant presque systématiquement en avant cette rhétorique pour l'acquisition de nouvelles plateformes : « *Our frigates can operate with about 70 men, half that in other navies (...)* our High Mobility Artillery Rocket System needs a crew of only 3 men, compared to eight for other artillery systems »⁴⁷.

Dans cette optique, les systèmes autonomes et la robotique constituent aujourd'hui les thèmes prioritaires de recherche des centres militaires singapouriens aux côtés du Big Data Analytics (et de la cybersécurité)⁴⁸.

Dans ce cadre, ST Kinetics concentre une partie de ses efforts de R&D dans le développement de plateformes UGV. Ainsi, en 2015, ST Kinetics a mis en place une nouvelle division dédiée, rattachée à la branche commerciale, « *Kinetics Advanced Robotics* ». L'entreprise coopère notamment avec l'agence de recherche nationale civile A*STAR et la filiale électronique de ST Engineering⁴⁹.

En février 2016, à l'occasion du Singapore Airshow, la filiale de ST Engineering a dévoilé sa gamme d'UGV Jaeger (6x6 ou 8x8)⁵⁰. Par ailleurs, le groupe a noué un partenariat avec l'entreprise estonienne Milrem portant sur le projet UGV THEMIS (installation du tourelleau téléopéré Adder)⁵¹.

Le secteur de l'armement terrestre donne un aperçu de la montée en compétences industrielles et technolo-

giques de défense réalisée par Singapour. Celle-ci, qui a eu pour premier objectif d'assurer l'autonomie et la souveraineté de la cité-Etat, est passée par les phases classiques de licence d'exploitation et ToT. Elle a néanmoins été accélérée par les investissements de défense réalisés depuis 50 ans, ainsi que les partenariats noués avec les fournisseurs historiques. Enfin, il faut souligner le rôle central donné à l'innovation et la recherche par le MINDEF, déterminant dans le développement de cette BITD, plus particulièrement dans le secteur de l'armement terrestre.

KÉVIN MARTIN

Chargé de recherche, FRS
k.martin@frstrategie.org

Notes

1. « Defense News Top 100 for 2015 », *Defense News*.
2. ST Engineering, rapport annuel 2015.
3. Le taux de change utilisé résulte d'une moyenne annuelle. Pour 2015, celui-ci est de 0,664367.
4. En 1997, la fusion de ST Aerospace, ST Auto, ST Electronics et ST Marine donne naissance à ST Engineering. L'acquisition en 2000 de *Chartered Industries* (CIS) par la filiale ST Auto formera ST Kinetics.
5. Données issues du Département des statistiques de Singapour, estimations 2015.
6. « 3rd Generation SAF », site internet du ministère singapourien de la Défense.
7. SIPRI Military expenditure database et données nationales pour 2011 à 2016 (ministère singapourien des Finances).
8. « Government expenditure 2016 », ministère singapourien des Finances, 24 mars 2016.
9. Yuanxin Chen, « The impact of technology on the military : an SAF perspective », *Journal of the Singapore Armed Forces*, Journal V25 N2 (avril-juin 1999).
10. « Industry Briefing – Singapore : Defence ecosystem », *Jane's Defence Weekly*, 15 février 2006.
11. *op.cit.*
12. *Defence Science and Technology Agency act*, 7 mars 2000.
13. « Creative Disruptive capabilities », *Defense Science Organisation*, brochure de présentation.
14. Yeo Eugene, « Technological capabilities of our defence industries », *Journal of the Singapore Armed Forces*, Journal V25 N2 (avril-juin 1999).
15. Matthews Ron, Zhang Yan Nellie, « Small Country 'Total Defence' : a cas study of Singapore », *Defence Studies*, Vol. 7, n°3 septembre 2007, pp 376-395.
16. « Singapore quietly introduces the VAMTAC ST5 high mobility tactical vehicle », *Jane's International Defence Review*, 29 avril 2016.
17. « Singapore set to acquire refurbished Leopard tanks from Germany », *communiqué de presse du ministère singapourien de la Défense*, 11 décembre 2006.
18. « KMW establishes Asia Pacific hub in Singapore », *communiqué de presse KMW*, 2 février 2010.
19. « Facsheet : Peacekeeper Protected Response vehicle », *communiqué de presse du ministère singapourien de la Défense*, 8 juillet 2015.
20. « SAF to double training time in Germany », *The Straits Times*, 26 avril 2013.
21. « Scientists develop kit to test for ricin poisoning », *The Straits Times*, 5 décembre 2012.
22. Electro Optic Systems Holding, Rapport semestriel 2014, 30 juin 2014.
23. « Factshet – MATADOR : Unguided Short Range Anti-Armour Weapon (SRAWW) », *communiqué de presse du ministère singapourien de la Défense*, 4 septembre 2004.
24. Kumar Vijay, « Defence Collaboration : policy and implications for Singapore », *Journal of the Singapore Armed Forces*, Journal V27 N4 (octobre-décembre 2001).
25. « Comparative Defense offset policies at March 2010 », *Offset policy summary, Defence Export Unit, ministère australien de la Défense*, consulté en septembre 2013.
26. « Speech by Mr Cedric Foo, Minister of State for Defence and National development, at the Committee of Supply Debate 2005 », *communiqué de presse du ministère singapourien de la Défense*, 7 mars 2005.
27. « Eurosatory 2014 : ST Kinetics presenting Bronco New-Gen – A new level of all-round protection », *Miltech Mag*, 16 juin 2014.
28. « ST Kinetics unveils next-generation amphibious armoured vehicle », *Jane's Defence Weekly*, 9 septembre 2015.
29. *Defending Singapore at the 21st century*, février 2000.
30. *Ibid.*
31. « Singapore, Australia expand military partnership with eye on China », *Wall Street Journal*, 6 mai 2016.
32. « Nouvelles munitions de 40 mm pour l'Australie », *communiqué de presse Thales*, 11 septembre 2013.
33. « General Dynamics partners with ST Kinetics on 40mm HV Air Burst ammunitions », *communiqué de presse General Dynamics*, 19 novembre 2014.
34. ST Engineering, rapport annuel 2015.
35. « ST Engineering' Land Systems arm acquires Technicae Projetos Serviços Automotivos », *communiqué de presse*, 22 juillet 2013.
36. « UAE buys mobile mortars », *Defense News*, février 2007.
37. « Punj Lloyd inks pact with ST Kinetics for Defence equipment manufacture », *communiqué de presse Punj Lloyd*, 5 juin 2008.
38. « Remove ban on defence firm, Singapore to India », *Economic Times*, 19 août 2014.
39. Matthews Ron, Maharani Curie, « Singapore's arms sale to UK : a defence export breakthrough », *RSIS Commentaries*, 2 janvier 2009.
40. « Thales announces Warthog contract with ST Kinetics », *communiqué de presse Thales*, 25 août 2009.
41. « BAE, SAIC named as finalists in Marines ACV competition », *Defense News*, 24 novembre 2015.
42. « ST Kinetics' Terrex 2 progresses into US Marine Corps' amphibious combat vehicle programme », *communiqué de presse ST Engineering*, 17 mars 2016.
43. « Team Sentinel's Land 400 Bid revealed », *Australia Defence Magazine*,
44. Dr Ng showcas SAF 2030 at budget debate », *communiqué de presse du ministère singapourien de la Défense*, 7 mars 2014.
45. « Singapore to boost defence systems to meet future challenges », *The Malay Mail Online*, 30 juin 2015.
46. Huang Ho Shu, « The hegemony of an idea, the sources of the SAF's fascination with technology and the Revolution in the Military Affairs », *Irasec' discussion paper*, n°5, septembre 2009.
47. « Speech by Minister for Defence Dr Ng Eng Hen at the Committee of supply debate 2013 », *communiqué de presse du ministère singapourien de la Défense*, 12 mars 2013.
48. Document de présentation du Future Systems and Technology Directorate, 2014.
49. ST Engineering, rapport annuel 2015.
50. « Singapore Airshow 2016 : ST Kinetics unveils unmanned ground vehicle family », *Jane's International Defence Review*, 22 février 2016.
51. « First-of-its-kind modular hybrid unmanned ground vehicle unveils at the Singapore Airshow 2016 », *Business Wire*, 16 février 2016.



La Third Offset Strategy américaine

Le précédent Secrétaire à la défense Chuck Hagel a annoncé fin 2014 le lancement d'une vaste initiative capacitaire, la *Third Offset Strategy* (TOS), par référence aux précédentes stratégies adoptées pendant la Guerre froide. La première visait à compenser la supériorité soviétique par la dissuasion nucléaire sous l'administration Eisenhower. La seconde, à la fin des années 1970, visait cette fois, en situation de parité nucléaire, à compenser la supériorité conventionnelle quantitative communiste par l'investissement dans les technologies de l'information et le développement de doctrines permettant de développer ce que les Soviétiques ont appelé un « complexe reconnaissance-frappe » de précision.

La préoccupation croissante devant le développement des capacités de déni d'accès et d'interdiction de zone et plus généralement de frappe de précision

La présente stratégie, portée par le Secrétaire adjoint à la Défense, Robert Work, cherche à compenser ce qu'une majorité de responsables civils et militaires et d'analystes estiment être une « érosion de la supériorité militaire américaine » précisément due à la diffusion de ces capacités de reconnaissance-frappe. Cette diffusion trouverait sa concrétisation principale dans la prolifération des capacités de déni d'accès et d'interdiction de zone (*Anti-Access / Area Denial*, A2/AD), censées entraver l'accès des forces américaines sur les théâtres d'opération et leur liberté de manœuvre sur ces théâtres. Cette préoccupation du déni d'accès émerge dans les années 1990 et s'affermirait avec l'émergence militaire chinoise dans les années 2000, notamment parmi les partisans d'une Transformation de l'instrument militaire, dont le plus influent est sans doute Andrew Marshall, alors directeur de l'Office of Net Assessment du Penta-

gone, à l'origine de la seconde stratégie de compensation. Elle aboutit notamment au développement du concept d'Air-Sea Battle (ASB) très controversé quant à ses présuppositions stratégiques et ses effets sur la relation avec Pékin. Le sentiment d'érosion est accentué par les effets des séquestrations et par la réaffirmation de la puissance russe, devenue une préoccupation majeure depuis 2014. Les capacités posant actuellement le plus de problèmes aux Américains sont :

- ◆ **la défense anti-aérienne** (les chasseurs de conception russe et plus encore les systèmes de défense intégrée reposant sur les « Double Digit SAM » S-300/400) ;
- ◆ **la guerre de surface** (les missiles balistiques anti-navires chinois, les missiles de croisières supersoniques tirés de navires de surface ou de sous-marins) ;
- ◆ **la guerre électronique et le contrôle du spectre électromagnétique** (les capacités de détection accrue qui permettent de déjouer la furtivité, de contre-mesures électroniques contre les radars, les communications et le GPS) ;
- ◆ **la lutte informatique** ;
- ◆ **le counterspace** (avec les capacités antisatellites laser ou découlant des programmes de défense antimissile de haute altitude - voir notre rapport n°3) ;
- ◆ **la multiplication des capacités types G-RAMM** (Guided Rockets, Artillery, Mortars, Missiles) **et des drones peu coûteux.**

Premier contour et déclinaisons de la Third Offset Strategy

Pour compenser la massification des armes de précision tant en déni d'accès que sur le champ de bataille du futur, le Secrétaire adjoint met l'accent sur les déclinaisons de la « collaboration homme-machine »,

notamment le *Combat Manned-Unmanned Teaming*, que l'exploitation des capacités d'innovation américaine permettra de transformer en avantage compétitif face aux adversaires futurs des Etats-Unis. Dans la terminologie de Marshall, un « avantage compétitif » réside dans une capacité non seulement efficace mais aussi plus rentable que la contre-mesure que l'adversaire devra employer pour y faire face.

Bien qu'encore en cours de définition, la TOS n'en est pas moins pour la première fois incluse dans la requête budgétaire de l'année 2017. Le Pentagone entend lui consacrer 3,6 Mds\$ sur la FY17 et 18 Mds\$ sur le Future Years Defense Program (jusqu'en 2021). Ces crédits visent à obtenir un effet de levier sur de multiples programmes allant de la R&D à des initiatives de court terme. Sur ce dernier point, l'un des rouages clés réside dans le Strategic Capabilities Office (SCO), créé en 2012 pour développer des adaptations pratiques à brève échéance pour faire face aux capacités A2/AD adverses. Les services accueillent l'initiative de différentes façons : la Navy met en avant ses grandes priorités comme contributrices de cette stratégie ; l'Air Force s'aligne progressivement mais considère de toute évidence que la TOS correspond à ce qu'elle entreprend déjà ; l'Army considère qu'il s'agit encore de science fiction (dans la mesure où le principal domaine la concernant réside dans l'autonomie et la robotique).

La TOS s'enracine donc principalement dans les grandes priorités des services et de la DARPA dont les plus importantes sont :

- ◆ **les armements hypersoniques**, développés par l'Air Force et la DARPA (High Speed Strike Weapon), l'Army (Advanced Hypersonic Weapon) et la Navy (le canon électromagnétique Railgun et le projectile haute vitesse) ;

- ◆ **les armes à énergie dirigée**, notamment les lasers de combat qu'expérimentent les quatre *services* et la Missile Defense Agency ;
- ◆ **les capacités permettant d'accroître la domination américaine dans le domaine sous-marin**, centrale pour contrer le déni d'accès, ce qui inclut au-delà des plates-formes, le développement de toute une famille de drones sous-marins ;
- ◆ **le développement de l'autonomie** qui se décline dans l'intelligence artificielle de multiples systèmes, notamment l'autonomisation des drones permettant leurs opérations en essaim, les interactions entre les opérateurs et leurs systèmes ;
- ◆ **les équipements et doctrines permettant la reconquête de la supériorité dans le domaine électromagnétique**, tant comme élément de résilience des forces américaines que comme outil offensif complémentaire des armements cinétiques. Ces capacités couvrent tant la gestion des opérations de contrôle du spectre EM que la guerre électronique. Le principal « programme d'ensemble » est l'Electronic Manuever Warfare de la Navy ;
- ◆ **la lutte informatique** dont beaucoup d'éléments sont indissociables de la priorité précédente.

Cette stratégie pose trois grandes catégories de questions : la nature du problème stratégique et capacitaire à l'origine de cette TOS (compenser quoi ?), la réalité et l'impact de cette TOS (compenser comment ?) et les implications pour la France.

Le cœur de la TOS : réagir face au glissement de la suprématie vers la simple supériorité américaine face à la Chine et la Russie

Les derniers travaux de simulation de la Rand Co tendent à montrer que les Chinois ont atteint une relative parité de la « balance des potentiels » en ce qui concerne un scénario de conflit sur Taiwan mais que les Américains disposent toujours d'un net avantage dans les scénarios plus distants comme un conflit autour des Spratley's. Les forces russes, quant à elle, font montre d'une remontée en puissance plus sélective, précisément en vertu de leur propre stratégie de compensation vis-à-vis des forces de l'OTAN. Cette modernisation n'en est pas moins significative dans certains domaines (défense anti-aérienne, guerre électronique, cyber et missiles) en raison non seulement de leur équipement mais également

de leur expérience héritée de la Guerre froide. L'Iran pourrait quant à elle, certes, « fermer » le Golfe Persique et fera l'acquisition des emblématiques S-300 cette année mais les Américains semblent en fait confiants dans leur capacité à gérer ce type de capacité. Les autres puissances ne présentent pas de capacités A2/AD réellement significatives pour les Américains, même si la diffusion des G-RAMM poserait en cas de conflit plus de difficultés à l'Army et aux Marines.

Il apparaît donc que l'« érosion de la supériorité américaine » fondant cette TOS signifie plus précisément la fin de la « full dominance » face aux compétiteurs chinois, et maintenant russe. Alors que la seconde offset visait à rétablir une parité stratégique face à un adversaire soviétique alors plus puissant, à compenser une infériorité bien réelle, la TOS ambitionne de compenser un glissement de la suprématie vers la simple supériorité américaine. Partant de là, elle consiste en fait à limiter au maximum le risque tactique qui se pose aux forces américaines confrontées à tout type de « complexe reconnaissance-frappe de précision », ce qui réintroduit son application potentielle à tout appareil militaire menaçant, Etats, proto-Etats, hybrides ou non. La question qui se pose alors réside dans le caractère problématique d'une telle évolution. De fait, comme le montre la plupart des engagements américains récents, la dynamique du conflit armé et la culture américaine amènent à relativiser l'existence d'effets de seuil de tolérance politique qui seraient liés aux risques de pertes accrues que ces menaces préfigurent.

Or, cette focalisation sur l'A2/AD et sur les capacités de frappe de précision pose problème. Tout d'abord, elle est orpheline d'un cadre stratégique aussi cohérent que celui dans lequel s'inscrivait la seconde offset qui partait de la stratégie globale de dissuasion de l'empire soviétique, se déclinant dans des postures, des stratégies de milieu (comme la *Maritime Strategy*), des doctrines (comme *AirLand Battle*). Pour cette raison, la stratégie de compensation actuelle peut être porteuse de contradictions avec les exigences découlant du spectre plus global de la gestion de crise avec les deux grands compétiteurs militaires. A cet égard, les Américains ont de nouveau à gérer deux seuils, comme au temps de la Guerre froide. Le premier seuil est

celui du conflit armé dont la prévention peut nécessiter de mettre l'accent sur les forces de présence avancée, le second est celui du seuil nucléaire omniprésent dans le débat sur la dissuasion de la Russie et émergeant dans le cas chinois. Ce facteur nucléaire, sans forcément remettre en cause la criticité de moyens de contre-déni d'accès nécessaire à une dissuasion crédible, va sans doute obliger le Pentagone à modifier cet édifice conceptuel opérationnel et capacitaire américain, fondé jusqu'à présent sur le présupposé d'un affrontement conventionnel symétrique « débridé » qui restait la norme depuis Desert Storm. C'est ce à quoi semble s'atteler d'ailleurs l'USD Policy.

Une réalité et une « rupture » restant à démontrer au regard des évolutions en cours

Ensuite, la réalité et l'impact de cette TOS sont encore à démontrer. Elle ne constitue, pour l'instant, qu'une requalification *a posteriori* de l'existant. La fin des années 1970 avait connu une réelle convergence de la vision de la DARPA et de l'OSD avec celle de l'Army, et secondairement de l'Air Force, pour aboutir à cette logique technico-opérationnelle parfaitement cohérente, ce que l'on appellerait une « théorie du changement », articulant l'avantage compétitif tant désiré et intégratrice pour la stratégie capacitaire. C'est cette vision cohérente qui fait pour l'instant défaut à l'approche de Work, fondée sur la « collaboration homme-machine ». Elle n'apporte guère plus dans la démarche d'innovation. On peut d'ailleurs faire l'hypothèse que les Américains sont en réalité dans leur phase « d'étiage » capacitaire et que nombre de développements déjà en cours offre des perspectives de « compensation » significatives à l'orée de la prochaine décennie. Cependant, il semble en être de la TOS comme il en fut de la NCW, d'EBO et plus récemment d'ASB. Ces concepts finissent par ressembler aux grandes planètes gazeuses de notre système solaire : un noyau concret généralement limité qui « s'enrichit » d'une enveloppe au contour et au contenu plus diffus et infiniment plus large.

La stratégie de compensation actuelle, prise dans sa globalité, ne se fonde guère sur des avantages compétitifs analogues à la seconde offset, même certaines lignes semblent émerger depuis quelques années. Or, les ressources budgétaires devraient rester

insuffisantes pour financer tout à la fois le rétablissement de la *Readiness*, les plans d'acquisition et tous les efforts de R&D. Dans ce contexte, la liste est longue de ces programmes (puissance aérienne offensive, défense antimissile, sans parler des armements hypersoniques dans le futur) assurant une compensation des capacités adverses par l'écart de performance technico-opérationnelle plus que par leur rentabilité, constituant en réalité des « désavantages compétitifs ». Si un avantage émerge, il faut probablement le chercher dans les domaines du *Manned-Unmanned Teaming* à bas coût et de l'exploitation des domaines électromagnétique et cyber, raison pour laquelle ces domaines font partie des priorités de la TOS. La concrétisation d'un rééquilibrage entre « *capabilities* » et « *capacity* » nous semble donc constituer l'un des enjeux à venir de la concrétisation réelle de cette stratégie. Cependant, cet avantage resterait de toute façon relatif dans la mesure où les Chinois et les Russes poussent le mimétisme des Américains à investir, au-delà des capacités A2/AD précitées, dans les mêmes technologies. La réponse ne se trouve pas forcément non plus au plan intellectuel : si les tactiques et programmes d'entraînement américains semblent évoluer dernièrement pour prendre en compte ces menaces, les concepts opérationnels fondamentaux récemment développés (ASB, JOAC) et nombre de *supporting concepts*, ne présentent aucun caractère innovant depuis les développements des années 90. Quant à l'exploitation du potentiel d'innovation de l'industrie américaine, il semble en réalité entravé par une déconnexion grandissante entre les discours du DoD et la réalité de la poli-

tique d'acquisition du Pentagone qui dissuade plus qu'elle n'attire les firmes commerciales. Au final, dans le cas présent, on semble assister en réalité à une course aux armements assez symétrique en nature, dans laquelle le seul avantage compétitif des Etats-Unis résiderait dans les ressources supérieures qu'ils consacrent à ces développements.

Conclusions

Nous ne développerons pas dans le détail les implications pour la France. On notera simplement qu'elles peuvent être multiples et avoir trait à l'interopérabilité avec les forces américaines ou encore aux effets d'entraînement en matière d'innovation. Cependant, tant que la TOS proprement dite ne présente aucune rupture au regard des développements existants, il y a tout lieu de continuer à inscrire ces problématiques dans les tendances que l'on connaît depuis des années. Le plus significatif nous semble résider plutôt dans la notion même de stratégie de compensation fondée sur le développement d'avantages compétitifs. Compte tenu de la situation de notre système de force, de ses contraintes budgétaires et de ses limitations capacitaires face à un large spectre de menaces potentielles, il nous apparaît que cette stratégie de compensation est probablement plus critique encore pour la France et ses partenaires européens qu'elle ne l'est pour les Etats-Unis. Reste cependant à en définir précisément la nature à l'aune de notre propre problème stratégique.

PHILIPPE GROS

Maître de recherche, FRS
p.gros@frstrategie.org



COP21 : un succès politique, un *statu quo* pour le climat

L'adoption de « l'Accord de Paris » par 195 délégués est venue clore, le 12 décembre 2015, la 21^{ème} conférence des Parties (COP21) de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Présenté comme un texte historique pour le climat, l'Accord de Paris est avant tout le succès d'un long processus de négociation : 21 COP et 105 réunions intermédiaires bimestrielles depuis 1995... Mais si le document redynamise incontestablement l'action internationale pour le climat, il comporte des manques criants, qui illustrent les limites structurelles de ce processus.

Redynamiser l'action internationale pour le climat

L'Accord de Paris¹ comporte des avancées importantes :

- ◆ Le texte marque bien la volonté des Parties de « contenir l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et de poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1,5 ». La mention 1,5°C a été une surprise positive ; elle reprend une revendication portée par les petits États insulaires, qui en avaient fait une ligne rouge.
- ◆ Les États visent également à « parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre au cours de la deuxième moitié du siècle(...) ». Cette neutralité carbone pourra s'obtenir par un équilibre entre les émissions humaines et le captage/stockage du carbone.
- ◆ A l'issue de la COP21, 185 États avaient déposé leurs objectifs volontaires de réduction d'émissions

(INDC – Intended Nationally Determined Contribution). L'accord de Paris renforce le processus de soumission de ces engagements, tout en introduisant un mécanisme de révision quinquennale des objectifs pour chaque États entre 2023 et 2025.

- ◆ Parallèlement à la question du financement de l'atténuation et de l'adaptation pour les Pays en Développement, le concept de perte et dommage est précisé. Il vise des situations particulières (les évènements extrêmes, la désertification et la montée des mers) pour lesquels l'adaptation ne suffit pas. Mais le paragraphe 52 exclut toute responsabilité et tout recours pour des indemnités à l'encontre des pays historiquement émetteurs de gaz à effet de serre.
- ◆ Les pays industrialisés consolident leurs financements d'actions d'atténuation et d'adaptation à destination des Pays en Développement. L'objectif d'un transfert de 100 milliards de dollars par an à partir de 2020 devient un plancher dont le montant sera réévalué au plus tard en 2025.

Ambition et moyens : quelle (in) adéquation ?

Ces avancées doivent cependant être nuancées par plusieurs considérations. Tout d'abord, l'Accord de Paris est censé entrer en application à partir de 2020. Depuis l'échec de la Conférence Climat de Copenhague en 2009, cela repousse encore une réponse internationale coordonnée aux défis climatiques. L'entrée en vigueur de ce document suppose sa ratification par au moins 55 États, représentant 55% des émissions de gaz à effet de serre. Nous en sommes au 17 juin 2016 à 17 pays

comptant pour 0,04% des émissions².

Ensuite, les engagements d'atténuation des émissions pris par les États (sur la base d'une démarche volontaire) ne seront évalués sur le fond qu'à partir de 2020. Et les INDC ne seront révisés par chaque pays au mieux qu'entre 2023 et 2025. Ce calendrier des engagements nationaux semble incompatible avec l'urgence à agir³.

De plus, les INDC, tels que déposés par les États auprès du secrétariat de la CCNUCC, contredisent l'ambition de maintenir le réchauffement global sous les 2°C. Diverses estimations (OCDE, ONG...) évaluent en effet que les engagements actuels conduisent à une augmentation de la température globale de 2,8 à 3,5°C en 2100. Dès lors que les INDC sont insuffisants, quelle est l'utilité des avancées et mécanismes contenus dans l'Accord de Paris ? Dans le même sens, l'évocation dans l'Accord de Paris d'un réchauffement contenu à +1,5°C est incantatoire, tant la réalisation de cet objectif nécessiterait des efforts massifs et immédiats.

Le texte n'évoque ni l'abandon des énergies fossiles, ni ne vise une transition énergétique (encore moins écologique) ou une décarbonisation de l'économie mondiale. L'Accord de Paris vise un équilibre entre les sources et les puits de carbone anthropiques à l'horizon 2050, ce qui laisse une large place au recours à la géo-ingénierie, bien que cette dernière ne soit pas considérée comme une option crédible (n'agit pas sur les causes du réchauffement, très incertaines, enjeux éthiques et techniques...).

Le caractère contraignant sur un plan juridique du texte, incontestable, doit être minoré par le fait qu'aucun mécanisme coercitif et de sanction n'est prévu. L'Accord de Paris est formelle-

ment un protocole additionnel à la CCNUCC. En ce sens, il a valeur de Traité international et il crée des obligations. Il doit être exécuté de bonne foi. Le mécanisme de transparence (vérification des informations transmises par les pays) pour les PI et les Pays en développement est le seul outil qui a une dimension contraignante, certes indirecte, par une « Pression des Pairs ». Mais les INDC ne sont pas intégrés dans la partie contraignante de l'Accord de Paris. Enfin, comme tous Traités internationaux, les Parties sont libres de quitter le dispositif à leur convenance.

Les limites d'une gouvernance mondiale du climat

L'euphorie partagée par les délégués, la présidence française de la Conférence et les représentants de l'ONU au moment de l'adoption de l'Accord de Paris, témoignent d'un succès politique et diplomatique. Mais c'est aussi un processus de négociation fondé sur le consensus qui a ainsi été préservé. Quelle aurait été la crédibilité des COP futures (et de la CCNUCC) si la Conférence de Paris avait été un échec après une série de COP décevantes depuis 2009 ? Le sentiment que le processus de négociation est allé aussi loin qu'il le pouvait, malgré les importantes limites rappelées précédemment, est partagé par de nombreux chercheurs et observateurs⁴.

La gouvernance climatique mondiale s'est basée sur une représentation du réchauffement planétaire comme étant un enjeu environnemental, de pollution et global. Or ce triple cadrage est contestable. En effet, le changement climatique doit au contraire être désenclavé du champ environnemental et énergétique, car ses causes et impacts sont multisectoriels. Il pourrait par exemple être intégré aux négocia-

tions sur le commerce et les échanges internationaux. De plus, les outils luttant contre le réchauffement global ne se limitent pas à des instruments de marché ou de fiscalité utilisés pour les pollutions (marché de droits à polluer, taxe énergie/carbone...). Mais les solutions s'avèrent transversales et concrètes : stratégies d'investissement (dans les énergies renouvelables notamment), négociations sur les technologies... Enfin, une gouvernance mondiale du climat donne l'illusion d'une échelle unique à la fois dans la manière dont le problème se pose, et dont il doit être résolu. Or tous les pays ne sont pas concernés de la même manière par les défis du changement climatique, qu'ils y voient des opportunités ou des risques, ou par exemple qu'ils disposent ou non de ressources en hydrocarbure. Les très nombreuses initiatives lancées⁵ parallèlement à la COP21 illustrent le dépassement d'une gouvernance globale (ou même étatique) du changement climatique, au profit de gouvernances poly-centrées et multi-échelles⁶.

L'Accord de Paris a été ouvert à la signature le 22 avril dernier, première étape pour les États souhaitant le ratifier. Cette phase, indispensable à l'entrée en vigueur de l'Accord, est cependant délicate. Les États-Unis avaient par exemple signé, mais sans le ratifier, le Protocole de Kyoto (1997), ce qui avait repoussé à 2005 l'entrée en vigueur de ce dernier. L'étape de la ratification va être l'occasion de nouvelles négociations, moins exposées médiatiquement cette fois, et beaucoup plus concrètes. La ratification par l'Union européenne, en plus de la ratification pas chacun des États membres, exigera ainsi une difficile répartition de l'effort de réduction des émissions de gaz à effet de serre entre les 28 pays de l'Union. Si la Chine en-

tend mener rapidement cette phase pour exprimer son soutien à l'Accord, la ratification par les États-Unis (qui représentent avec la Chine 38% des émissions mondiales) est plus incertaine. L'administration Obama estime que le pouvoir réglementaire du Président suffit à ratifier le texte sans le présenter devant le Congrès ; mais cette procédure rend la ratification fragile en cas de changement de présidence. Le probable candidat républicain aux prochaines élections présidentielles américaines en novembre prochain, Donald Trump, a ainsi manifesté son intention de revenir sur l'Accord de Paris s'il était élu.

ALEXANDRE TAITHE

Chargé de recherche, FRS
a.taithe@frstrategie.org

Notes

1. <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/fre/09r01f.pdf>
2. <http://unfccc.int/2860.php>
3. Un réchauffement global limité à 2°C équivaut à l'émission par l'homme dans l'atmosphère de 3000 milliards de tonnes de CO₂. 2000 milliards de tonnes cumulées ont déjà été émises depuis l'ère industrielle. Le reliquat de 900 à 1000 milliards de tonnes de CO₂ à rejeter pour tenir l'objectif des +2°C paraît bien illusoire au regard des 49 tonnes de CO₂ émises en 2010 à l'échelle globale (cf. JOUZEL Jean, *L'avenir du climat*, Institut Diderot, 2015, 43p.).
4. Voir par exemple l'ouvrage suivant, qui s'appuie entre autres sur les publications d'une quinzaine de chercheurs coordonnés par Amy Dahan : AYKUT Stefan C., DAHAN Amy, *Gouverner le climat ? 20 ans de négociations internationales*, Paris, Les Presses de Sciences Po, 2014, 749p.
5. Au cours de la COP21, des initiatives pour le climat étaient lancées presque chaque jour, à l'image de l'engagement de 700 maires du monde entier, de l'initiative d'une centaine de multinationales, de la déclaration de 5000 jeunes lors du COY11 (Conférence des Jeunes, organisée avant chaque COP) ;
6. DAHAN Amy, « La gouvernance climatique onusienne : un cadre à sauvegarder, transformer ou faire exploser ? », *Cités*, Paris, PUF, n°63, 2015, pp.161-174 .



La FRS a organisé le 9 juin 2016 à la Maison de la Chimie les premières Rencontres Défense & Industries, avec le soutien du GICAT, de la Chaire Economie de la Défense (IHEDN) et de l'AACHEAR. Structurée en deux tables-rondes (Industries & Marchés et Capacités & Technologies), cette demi-journée de colloque aura réuni 150 participants autour de 13 intervenants : Stefano Chmielewski (GICAT), Général Charles Beaudouin (STAT), Vincent Imbert (DGA), Marek Krzakala (Acoem/Metravib), Thierry Dupoux (Safran/Sagem), Christian Bréant (Thales), Jean Belin (IHEDN), Emmanuel Chiva (Agueries), et les chercheurs de la FRS (Philippe Gros, Kévin Martin, Hélène Masson, Patrick van den Ende, Gaëlle Winter).



Prochaines Rencontres
Défense & Industries

Naval militaire

12 octobre 2016

9.00 - 13.00

Maison de la Chimie

FONDATION
pour la **RECHERCHE**
STRATÉGIQUE

Directeur de la FRS : Camille Grand

Responsable Publications/Événements : Marylène Pion (m.pion@frstrategie.org)

Rédacteur en chef *Défense&Industries* : Hélène Masson, maître de recherche, en charge du Pôle Défense&Industries (h.masson@frstrategie.org)

Fondation pour la recherche stratégique - 4 bis rue des Pâtures - 75016 Paris

www.frstrategie.org

ISSN : 2274-598X © FRS-Tous droits réservés