

LA SURVIVABILITÉ SUR LE CHAMP DE BATAILLE

Entre technologie et manoeuvre

Rémy HÉMEZ

Mars 2017

L’Ifri est, en France, le principal centre indépendant de recherche, d’information et de débat sur les grandes questions internationales. Créé en 1979 par Thierry de Montbrial, l’Ifri est une association reconnue d’utilité publique (loi de 1901). Il n’est soumis à aucune tutelle administrative, définit librement ses activités et publie régulièrement ses travaux.

L’Ifri associe, au travers de ses études et de ses débats, dans une démarche interdisciplinaire, décideurs politiques et experts à l’échelle internationale.

Avec son antenne de Bruxelles (Ifri-Bruxelles), l’Ifri s’impose comme un des rares *think tanks* français à se positionner au cœur même du débat européen.

Les opinions exprimées dans ce texte n’engagent que la responsabilité de l’auteur.

ISBN : 978-2-36567-702-8

© Tous droits réservés, Ifri, 2017

Comment citer cette publication :

Rémy Hémez, « La survivabilité sur le champ de bataille. Entre technologie et manœuvre », *Focus stratégique*, n° 72, Ifri, mars 2017.

Ifri

27 rue de la Procession 75740 Paris Cedex 15 – FRANCE

Tél. : +33 (0)1 40 61 60 00 – Fax : +33 (0)1 40 61 60 60

E-mail : accueil@ifri.org

Ifri-Bruxelles

Rue Marie-Thérèse, 21 1000 – Bruxelles – BELGIQUE

Tél. : +32 (0)2 238 51 10 – Fax : +32 (0)2 238 51 15

E-mail : bruxelles@ifri.org

Site internet : ifri.org

Focus stratégique

Les questions de sécurité exigent une approche intégrée, qui prenne en compte à la fois les aspects régionaux et globaux, les dynamiques technologiques et militaires mais aussi médiatiques et humaines, ou encore la dimension nouvelle acquise par le terrorisme ou la stabilisation post-conflit. Dans cette perspective, le Centre des études de sécurité se propose, par la collection ***Focus stratégique***, d'éclairer par des perspectives renouvelées toutes les problématiques actuelles de la sécurité.

Associant les chercheurs du centre des études de sécurité de l'Ifri et des experts extérieurs, ***Focus stratégique*** fait alterner travaux généralistes et analyses plus spécialisées, réalisées en particulier par l'équipe du Laboratoire de recherche sur la défense (LRD).

Auteur

Rémy Hémez est officier de l'armée de Terre et détaché comme chercheur au sein du Laboratoire de recherche sur la défense (LRD) de l'Ifri. Il est diplômé de l'École spéciale militaire de Saint-Cyr et de l'École de guerre. Il est l'auteur de plusieurs articles portant sur la stratégie, la tactique et l'histoire militaire dans la *Revue Défense nationale* et *Politique étrangère*.

Comité de rédaction

Rédacteur en chef : Élie Tenenbaum

Assistant d'édition : Gabriel Cornet

Résumé

Le concept de survivabilité se trouve aujourd'hui au cœur de l'élaboration des véhicules de combat et de la doctrine d'emploi des forces des armées. Les progrès technologiques des dernières décennies dans le domaine de la létalité ont mis en lumière les limites inhérentes au blindage et aux équipements militaires conventionnels et montrent qu'il est désormais nécessaire d'adopter une approche plus globale de la protection, vue comme un équilibre entre technologie et tactique. Plusieurs pistes sont évoquées ici pour améliorer la survivabilité des blindés sur le champ de bataille. Elles reposent certes sur l'innovation technologique mais aussi sur la manœuvre et l'intégration interarmes et interarmées.

Abstract

The concept of survivability is central to the design of combat vehicles and to the elaboration of doctrines for the employment of military forces. Over the last decades, weapons technology has greatly contributed to increase lethality, showing the limits of armor-plating and conventional military equipment. There hence is a need for a more holistic approach to protection, in a new balance between technology and maneuver. This paper attempts to explore several options to improve the survivability of armored vehicles on the modern battlefield. These options will necessarily rely on technological innovation but also on tactical renewals in maneuver and combined arms warfare.

Sommaire

INTRODUCTION	9
DE LA PROTECTION À LA SURVIVABILITÉ	13
Petite histoire de la létalité.....	13
Le blindage, de l'acier aux nanotechnologies.....	17
Une approche holistique de la protection : la survivabilité	22
TROIS DÉFIS DE LA SURVIVABILITÉ	29
Les espoirs déçus de la transparence et de la protection active	29
La zone urbaine, l'ultime défi ?.....	33
Le défi des guerres limitées : la survivabilité à quel prix ?	37
SURVIVABILITÉ ET MANŒUVRE	43
Progrès technologiques et manœuvre.....	43
Manœuvre et intégration interarmes : l'essence même de la survivabilité	46
De l'interarmées à l'intégration cyber : les clés de la survivabilité de demain.....	51
CONCLUSION	55
ANNEXES	59

Introduction

En décembre 2016, les destructions ou neutralisations de dix chars *Leopard 2A4* turcs par des missiles antichars (probablement des AT-4 *Fagot* et des *Kornet* russes) et des VBIED¹ de l'État islamique aux abords de l'hôpital d'Al-Bab en Syrie ont surpris beaucoup d'observateurs². En effet, la protection du *Leopard*, char de combat principal de facture allemande, avait jusqu'alors une réputation flatteuse. Néanmoins, d'autres chars parmi les plus modernes et les mieux protégés ont subi un sort similaire dans des engagements récents : un *Leclerc* émirati a été neutralisé par un missile antichar au Yémen de même qu'au moins une vingtaine de chars *Abrams M1A2S* saoudiens.

Ces quelques exemples rappellent opportunément qu'aucun engin blindé n'est indestructible et poussent à s'interroger sur la survivabilité au combat des systèmes en dotation. Cette question est d'autant plus importante qu'elle revêt des aspects politico-stratégiques. La protection est devenue une condition de l'efficacité militaire afin de minimiser les pertes dans des guerres désormais limitées. Elle est aussi intimement liée à la crédibilité de la dissuasion conventionnelle. Par ailleurs, la survivabilité des systèmes d'armes est aujourd'hui d'autant plus importante que les volumes d'équipements détenus sont faibles et que tout véhicule perdu est difficile à remplacer rapidement. Au niveau tactique, la protection offerte par les blindés, ou tout au moins la perception que le combattant en a, lui garantit une certaine « stabilité émotionnelle³ » contribuant ainsi à son efficacité. Enfin, sur le plan industriel, l'enjeu de la survivabilité est majeur car elle fait désormais partie des procédures obligatoires pour l'acquisition de matériels et des tests sont menés afin de l'estimer.

Le concept de survivabilité est souvent confondu avec ceux de protection de la force et de sauvegarde. Les trois termes sont pourtant bien différents. La protection de la force « recouvre l'ensemble des voies et moyens, hors actions de combat, pour minimiser la vulnérabilité du personnel, des installations, du matériel, des opérations et de l'image d'une

1. *Vehicle-Borne Improvised Explosive Device*.

2. C. Triebert, « The Battle for Al-Bab: Verifying Euphrates Shield Vehicle Losses », *Bellingcat*, 12 février 2017 ; J. Binnie, « Islamic State Video Reveals Turkish Defeat in Syria », *IHS Jane's*, 27 janvier 2017. Le *Leopard 2A4* n'est pas la dernière génération de ce char.

3. A. d'Evry, « Les chars, un héritage intempestif ? », *Focus Stratégique*, n° 53, Ifri, septembre 2014, p. 11.

force engagée dans une opération de gestion de crise, face à tous les dangers et en toutes circonstances⁴ ». Elle ne s'applique donc pas aux mesures tactiques, manœuvres et opérations, ni aux unités menant des opérations de combat⁵. La sauvegarde désigne quant à elle, la « capacité d'une force à préserver sa liberté d'action en garantissant son intégrité morale et physique. Les actions conduites pour ce faire peuvent concerner un éventail de domaines relatifs à l'autonomie, à la sécurité des approvisionnements, au renseignement sur l'environnement, aux mesures classiques de protection, de sensibilisation, de communication, entre autres.⁶ » La survivabilité, concept qui nous intéresse dans cette étude, se situe à mi-chemin et désigne la capacité totale d'un système d'armes à éviter, résister ou se remettre d'un dommage provoqué par une action hostile le menaçant de destruction afin d'être en mesure de poursuivre la mission⁷. C'est donc un concept global qui inclut, mais ne se limite pas à la question de la protection sans toutefois prendre en compte des aspects aussi vastes que la sauvegarde.

La survivabilité concerne aussi bien les matériels aériens et maritimes que terrestres mais cette étude se limite à ces derniers. En effet le milieu terrestre, « hétérogène, difficile, rugueux et cloisonné⁸ » présente des spécificités telles que la survivabilité y a des caractéristiques assez différentes des milieux « fluides ». Le char de combat sera bien entendu au cœur de cette étude. Conçu pour opérer dans les conditions les plus exigeantes du champ de bataille moderne, la survivabilité est en effet sa fonction historique majeure. Pour autant, l'étude ne s'y limitera pas pour autant et abordera la question pour l'ensemble des véhicules terrestres en incluant aussi les aéronefs à voilure tournante dans le cadre de l'aérocombat. En revanche, la question de la survivabilité dans le combat débarqué ne sera qu'évoquée au fil de pages⁹.

4. *La protection de la force*, CIA 3.14, Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations (CICDE), 10 janvier 2008. Dans un déploiement terrestre, la protection comprend les volets suivants : organisation du terrain et mise en place des dispositifs nécessaires à la protection des différentes emprises ; sûreté immédiate aux abords des PC ; filtrage aux entrées ; sûreté immédiate des véhicules en déplacement entre les secteurs d'un même site et, en certaines circonstances, hors du site ; défense NRBC ; sécurité interne ; sécurité incendie.

5. F.-X. Villanueva, « La protection de la force » in D. Danet, R. Doaré et C. Malis (dir.), *L'action militaire terrestre de A... à... Z*, Paris, Economica, 2015, p. 402-410.

6. *Glossaire français/anglais de l'armée de Terre*, EMP 60.641, Centre de doctrine et d'emploi des forces (CDEF), 2013, p. 438.

7. Pour d'autres définitions de la survivabilité, lire : *Ibid.*, p. 465, et P. H. Deitz et E. W. Edwards (dir.), *Fundamentals of Ground Combat System Ballistic Vulnerability/Lethality*, Reston, VA, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2009, p. 2.

8. *Action terrestre future : demain se gagne aujourd'hui*, Armée de Terre, 2016, p. 9.

9. Sur ce sujet lire notamment : P. Chareyron, « Hoplités numériques. Le combat d'infanterie à l'âge de la numérisation », *Focus stratégique*, n° 30, Ifri, avril 2011.

L'amélioration de la survivabilité sur le champ de bataille est un défi technologique et de nombreux progrès peuvent être attendus dans ce domaine dans les années à venir. Cependant, nul ne sera jamais invulnérable : de nouvelles menaces ne manqueront pas d'apparaître et chaque technologie récente porte aussi en elle des failles inédites. Ainsi, les meilleurs garants de la survivabilité restent la résilience, l'intégration interarmes et interarmées ainsi que la manœuvre, le vrai défi étant peut-être surtout d'intégrer à cette dernière les dimensions cyber et spatiales.

Nous chercherons à le démontrer en étudiant d'abord les évolutions de la létalité et de la protection à travers l'histoire. Nous nous concentrerons ensuite sur trois défis de la survivabilité : les technologies de protection active, le combat en zone urbaine et les guerres limitées. Enfin nous verrons en quoi l'intégration interarmes et interarmées et la manœuvre apparaissent comme les clés de la survivabilité future.

De la protection à la survivabilité

La dialectique sans cesse renouvelée entre le « bouclier et l'épée » est la matrice de nombreux développements techniques et technologiques dans le domaine militaire. L'accroissement de la létalité a ainsi toujours été suivi d'améliorations dans le domaine de la protection. Le développement considérable de la puissance de feu à la suite de la révolution industrielle a donné naissance aux véhicules blindés. La seule notion de « protection » s'est cependant montrée insuffisante pour faire face aux défis du champ de bataille, conduisant ainsi à l'avènement du concept de survivabilité.

Petite histoire de la létalité

La létalité, en tant que capacité de destruction d'un armement donné, est difficile à mesurer¹⁰. En effet, le rendement d'une arme ne dépend pas uniquement de ses caractéristiques techniques, elle est aussi fonction de multiples facteurs dont l'efficacité des servants ou la disposition des défenseurs¹¹. On peut cependant, dans une perspective historique, s'accorder sur un accroissement global et continu de la létalité¹², résultat du développement technologique des armements (puissance et précision) et de l'optimisation de leur emploi sur le plan de la tactique, de la doctrine et de l'organisation des armées¹³.

Cette augmentation chronologique de la létalité ne suit pas une courbe régulière. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les progrès technologiques sont lents. La situation s'accélère à partir de 1850 environ. La portée et la précision des armes s'accroissent significativement grâce au rayage des canons¹⁴. L'industrialisation accélère ensuite les progrès¹⁵. Entre 1880 et 1918, la puissance et la cadence du tir s'amplifient nettement avec l'apparition des fusils à chargement par la culasse, des canons à tir rapide

10. Pour tenter résoudre ce problème d'analyse, T. N. Dupuy a créé un indice de létalité théorique (*Theoretical Lethality Index*) en cherchant à déterminer le volume d'individus pouvant être tués par une arme en un temps donné. Il prend notamment en considération la cadence de tir, la portée pratique, la précision, la mobilité, la vulnérabilité, etc. Lire : T. N. Dupuy, *The Evolution of Weapons and Warfare*, Indianapolis, Bobbs-Merrill, 1980, p. 309.

11. M. Goya, *Sous le feu : la mort comme hypothèse de travail*, Paris, Tallandier, 2015, p. 191-198.

12. T. N. Dupuy, *The Evolution of Weapons and Warfare*, op. cit., p. 288-289.

13. *Ibid.*, p. 301-303.

14. M. Goya, *La chair et l'acier : l'armée française et l'invention de la guerre moderne, 1914-1918*, Paris, Tallandier, 2004, p. 77.

15. T. N. Dupuy, *The Evolution of Weapons and Warfare*, op. cit., p. 299.

(comme le 75 français), de l'armement collectif (en particulier les mitrailleuses) et des obus hautement explosifs. Dans le même temps, la mobilité tactique ne progresse que très peu, aboutissant à un déséquilibre sous-estimé par beaucoup de chefs militaires¹⁶ et dont résulte le « blocage tactique » du début de la Première Guerre mondiale.

Dans l'entre-deux-guerres, le char va devenir le principal système de dépassement de ce blocage, en combinant une protection et mobilité. Mais à peine les premiers chars sont-ils introduits sur le champ de bataille à partir de 1916, que des armes spécialement dédiées à leur destruction font elles aussi leur apparition : fusils anti-matériel, à l'instar du *Mauser T* considéré par certains comme étant la première arme antichar, puis canons antichars de divers calibres et charges creuses¹⁷. Ces dernières marquent une évolution importante dans la mesure où leur force de pénétration ne dépend pas de l'énergie cinétique du projectile (missile, obus, roquette) mais de celle du dard métallique qui se forme par retournement plastique d'un cône de cuivre subissant l'onde de choc d'une détonation d'explosif. Sa vitesse atteint 8 000 mètres par seconde et perce le blindage comme une aiguille. Au débouché de la pénétration, des fragments de métal du blindage se répandent dans l'habitacle de l'engin touché. Le premier système d'arme à utiliser ce procédé est le *Panzerfaust*¹⁸ dès 1943. Un homme seul, équipé d'une arme de conception et de production relativement simples, peut dorénavant détruire un char de combat.

Cette évolution qui va se poursuivre avec l'apparition, au milieu des années 1950, des premiers missiles antichars guidés (ATGM) est symbolique en cela¹⁹. Leur précision ne dépend plus de la distance, comme pour les pièces d'artillerie antichars avec lesquelles faire but sur une cible en mouvement au-delà de 3 000 mètres était une gageure, mais elle est constante tant que le tireur tient l'engin dans sa ligne de mire. En 1973, leur première apparition massive sur le champ de bataille lors de la guerre du Kippour entraîne de profondes interrogations quant à l'avenir même du

16. Mis à part pour quelques visionnaires. Voir, par exemple, É. Manceau (pseud.), « Quelques idées françaises sur la guerre de l'avenir », *Revue militaire suisse*, n° 47, 1902.

17. Le principe de la charge creuse a été découvert en 1888 par l'ingénieur américain Charles M. Munroe et a pris pour nom « l'effet Munroe ». Dans les années 1930, les Britanniques sont les premiers à mettre en œuvre une charge creuse dans une grenade à main, la Mk.68. Sur l'histoire de la lutte antichar, lire J. S. Weeks, *Men against Tanks: A History of Anti-tank Warfare*, Newton Abbot, David & Charles, 1975.

18. Le *Panzerfaust 2* permet d'engager des cibles à 60 mètres et de pénétrer jusqu'à 200 millimètres de blindage. Sur cette arme, lire G. L. Rottman, S. Noon, et M. Windrow, *World War II Infantry Anti-tank Tactics*, Oxford, Osprey Publishing, 2005, p. 52-53, et J. S. Weeks, *Men against Tanks*, *op. cit.*, p. 67-69.

19. Parmi les premiers missiles antichars opérationnels se trouve le SS-10 français (1955), même si les Allemands en conçurent un modèle pendant la Seconde Guerre mondiale : le X-7.

char²⁰. La précision des ATGM continue de s'améliorer avec le temps, si bien que la troisième génération a aujourd'hui une portée comprise en général entre 3 000 et 9 000 mètres et intègre la possibilité du « tir et oublie » et du « tir au-delà de la vue directe » comme le *Spike NLOS* israélien et le missile moyenne portée (MMP) français, qui devrait être opérationnel en septembre 2017²¹. Cette fonctionnalité complexifie la détection des postes de tir par les équipages. Par ailleurs, les systèmes équipés de charges en tandem défient les blindages réactifs et sont une menace d'autant plus sérieuse que leur coût est peu élevé. Le lance-roquettes russe RPG-30 pourrait ainsi percer 650 millimètres d'acier, même derrière des briques réactives. D'autres sont capables d'attaquer les engins blindés par le dessus, c'est-à-dire la zone généralement la moins protégée, comme le TOW 2B et le *Javelin* américains, mais ils restent encore très onéreux.

Dans le domaine des feux indirects, la précision se nourrit pleinement de la couverture informationnelle du champ de bataille, résumée par l'acronyme C4ISR²². La multiplication des capteurs (notamment d'origine spatiale et aérienne) et leur persistance grandissante (drones) permettent d'accroître la qualité et la quantité de renseignements à disposition des forces terrestres et d'obtenir une précision jamais vue. Cela a été une nouvelle fois démontré lors des combats en Ukraine, où, selon les séparatistes, l'usage de drones *Granat-1* leur a permis de doubler leur précision. Ces quinze dernières années ont été marquées, par exemple, par l'apparition d'obus d'artillerie ou de mortier pourvus de systèmes de guidage terminal et de correction de trajectoire, ou encore de roquettes sol-sol disposant elles aussi de systèmes de guidage terminal et portant jusqu'à 80 kilomètres. Cet accroissement de la précision n'a cependant pas mis fin à l'utilisation d'une large gamme d'effets dans le domaine des feux terrestres, y compris la saturation de zone, comme les combats dans le Donbass l'ont confirmé avec, entre autres, l'emploi de lance-roquettes multiples porteurs de munitions classiques, thermobariques ou de sous-munitions²³.

20. Pour une historiographie des débats à propos de la pertinence des chars, lire : J. Stone, *The Tank Debate: Armour and the Anglo-American Military Tradition*, Londres, Routledge, 2015.

21. Sur l'historique des ATGM lire : J.-M. Lafon, « TOW, le missile phare du conflit syrien : de la genèse à la techno-guérilla », *Kurultay*, 3 février 2017, disponible sur : www.kurultay.fr/blog/.

22. *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*.

23. A. Landreau et F. d'Aboville, « La *new generation warfare* russe à l'épreuve de la guerre en Ukraine », *Lettre du RETEX*, n° 30, CDEC, septembre 2016. Sur la variété d'effets des feux, lire C. Brustlein, « Maîtriser la puissance de feu. Un défi pour les forces terrestres », *Focus stratégique*, n° 61, Ifri, septembre 2015, p. 35-39.

Cette létalité accrue par la précision a essentiellement profité aux puissances occidentales au cours des décennies 1990-2000. Sous l'effet du rattrapage et de la diffusion technologique, cependant, la dissémination des armements tactiques guidés, d'une portée maximale d'environ 30 kilomètres (*Guided-Rockets, Artillery, Mortars, and Missiles* ou G-RAMM), s'accélère. Ce phénomène touche largement les groupes non étatiques qui accèdent ainsi à une puissance de feu inédite²⁴. Le Hamas dispose par exemple de missiles *Kornet, Konkurs, Fagot* et *Malyutka* et en a largement fait usage contre Israël lors de l'opération Protective Edge en 2014²⁵. De même, il n'y aurait pas moins de 19 modèles différents d'ATGM mis en œuvre par les groupes non étatiques en Syrie²⁶.

La létalité s'accroît également au détriment des hélicoptères. Si les armes légères et les mitrailleuses lourdes continuent à être problématiques pour les voilures tournantes, ce sont les roquettes non guidées (RPG) qui causent le plus de dégâts, et ce depuis les années 1980 en Afghanistan. La prolifération des missiles sol-air courte portée (*Man-Portable Air-Defense Systems/MANPADS*), y compris auprès de groupes non étatiques, constitue une menace très sérieuse et grandissante, même si elle demeure pour le moment modérée dans les théâtres d'opérations où la France intervient. Leur présence influence cependant beaucoup une opération et contraint les manœuvres comme le montre le cas soviétique en Afghanistan suite à l'introduction des *Strela 2* en 1984 et des *Stinger* en septembre 1986²⁷, ou l'action de l'armée de l'air syrienne à partir de 2012.

L'accroissement de la létalité devrait se poursuivre à moyen terme en particulier *via* la vitesse des projectiles avec des *railguns* et autres armes à effet dirigé bientôt opérationnels. C'est en fait tout le « confort opératif²⁸ » dont les forces occidentales ont pu bénéficier ces 25 dernières années qui est remis en question ainsi que le note le document *Action Terrestre Future* publié en 2016 par l'armée de Terre :

Les opérations de demain seront conduites dans des conditions nouvelles : supériorité aérienne contestée, menace d'arsenaux chimiques, radiologiques et nucléaires, actions répétées sur les centres nerveux et les flux logistiques²⁹.

24. J. Henrotin, *Techno-guérilla et guerre hybride. Le pire des deux mondes*, Paris, Nuvis, 2014.

25. J. White, « The Combat Performance of Hamas in the Gaza War of 2014 », *CTC Sentinel*, vol. 7, n° 9, septembre 2014.

26. « Tipos de misiles guiados antitanque en Siria », *Mister X OSINT*, 16 mars 2016.

27. P. Sidos, *La Guerre soviétique en Afghanistan*, Paris, Economica, 2016, p. 281.

28. *Action terrestre future : demain se gagne aujourd'hui*, op. cit. et *The US Army Operating Concept. Winning in a Complex World*, Fort Eustis, VA, TRADOC, 31 octobre 2014.

29. *Action terrestre future : demain se gagne aujourd'hui*, op. cit., p. 14.

L'élévation de la létalité concerne tout le spectre de nos adversaires potentiels. Les forces irrégulières non étatiques continuent d'opérer selon des méthodes de guérilla avec un armement limité (explosifs artisanaux, armes de petit calibre, RPG, mortiers, roquettes courte portée) mais peuvent occasionnellement mettre la main sur des moyens plus importants. Au milieu du spectre, des « forces hybrides³⁰ » complètent cette première gamme par des capacités plus perfectionnées (ATGM, MANPADS, G-RAMM) ainsi que des moyens de commandement en partie numérisés tout en demeurant résilients. En haut du spectre, les États les plus avancés ont les équipements les plus sophistiqués incluant des missiles balistiques, des armements leur permettant de mettre en œuvre un déni d'accès (défenses aériennes, missiles balistiques ou de croisière, etc.), des moyens de reconnaissance et de surveillance ou de lutte cyber, etc.³¹

Le blindage, de l'acier aux nanotechnologies

Face à la létalité du champ de bataille, la réponse traditionnelle est venue du blindage³². À l'origine, les blindages sont passifs, homogènes, généralement en acier ou en aluminium, et se présentent sous la forme de panneaux laminés (*Rolled Homogeneous Armor*, RHA). Le niveau de protection est alors proportionnel à l'épaisseur du métal, qui peut varier de 3 à 500 millimètres. La forme du blindage joue également un rôle : une incidence de 60 degrés présente une épaisseur deux fois plus importante que l'épaisseur réelle à un obus arrivant horizontalement et dévie le projectile³³.

Le perfectionnement des charges creuses dans les années 1950 et la mise en service des obus flèches (*Armour-Piercing Discarding Sabot*, APDS) capables de percer 300 millimètres de RHA dans les années 1960 rendent les blindages passifs homogènes obsolètes³⁴. Pour contrer cette nouvelle menace, les armées développent dans les années 1970 le blindage

30. É. Tenenbaum, « Le piège de la guerre hybride », *Focus stratégique*, n° 63, Ifri, octobre 2015 ; J. Henrotin, *Techno-guérilla et guerre hybride : le pire des deux mondes*, op. cit.

31. D. E. Johnson, *The Challenges of the "Now" and their Implications for the U.S. Army*, Santa Monica, CA, RAND Corporation, 2016.

32. M. Chassillan, *Encyclopédie des chars de combat modernes*, t. 1, Paris, Histoire & Collections, 2011, p. 90-91.

33. R. M. Ogorkiewicz, *Design and Development of Fighting Vehicles*, Londres, MacDonald, 1968, p. 81-83.

34. Elles atteignent une capacité de perforation de quatre calibres en 1955. Lire R. Carpentier, *Les missiles tactiques*, Paris, EUROSAE, 2001, p. 246.

composite³⁵. Généralement composé d'une couche de dispersion qui « consomme » et déporte le projectile et d'une couche d'arrêt en blindage « massif », ce dernier procure, à épaisseur équivalente, une protection 1,5 fois supérieure au RHA face aux obus cinétiques en tir direct³⁶.

Dans les années 1980, les charges creuses gagnent encore en puissance. Elles peuvent percer jusqu'à 10 fois leur calibre³⁷. Des blindages dits réactifs sont développés pour y faire face : ces derniers recourent à la détonation d'un « contre-explosif » afin de disperser le jet des charges creuses³⁸. Les premières versions de blindage réactif offrent une protection 3 à 4 fois plus importante que le RHA contre les obus de type HEAT mais sont obsolètes face à des roquettes ou missiles à charge tandem comme les TOW 2 ainsi que contre les obus flèches de gros calibre³⁹. En revanche, le *Relikt*, tout dernier blindage réactif russe et successeur du *Kontakt 5*, développé en 2006 et monté sur les T-90MS et sur les BMP *Terminator*, serait capable de neutraliser 50 % des obus flèches les plus récents comme le M829A3 et 80 % des charges creuses de dernière génération.

Les blindages réactifs de dernière génération ont ainsi un très bon niveau de protection mais présentent trois importantes limites. Tout d'abord, ils utilisent de l'explosif, ce qui est une contrainte de sécurité importante en temps de paix, en particulier pour le stockage. Ensuite, la protection qu'ils offrent n'est pas homogène (effet de mosaïque). Enfin, leur capacité à recevoir plusieurs coups est très limitée et ils perdent beaucoup d'efficacité face aux charges creuses tandem.

La protection passive d'un engin ne dépend cependant pas que de son blindage. Elle est fonction de son architecture mécanique, elle-même, souvent héritée d'une culture nationale. C'est tout particulièrement le cas du *Merkava*, char de combat principal israélien⁴⁰. Son concepteur, Israël Tal, estime en effet que la protection n'est pas une fonction mais le fondement même de la conception d'un char : c'est elle qui permet la mobilité, car elle autorise le mouvement sous le feu ennemi, mais aussi la puissance de feu en plaçant l'ennemi à des distances d'engagement

35. Parmi les différents matériaux qui peuvent être utilisés : verre, céramique, acier, uranium appauvri (sur le M1), élastomères, etc.

36. R. Hilmes, *Main Battle Tanks: Developments in Design since 1945*, Londres, Brassey's, 1987.

37. R. Carpentier, *op.cit.*, p. 246.

38. L'idée d'une contre-explosion est formalisée dès 1949 par le russe Bogdan Voitsekhovskiy. Les premiers blindages réactifs sont produits sous forme de briquettes par la société israélienne Rafael en 1978 et adaptés sur les M-60 et les *Centurion*. Ils connaissent leur baptême du feu au Liban en 1982.

39. J. Stone, *The Tank Debate: Armour and the Anglo-American Military Tradition*, *op.cit.*, p. 80.

40. S. Katz et P. Sarson, *Merkava Main Battle Tank MKs I, II & III*, London, Osprey, 2004.

réduites. Tout le design du *Merkava* est donc fondé sur la survivabilité et repose sur deux principes : l'accroissement maximum de l'épaisseur qu'un projectile doit transpercer et l'isolement de tous les objets inflammables⁴¹.

Avec la généralisation de la menace des Engins explosifs improvisés (EEI) au tournant des années 2000, de nouveaux besoins en protection se font jour. Ils concernent en particulier le dessous des engins blindés, jusqu'alors assez peu protégé, ainsi que les cellules où se trouvent les équipages. C'est dans ce cadre que des planchers « en Vé » sont installés avec pour but de dévier le souffle des explosions⁴².

Les véhicules blindés d'infanterie suivent un chemin parallèle, leur niveau de protection s'améliore au fil des ans, même s'il reste la plupart du temps inférieur à celui des chars. Les premiers modèles, apparus pendant la Seconde Guerre mondiale avec le *SdKfz 251* allemand, signent la naissance de l'infanterie mécanisée, des unités capables de suivre les chars et d'acheminer des fantassins au cœur du dispositif ennemi⁴³. Les années 1970 marquent la naissance d'un nouveau concept, complémentaire à celui du char : le véhicule de combat de l'infanterie (VCI) dont le premier modèle est le BMP russe auquel répondent le *Marder* allemand, puis le M2 *Bradley* américain et plus tard à l'AMX-10P français.

L'évolution de la protection du Véhicule de l'avant blindé (VAB) de l'armée de Terre est quant à elle typique de celle des blindés de transport de troupes⁴⁴. Le VAB P classique était faiblement blindé et pesait 13 tonnes. Il a d'abord été valorisé par l'apport d'éléments de surprotection en composite, surtout efficaces contre les munitions de 12,7 millimètres. Certains VAB ont ensuite reçu des tourelleaux télé-opérés avec mitrailleuse de 12,7 millimètres *Kongsberg M151* permettant de préserver le tireur. Enfin, la protection a été à nouveau renforcée sur les VAB *Ultima* (15,8 tonnes) par l'ajout de sièges individuels suspendus et d'un caisson ventral renforcé pour protéger l'équipage des EEI.

La protection passive des hélicoptères est une problématique complexe apparue dès la guerre d'Algérie⁴⁵. Les Fellaghas ne sont évidemment pas restés sans réaction face à son emploi croissant avec des premiers tirs anti-

41. I. Tal se serait notamment inspiré de l'AMX-13 français qui présentait déjà cet agencement et qui a été en service au sein de l'armée israélienne.

42. Ils apparaissent dès 1959, pendant la guerre d'Algérie, sur des camions *Berliet*. Lire M. Chassillan, « Les véhicules blindés de combat » in D. Danet, R. Doaré, et C. Malis (dir.), *L'action militaire terrestre de A... à... Z*, op. cit.

43. *Ibid.*, p. 548-557 ; P. Santoni, *Grenadiers d'assaut : introduction à l'étude du combat de l'infanterie mécanisée*, Paris, Société des Écrivains, 2004, p. 19-31.

44. J. Cany, *VAB l'histoire d'un blindé hors du commun*, Athis, Cany, 2014.

45. C. R. Shrader, *The First Helicopter War: Logistics and Mobility in Algeria, 1954-1962*, Westport, CT, Praeger, 1999.

aériens au fusil de chasse puis rapidement à la mitrailleuse⁴⁶. Les équipages placés « en avanture » dans leurs cockpits vitrés étaient très vulnérables. Cependant, le blindage des aéronefs à voilure tournante n'a pas été généralisé pendant ce conflit, puisque seuls les hélicoptères lourds (H-19, H21) reçurent des protections additionnelles. Blindage un hélicoptère est possible, mais les appareils sont alors beaucoup plus massifs et moins manœuvrables. Le Mi-24 (11 tonnes armé) russe est ainsi blindé dès sa conception initiale, tout comme le Mil Mi-28N (10,7 tonnes armé). La France a fait le choix d'hélicoptères plus légers. Le *Tigre* (6 tonnes armé) n'a ainsi de blindé que le plancher, les sièges et les plaques de séparation des moteurs. Des éléments de blindage additionnels résistant aux munitions de 7,62 millimètres peuvent toutefois être mis en place sur les côtés de l'appareil, comme ce fut le cas sur ceux déployés en Afghanistan à partir de 2009.

On le voit bien, le niveau de protection est largement fonction du poids, sauf à estimer que la mobilité d'un engin est plus importante, ce qui peut être vrai dans certains contextes d'engagement⁴⁷. En reprenant la classification OTAN (voir annexe 1), les véhicules blindés de 5 à 10 tonnes dépassent difficilement le niveau 3 de protection balistique (7,62 millimètres) et le niveau 2 de protection mines/explosifs (6 kilogrammes d'explosif). De 10 à 20 tonnes, il est possible d'atteindre les niveaux 4 balistique (14,5 millimètres) et 3 mines (8 kilogrammes d'explosif). Pour les plus hauts niveaux de protection, il faut dépasser 20 tonnes⁴⁸. Chaque changement de génération de véhicule voit une augmentation de la masse. En France, l'AMX 10-RC de 15 tonnes est passé à 18 tonnes avec son blindage SEPAR. Le *Griffon*, remplaçant un VAB culminant à 15,8 tonnes, devrait peser près de 25 tonnes. Le *Bradley* américain est ainsi passé de 25 à 33 tonnes et l'*Armored Multi-Purpose Vehicle* (AMPV) de 34 à 36 tonnes remplacera à partir de 2018 des M-113 à environ 14 tonnes.

Les recherches en génie des matériaux vont certainement permettre d'accroître le niveau de protection passive des engins en faisant réduisant les contraintes de poids : on peut penser à la céramique⁴⁹ ou au titane, un

46. R. Lacroix, « L'emploi des hélicoptères n'est-il justifié qu'en Algérie ? », *Revue défense nationale*, mai 1958, p. 834-845.

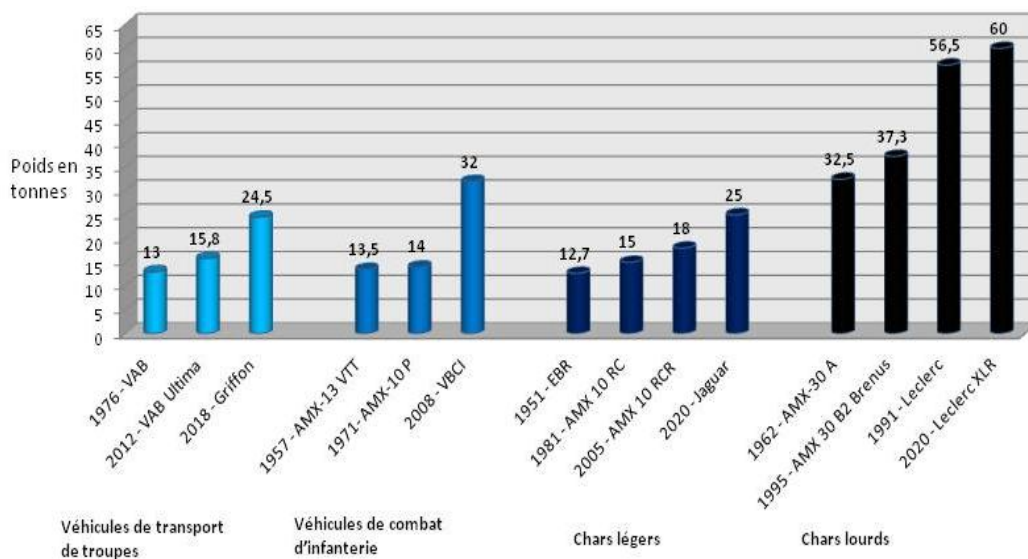
47. C'était par exemple le pari du CRAB de Panhard. Cet espoir de la mobilité comme protection principale reste présent, notamment au travers du programme américain *Ground X-Vehicle Technology* (GXV-T) lancé à l'été 2014. Ce petit véhicule prévu pour un unique membre d'équipage se veut en rupture complète avec les blindés des générations précédentes et se repose sur sa mobilité, sa vitesse et sa furtivité pour survivre sur le champ de bataille.

48. M. Chassillan, « Les véhicules blindés de combat » in D. Danet, R. Doaré, et C. Malis (dir.), *L'action militaire terrestre de A... à... Z*, op. cit.

49. P. Donaldson, « Ceramics Research and Development », *Military Technology*, 2015, p. 52-55.

matériau très léger et à la résistance remarquable. Les nanotechnologies et les métaux nano-grains sont aussi des pistes sérieuses, mais il ne semble pas y avoir de rupture majeure à attendre dans ce domaine à moyen terme. Or, les contraintes engendrées par le poids sont nombreuses et elles concernent d'abord la mobilité – une problématique partagée avec le combattant débarqué⁵⁰. Un char pesant plus de 55 tonnes endommage très sévèrement la chaussée et ne peut pas franchir beaucoup de ponts⁵¹. Le poids pose en outre des problèmes à la conception, par exemple en exigeant une très forte puissance de motorisation. Mais les difficultés sont aussi logistiques : transporter des engins lourds vers des théâtres extérieurs est difficile, lent et coûteux. Leurs motorisations puissantes consomment davantage de carburant, ce qui renforce les besoins en flux logistiques⁵². Les coûts d'entretien ont, de plus, tendance à augmenter, le poids ayant des effets sur les suspensions et les systèmes de freinage⁵³.

Évolution du poids des véhicules blindés français par « famille »



50. R. M. Gates, *Duty: Memoirs of a Secretary at War*, New York, Alfred A. Knopf, 2015 ; P. Chareyron, « Hoplites numériques. Le combat d'infanterie à l'âge de la numérisation », *Focus stratégique*, n° 30, Ifri, avril 2011 ; J. King, « The Overweight Infantryman », Modern War Institute, 10 janvier 2017, disponible sur : <http://mwi.usma.edu>.

51. Un attelage char/porte-char pèse plus de 80 tonnes.

52. D. Beamont, « The Cost of Combat Power-Weapons, Weight and Sustainment in the Multi-Domain Land Battle », *Logistics in War*, 14 février 2017 et P. Kaeser, « La sécurité énergétique des armées françaises », *Focus stratégique*, n° 66, Ifri, mars 2016, p. 79-30.

53. C'est ce qui pousse les Néerlandais à utiliser leurs CV-90 sans blindage pendant les phases d'entraînement. Entretien avec un officier néerlandais, 21 février 2017.

Le concept traditionnel de protection, dont le blindage a jusqu'à présent été la principale forme d'expression semble donc être en passe d'atteindre ses limites : les nouveaux besoins en protection entraînent une augmentation du poids, poussant ainsi les ingénieurs à revoir la motorisation et les structures, ce qui ne fait qu'accroître encore la masse. Or, pour des raisons logistiques et tactiques évidentes, le poids des engins de combat ne peut pourtant pas augmenter indéfiniment.

Une approche holistique de la protection : la survivabilité

Face à l'accroissement de la létalité, le concept de survivabilité permet de dépasser en partie les problématiques de la protection. Notion issue de l'aéronautique où elle fut introduite au début des années 1970, est elle devenue une caractéristique critique (*critical system characteristic*) pour l'acquisition d'un système d'armes⁵⁴. Depuis la fin des années 1990, la survivabilité est au cœur des programmes d'armement, tous milieux confondus, et considérée comme l'une des six fonctions des engins blindés, aux côtés du feu, de l'observation, de la mobilité, de la communication et de la capacité d'emport (pour les véhicules de transport de troupes⁵⁵).

La survivabilité peut être entendue comme la capacité totale d'un système d'armes à éviter, résister ou se remettre d'un dommage provoqué par une action hostile le menaçant de destruction, afin d'être en mesure de poursuivre la mission. Il est possible de la représenter, de façon synthétique, sous la forme d'une probabilité P_k d'être neutralisé, elle-même produit d'un certain nombre de probabilités (détection, reconnaissance, identification, atteinte⁵⁶).

Mais le concept de survivabilité est le plus souvent représenté sous la forme d'un « oignon », c'est-à-dire par des couches successives qui séquentent un engagement au combat. Il peut être résumé dans une sorte de mantra : détecter sans être détecté ; si l'on est détecté, ne pas être identifié ; si l'on est identifié ne pas être acquis ; si l'on est acquis, ne pas être touché⁵⁷ ; si l'on est touché, ne pas être percé, survivre si l'on est percé

54. R. E. Ball, *Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design*, 2nd ed., Blacksburg, VA, AIAA Education Series, 2003.

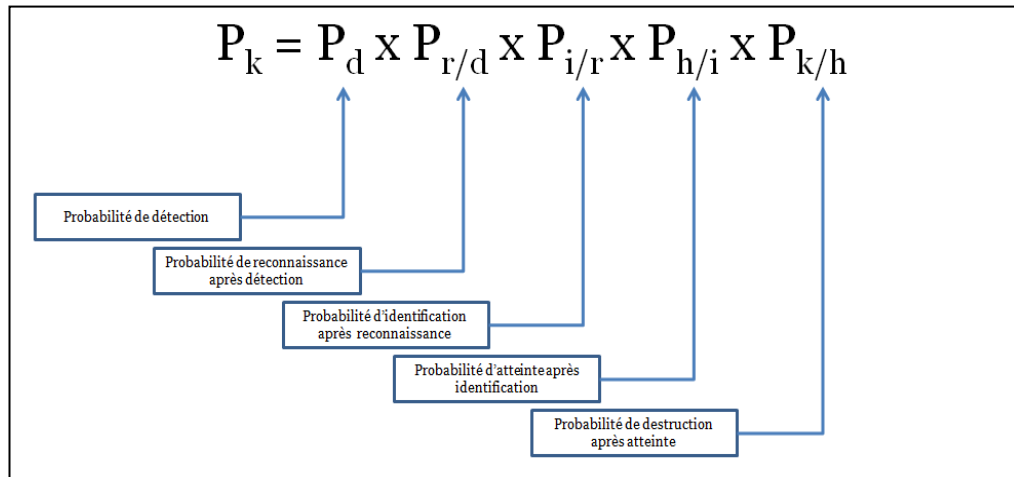
55. M. André, *Véhicules de combat. Architecture-Techniques-Panorama*, Angers, DGA, 2000.

56. *Ibid.*, p. III-9.

57. La détection correspond à l'alerte quant à la présence d'une activité. Elle n'implique pas nécessairement de caractériser ni de localiser avec précision. L'identification est le processus visant à déterminer avec le caractère (ami/ennemi, type de véhicule, etc.) d'une unité détectée. L'acquisition enfin suppose un renseignement suffisamment précis pour permettre son traitement. Source : *Glossaire français/anglais de l'armée de Terre*, EMP 60.641, CDEF, 2013.

et, enfin, se régénérer pour poursuivre le combat. À chaque « couche » correspondent des facteurs influant la survivabilité.

« Formule » de la survivabilité



Détecter et tirer en premier suppose de détenir des capteurs puissants de façon à pouvoir anticiper une menace et éventuellement la traiter. L'importance de tirer en premier s'est accrue avec l'augmentation de la précision et la vitesse d'acquisition des cibles. Si l'on prend l'exemple des chars de combat, jusqu'à la guerre de Corée on estime qu'un char a 5 % de chance de toucher d'emblée une cible à 1 500 mètres. Cette probabilité monte à 50 % dans les années 1970, et atteindrait près de 100 % avec un obus flèche tiré par un *Leclerc* aujourd'hui⁵⁸. Pendant la guerre du Golfe, les capacités technologiques (vision thermique, portée et précision de l'armement, etc.), associées à la qualité de l'entraînement des équipages permettent aux chars américains M1 *Abrams* de tirer en premier et d'obtenir des résultats exceptionnels. Leurs cibles étaient communément identifiées à 1 500 mètres et détectées à 2 600 mètres, dépassant largement la portée des T-72 irakiens. Les chars américains ne subirent ainsi aucune destruction par tir ennemi⁵⁹.

Ne pas être détecté peut s'envisager de différentes façons mais toujours avec l'objectif d'abaisser au maximum la distance de détection, avec comme seuils intéressants la portée utile des armements de l'adversaire (4 000 mètres environ pour un char moderne) et la portée maximale de ses capteurs (environ 8 kilomètres dans le visible et

58. M. Goya, *Sous le feu*, op. cit., p. 205-206 ; échange de mails avec P. Petit, expert en systèmes d'armes, février 2017.

59. 18 d'entre eux sont détruits au combat, 9 par des tirs amis, 9 par des mines. Department of Defense, *Conduct of the Persian Gulf War*, Final Report to Congress, avril 1992, p. 830-833.

l'infrarouge). La façon la plus évidente pour y parvenir est tactique : utiliser les masques du terrain pour se dissimuler, tirer à contre-pente, savoir réduire au mieux les segments d'intervisibilité, profiter des positions à défilement d'observation ou de tir, agir de nuit, etc. Pour les hélicoptères, le vol tactique, en collant au terrain jusqu'à un mètre du sol, reste la meilleure façon de ne pas être détecté. Le camouflage est une réponse traditionnelle mais toujours d'actualité, y compris pour l'aérocombat⁶⁰. Ainsi, les hélicoptères essaient au maximum d'avoir un « fond » derrière eux (comme une ligne de crête) afin d'éviter d'apparaître trop nettement dans le ciel. Les filets de camouflage restent d'autant plus pertinents qu'ils offrent des propriétés renouvelées grâce aux nouveaux matériaux. Saab a par exemple développé le *Mobile Camouflage System (MCS) Barracuda*, qui réduit la signature d'un véhicule terrestre dans les domaines visuel, infrarouge et thermique. Apportant une réelle plus-value pour les équipages, il a fait ses preuves en Afghanistan sur les CV90 et *Leopard II* danois. Il est aussi possible d'envisager des véhicules beaucoup moins bruyants. C'est l'une des facultés du prototype de VAB Mark III *Elektra* à propulsion hybride de RTD, qui dispose de 10 kilomètres d'autonomie en mode « furtif ».

La recherche de furtivité pour les véhicules terrestres est confrontée à de nombreux défis⁶¹. Paradoxalement, le milieu terrestre, qui offre bien plus de possibilités pour se dissimuler que les milieux maritimes et aériens, est en fait le plus complexe pour tendre vers la furtivité. Des facteurs absents dans les autres milieux doivent être intégrés : bruit, poussière, échappements, vibrations sismiques et même odeur. Les matériaux spécifiques, comme les RAM (*Radar Absorbent Materials*) capables de réduire l'écho radar et classiquement utilisés sur les avions dits « furtifs », fonctionnent sur les véhicules blindés. Cependant, ils sont chers et on peut douter de leur applicabilité sur un véhicule quotidiennement agressé par la météo, la végétation, les chocs mécaniques, les éclats, etc. – sans compter les contraintes d'emploi pour l'équipage et les maintenanciers⁶².

Ne pas être identifié implique, entre autres, des procédés de changements réguliers de positions. Mais la réussite dans ce domaine peut aussi être facilitée par des systèmes de modification des signatures. L'*Adaptiv* suédois, fondé sur le principe de l'échange de chaleur, est par exemple constitué de tuiles thermo-réactives d'une quinzaine de

60. R. Hémez, « Le camouflage d'hier à demain », blog *Ultima Ratio*, 19 septembre 2016, disponible sur : www.ultimratio-blog.org.

61. Des prototypes de chars « furtifs » existent, comme le PL-01 polonais, mais il est difficile d'évaluer leurs capacités réelles.

62. Entretien avec M. Chassillan le 13 janvier 2017.

centimètres qui sont toutes reliées à un ordinateur de bord. Ce dernier peut générer des températures différentes d'une tuile à l'autre ce qui permet de masquer l'empreinte thermique d'un engin blindé ou de lui donner les propriétés thermiques d'un autre véhicule⁶³.

Ne pas être acquis par un système d'armes repose notamment sur des contre-mesures à l'encontre du lanceur, de l'opérateur humain, de la conduite de tir ou du système de guidage embarqué par le projectile afin de brouiller (radar ou infrarouge), leurrer ou masquer (en tirant des fumigènes comme le GALIX, par exemple). Chaque contre-mesure est spécifique à une menace, ce qui rend quasi-impossible de se protéger contre toutes, surtout à l'échelle d'un char de combat. De plus, certains brouilleurs peuvent avoir des effets négatifs sur nos propres moyens de communication. Pour les hélicoptères, le mouvement permanent reste la meilleure façon de ne pas être acquis⁶⁴.

Ne pas être touché peut inclure des manœuvres d'évitement (accélération, freinages, changement de direction) envisageables face à certaines armes « lentes »⁶⁵. Un missile *Hot* tiré à 4 000 mètres a, par exemple, un temps de vol de 17 secondes, ce qui peut permettre, s'il est détecté rapidement et si l'engin dispose d'un fort pouvoir d'accélération, de l'esquiver et de riposter. Pour les hélicoptères il est aussi possible de parer un missile par des manœuvres d'évitement (changement d'altitude ou de trajectoire soudain). À ce titre, et compte tenu du temps de réaction réduit face à une menace vélocité, les technologies d'esquive automatique sont très intéressantes. Les équipements de protection active de type *hard kill* sont une autre possibilité. Conçus pour détruire un projectile avant qu'il n'atteigne sa cible, ils sont particulièrement complexes à concevoir⁶⁶. Des systèmes de ce type sont déjà en service comme le *Trophy* israélien qui projette des billes de métal et protège contre les roquettes et missiles.

Ne pas être percé renvoie essentiellement à la problématique du blindage passif et réactif, telle que développée *supra*.

Pour survivre si l'on est percé il faut minimiser les dégâts sur l'équipage et le véhicule. Cette « couche » de la survivabilité s'est particulièrement développée ces dernières années. La diminution de la vulnérabilité concerne, notamment, la réduction des effets arrière (éclat, souffle, incendie) après perforation, ce qui peut passer par la mise en place

63. P. Langlois, « *Adaptiv*, la révolution de la protection passive ? », *DSI*, n° 76, décembre 2011.

64. Pour les hélicoptères de transport, l'approche et le décollage sont ainsi 20 à 30 secondes de très grande vulnérabilité.

65. *Soviet ATGMs: Capabilities and Countermeasures*, Fort Monroe, VA, TRADOC, février 1975.

66. B. Kempinski et C. Murphy, *Technical Challenges of the U.S. Army's Ground Combat Vehicle Program*, Congressional Budget Office, novembre 2012, p. 24-28.

d'un revêtement interne pare-éclat (*spall liner*), le plus souvent en fibre de verre, installé dans le compartiment de l'équipage. Des systèmes de découplage de l'onde de choc comme les sièges « anti-mines » ou un plancher flottant, ou encore un dispositif automatique anti-incendie peuvent également être intégrés à cette fin. L'arrimage de tous les matériels à l'intérieur d'un engin est aussi crucial. Sous l'effet de blast, certains objets métalliques peuvent être projetés à 500 kilomètres par heure dans l'habitacle s'ils ne sont pas attachés⁶⁷. La compartimentalisation est également un facteur important. Jusque dans les années 1960, les munitions étaient stockées sur des râteliers à l'intérieur de l'habitacle. Dans les chars soviétiques, du T-64 au T-90, l'équipage est assis sur la soute à munitions. Leur isolement a permis de réduire la vulnérabilité de l'équipage si elles sont détruites. Le design du T-14 *Armata* prend en compte les leçons des conflits les plus récents dans ce domaine avec une tourelle non habitée télé-opérée (une première pour un char) qui permet de regrouper l'équipage en entier dans une cellule de survivabilité très protégée⁶⁸. Enfin, la protection NBC entre pareillement en ligne de compte. Elle dépend, entre autres, de l'étanchéité de l'habitacle et de la rapidité de mise en œuvre de la protection.

Se régénérer pour reprendre le combat dépend d'abord de la résilience de l'équipage, mais aussi de la redondance des systèmes critiques⁶⁹. La conception du *Tigre* est à ce titre exemplaire : tous ses systèmes critiques sont doublés : moteur, pilote automatique, ordinateur de bord, etc. C'est un des facteurs qui explique que la plupart des hélicoptères touchés par des armements de petits calibres parviennent à rentrer à leurs bases ou au moins à se poser en catastrophe⁷⁰. Ce point renvoie aussi à la question de la régénération, avant tout liée à la conception de l'engin⁷¹. Certains choix technologiques améliorent en effet cette capacité, comme les blindages « rapportés » qui se remplacent plus aisément ou le choix d'une suspension oléopneumatique montée extérieurement à la caisse, ce qui permet un changement plus facile.

67. Entretien avec M. Chassillan le 13 janvier 2017.

68. P. Petit, « Défilé militaire traditionnel russe du 9 mai 2015, présentation de l'*Armata* et du T-14 », *Cavalerie*, juin 2016 ; « Au contact d'un nouveau standard en 2020 ? L'*Armata* T14 », *Cahiers de la prospective*, CDEC, 1^{er} trimestre 2017, p.31-35.

69. M. Goya, *Sous le feu*, op. cit., p. 143-152.

70. G. Rolland et A. Tisseron, « L'emploi des hélicoptères en contre-insurrection. Quels enjeux pour quelles menaces ? », *Cahiers de la recherche doctrinale*, CDEF, 2012, p. 43.

71. M. André, *Véhicules de combat*, op. cit., p. IX-15. Le BMX01, démonstrateur de RTD, intégrait par exemple un système de rails pour pouvoir déposer/reposer le moteur en moins de deux heures. Cette option n'a pas été retenue sur le *Griffon*.

Les moyens et surtout la compétence des équipes de maintenanciers d'intervention sur le terrain sont tout aussi cruciaux. À moyen terme, la maintenance prédictive, la robotisation de certaines tâches de la logistique de l'avant ou encore l'impression 3D pourraient considérablement améliorer cette capacité de régénération⁷². La cyber-résilience des systèmes d'armes est aussi cruciale. Elle repose sur deux piliers : l'un technique (protection, capacité de traitement des attaques et de reprise des activités) et l'autre humain et organisationnel⁷³.

Le concept de survivabilité permet ainsi de globaliser la question de la protection afin de sortir du seul duel entre l'épée et la cuirasse. Il offre des éléments d'analyse très pertinents, en particulier lorsqu'il s'agit de faire des arbitrages et de privilégier une fonction plutôt qu'une autre dans la conception des engins blindés.



72. *Summer Study on Autonomy*, Washington, D.C., Defense Science Board, juin 2016.

73. G. de Boisboissel, « La cyber-résilience des systèmes d'armes », *DSI HS*, n° 52, p. 70-74.

Trois défis de la survivabilité

De par sa complexité et son caractère hétérogène, la survivabilité enferme de nombreux défis. Nous avons choisi d'en détailler trois principaux, correspondant chacun à un niveau d'analyse différent : sur le plan technologique tout d'abord, en passant en revue les espoirs suscités par les systèmes de protection active ; sur le plan tactique ensuite, en étudiant la survivabilité dans un milieu extrêmement exigeant, la zone urbaine ; sur le plan politico-stratégique enfin, en s'intéressant aux dilemmes posés par les contraintes de la survivabilité dans les guerres limitées.

Les espoirs déçus de la transparence et de la protection active

Des voies diverses ont été tentées mais aucune n'a pas permis de sortir du cercle vicieux poids/protection ni de répondre au défi des charges creuses et des munitions de précision sur le champ de bataille.

Une première solution technologique consiste à renforcer la fonction « voir et tirer en premier », ce qui permettrait de diminuer drastiquement le blindage. C'était la vision du programme américain *Future Combat System* (FCS) lancé en 2003 pour remplacer plusieurs engins différents par une même plate-forme de 20 tonnes apte à être transportée par C-130⁷⁴. Cette contrainte de poids impliquait un blindage réduit. Aussi, le FCS imaginait remplacer la traditionnelle protection passive par une « protection informationnelle » au travers de nouveaux capteurs, C4ISR et de capacités de frappes de précision à distance sans précédent.

Mais l'espoir d'une transparence du champ de bataille nécessaire pour parvenir aux « quality of firsts » (voir, comprendre et agir en premier) reposait sur une surestimation des capacités technologiques, conduisant, *in fine*, à l'abandon du programme en 2009⁷⁵. En effet, si la détection est souvent possible, l'identification et la discrimination des intentions restent des tâches très complexes. La compacité des armements antichars rend, par exemple, parfaitement envisageable l'infiltration d'un combattant jusqu'à distance de tir sans que l'on puisse déterminer s'il a des intentions

74. C. G. Pernin, *Lessons from the Army's Future Combat Systems program*, Santa Monica, CA, RAND Corporation, 2012.

75. *Ibid.*, p. 81.

hostiles. Par ailleurs, avoir le plus de chance d'agir en premier impose un cycle de ciblage extrêmement rapide et donc une fusion de données au moins partiellement automatisée⁷⁶. Or, les technologies pour y parvenir n'étaient pas encore arrivées à maturité : pour fonctionner le système exigeait une grande fiabilité des liaisons de données tactiques, ce que ne purent jamais garantir les développeurs⁷⁷. Enfin, la conception « légère » du FCS le rendait extrêmement vulnérable à la menace IED, pourtant de plus en plus prégnante sur les champs de bataille.

Ces dernières années, les regards se sont aussi tournés vers les technologies de protection active qui ont pour but d'éviter l'impact d'une agression potentielle en la neutralisant ou en la déviant à distance du véhicule visé. Deux catégories de protection active sont à distinguer⁷⁸ : l'action sur la munition pendant son vol (*hard kill*) et l'action sur la visée ou le guidage adverse (*soft kill*). Ces technologies ont suscité d'importants espoirs car, dans l'hypothèse où elles seraient capables de remplacer le blindage en formant une bulle de protection extérieure, le gain de poids serait important⁷⁹. Mais ces systèmes sont complexes à concevoir, coûteux, difficiles à intégrer et interpellent quant à leur employabilité.

Les systèmes *hard kill* peuvent être regroupés en deux grandes catégories. La première, celle des « intercepteurs », cherche à détruire une menace en dirigeant une charge contre elle. L'alerte et la conduite de tir reposent alors le plus souvent sur un radar. La deuxième catégorie est celle des systèmes en « tir direct » avec des charges explosives montées sur les véhicules pour pouvoir détruire une menace par effet de souffle ou par la fragmentation. Beaucoup d'équipements de ce type utilisent des lasers ou d'autres systèmes électro-optiques pour le contrôle de tir et un radar pour l'alerte. La complexité des tâches prévues par ces modes de réaction explique en grande partie le fait que, bien qu'en développement depuis les années 1950, peu soient arrivés à maturité⁸⁰. Les systèmes *hard kill* doivent, en un temps très court, détecter une menace, la classifier et calculer un point d'interception avant de détruire ou dévier le projectile. Cela implique une automatisation poussée. Un temps de réaction de 300 millisecondes permet d'intercepter un missile antichar moyen tiré à 400 mètres, il faut descendre à 0,5 milliseconde pour une roquette tirée à

76. *Ibid.*, p. 110-111.

77. *Ibid.*, p. 73-74.

78. M. André, *Véhicules de combat. Architecture-Techniques-Panorama*, op. cit.

79. Pour des éléments chiffrés, lire M. N. Dodge, « Why the Survivability Onion Should Include Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) », Monterey, CA, Naval Postgraduate School, septembre 2013, disponible sur : <http://calhoun.nps.edu>.

80. A. Feickert, *Army and Marine Corps Active Protection System (APS) Effort*, Congressional Research Service, 30 août 2016, p. 12.

10 mètres⁸¹. Surtout, il est permis d'être sceptique quant à la possibilité technologique de voir des systèmes de protection active offrant une couverture à 360 degrés et efficaces contre des munitions à énergie cinétique ayant une vitesse supérieure à 1 000 mètres par seconde⁸².

Couplés à ces systèmes *hard kill* ou utilisés seuls, des équipements de protection active de type *soft kill* sont conçus pour avertir d'une menace imminente ou brouiller les systèmes de guidage adverses⁸³. Le *Shtora 1* russe, qui équipe les T-90 et T-80U en Syrie, repose sur quatre composants : deux stations électro-optiques pour créer des interférences (*spoofing*) dans les systèmes de guidage des missiles antichars, des lance-fumigènes, un système d'alerte laser et un boîtier de contrôle. D'autres équipements *soft kill* visent à déclencher à distance les mines et les IED avant le passage du véhicule. C'est le cas du *Barage* qui sera installé sur le *Leclerc* rénové (XLR) et les véhicules du programme *Scorpion*.

Pour la protection des équipages d'hélicoptères, l'un des problèmes essentiels est leur quasi-incapacité à voir et entendre les départs de coups⁸⁴. Il est donc crucial de pouvoir les détecter autrement. Aujourd'hui trois grands types de détecteurs existent qui réagissent à un écho radar, laser ou un départ de missile. Ils permettent d'avertir l'équipage et sont généralement couplés avec à un lanceur de leurres thermiques et électromagnétiques (*flares*). Les Mi-28 et Ka-52 bénéficient par exemple du système d'autoprotection *President-S* (L-370) constitué de contre-mesures infrarouges visant à brouiller l'autodirecteur thermique des missiles, de détecteurs d'arrivée missile, d'alerte radar et laser, de lance-leurres de tous types (infrarouge, électromagnétiques) et de systèmes de brouillage (radio, laser).

Des systèmes de protection active contre le *blast* sont également développés. Leur but est de contrer les effets de l'explosion d'une mine ou d'un IED grâce à une autre explosion en profitant des 8 millisecondes existant entre la détonation et son effet sur le véhicule. En complément ou isolément pourraient aussi être mis en œuvre des moteurs de roquettes afin de contrer l'effet de souffle. La société *Advanced Blast and Ballistic Systems* (ABBS) a testé, semble-t-il avec succès, un système de ce type : le *Vehicle Global Acceleration Mitigation* (VGAM)⁸⁵.

81. B. Kempinski et C. Murphy, *Technical Challenges of the U.S. Army's Ground Combat Vehicle Program*, op. cit., p. 26.

82. C. G. Pernin, *Lessons from the Army's Future Combat Systems program*, op.cit., p. 214.

83. A. Feickert, *Army and Marine Corps Active Protection System (APS) Effort*, op. cit., p. 7.

84. G. Rolland et A. Tisseron, *L'emploi des hélicoptères en contre-insurrection. Quels enjeux pour quelles menaces ?*, op. cit., p. 58.

85. P. Donaldson, « Vehicle Protection Survey », *Military Technology*, juin 2016.

Le niveau de sophistication des systèmes de protection active les rend très onéreux, y compris pour équipements *soft kill*. Un système *Muss* monté sur un *Puma* allemand coûterait par exemple 300 000 euros⁸⁶. Le *Trophy* israélien coûte en moyenne 500 000 euros par véhicule, alors même qu'il est l'un des moins chers du marché. L'installer sur un char de combat moderne à 15 millions d'euros peut être rentable. En revanche, la question du rapport coût-efficacité se pose sérieusement pour un *Griffon* à 1,5 million d'euros. D'autant plus que des systèmes plus rustiques comme les grilles anti-RPG qui, si elles n'ont pas une efficacité parfaite, ont en revanche un rapport qualité-prix imbattable. Par ailleurs, le coût de la maintenance des systèmes de protection active est une grande inconnue. On sait que le coût de maintien en condition opérationnelle (MCO) du VAB a doublé avec l'ajout d'un tourelleau télé-opéré⁸⁷.

La dépendance informationnelle de ces nouveaux systèmes crée aussi de nouvelles failles. Plus un véhicule est inséré dans un réseau de capteurs, plus sa signature électronique devient importante, le rendant davantage détectable et vulnérable aux contre-mesures électroniques et aux cyberattaques. Par ailleurs, ces équipements sophistiqués ne sont pas à l'abri de contre-mesures simples et à bas coût, comme le tir d'une volée de projectiles peu onéreux pour saturer les défenses⁸⁸. Des systèmes d'armes intègrent d'ores et déjà des moyens de contourner ce type de protection. C'est le cas du RPG-30 russe qui a un deuxième tube qui tire une roquette-leurre de petit calibre conçue pour qu'un système de protection active l'engage au lieu d'intercepter la charge principale⁸⁹.

Une autre difficulté importante ralentissant la généralisation des systèmes de protection active tient à la difficulté croissante de l'intégration système et mécanique de tous ces équipements sur les véhicules (notamment à cause de leur besoin en énergie électrique), d'autant que le surpoids est généralement placé en hauteur ce qui pose problème pour leur centre de gravité. Ils ne permettent finalement pas, pour le moment, de sortir du cercle vicieux poids/protection : les Marines estiment ainsi qu'installer le *Trophy* sur leurs M1A1 *Abrams* pourrait se traduire par une augmentation de leur masse de 2,5 à 3 tonnes⁹⁰. La cohabitation, souvent sur les tourelles, des systèmes de détection, de protection active, d'observation, de tir, etc. est très complexe à organiser que ce soit au

86. Entretien avec un officier de l'armée de Terre, 24 février 2017.

87. Entretien avec M. Chassillan le 13 janvier 2017.

88. Tactique déjà utilisée par les Tchétchènes contre les Russes en 1994-1996, voir : S. J. A. Edwards, *Unmasked: The Changing Face of Urban Operations*, Santa Monica, CA, RAND Corporation, 2000, p. 29.

89. D. Hambling, « Russia Unveils Abrams Killer Rocket », *Wired*, 28 novembre 2008.

90. A. Feickert, *Army and Marine Corps Active Protection System (APS) Effort*, op. cit., p. 19.

niveau de l'espace ou des interférences possibles. C'est pourquoi seuls des engins conçus dès l'origine avec un système de protection active comme le *Merkava IV* ou le T-14 peuvent l'intégrer de façon optimale⁹¹. Et encore, l'*Afganit* installé sur la tourelle du T-14 *Armata*, pourtant un chef-d'œuvre d'intégration, ne protège réellement que l'arc frontal. Pour les hélicoptères ce manque de place est encore plus criant et, aujourd'hui, l'essentiel des systèmes de protection active installés est constitué de lance-leurres thermiques.

Enfin, l'employabilité et la durabilité de tous ces systèmes de haute technologie pose question. À l'inverse des avions de chasse, les engins blindés ne reviennent pas systématiquement à leur base après leur mission. L'environnement abrasif dans lequel ils évoluent use fortement tout système installé en dehors du blindage⁹². En outre, la question de la confiance que les équipages seront en mesure de placer dans ce système n'est pas à négliger – limitant ainsi les gains en « audace » et en prise de risque que leur installation devrait permettre.

L'idée de remplacer le blindage par de la connaissance parfaite de la situation et/ou de la protection active est donc une erreur. Pour maximiser la survivabilité d'un engin, protection active et protection passive ne peuvent que cohabiter. Ainsi les systèmes de protection active se diffusent. Ils sont opérationnels sur des engins israéliens et russes. La Turquie et la Corée du Sud développent les leurs. La France reste pour le moment en retrait sur le sujet⁹³. La question est de savoir s'il faut chercher à en acquérir à court ou moyen terme ou s'il faut attendre que les systèmes soient plus efficaces, moins risqués pour les fantassins débarqués, moins lourds et d'un coût abordable⁹⁴.

La zone urbaine, l'ultime défi ?

Il est difficile d'affirmer que la zone urbaine est l'environnement le plus létal pour un véhicule blindé. N'est-il pas tout autant, voire davantage vulnérable en terrain ouvert face aux munitions de précision et à l'aviation ? Tout dépend, en réalité, de l'ennemi. Mais la zone urbaine a un effet égalisateur qui permet à des adversaires non étatiques ou à des armées moyennes de défier les armées occidentales. Elle est un défi à la

91. L'US Army recherche aussi cette intégration pour la future version de son char de combat *Abrams* : le M1A2 SEP v4.

92. Entretien avec M. Chassillan le 13 janvier 2017.

93. TDA-Thales développe actuellement, en lien avec la DGA, son propre système de protection active mais son intégration n'est pas encore prévue sur les véhicules du programme *Scorpion*.

94. Autour de 250 000 euros. *Ibid.*

survivabilité des engins blindés, car leur conception est traditionnellement tournée vers le combat en terrain ouvert.

Les difficultés rencontrées en zone urbaine sont à la fois techniques (observation, acquisition et localisation, navigation, délais de réaction et de déclenchement des feux, liaison, etc.) et tactiques (imbrication, identification ami/ennemi, préservation des civils et d'installations, etc.)⁹⁵. Les fonctions de base des engins blindés sont impactées par ce milieu. La mobilité est limitée, ce qui contraint les véhicules à rester sur les axes. Le poids, l'encombrement et la faible manœuvrabilité constituent des handicaps importants dans une zone bâtie. La fonction agression est réduite par les angles morts et les limitations du tir en site positif⁹⁶. Les segments d'intervisibilité sont très restreints et peu de tirs ont lieu à distance maximale d'engagement.

La fonction protection, elle aussi, est mise au défi. Le schéma classique d'un blindage réduit sur le dessus, l'arrière et les côtés pose problème dans la mesure où les menaces sont, plus qu'ailleurs, omnidirectionnelles. Pour les hélicoptères, le vol tactique, meilleur garant de leur protection, est très difficile étant donné le nombre et la hauteur des obstacles. Cela les rend très vulnérables aux missiles, voire aux roquettes, comme l'a montré la perte de deux hélicoptères américains UH-60 *Black Hawk* à Mogadiscio le 3 octobre 1993. Le milieu urbain permet par ailleurs au défenseur d'organiser, de camoufler et de protéger plus facilement ses positions de combat ainsi que de masquer ses déplacements.

Ces constats ajoutés à la montée des guerres asymétriques et la prolifération des technologies militaires dans l'après-guerre froide poussèrent certains à critiquer fortement l'usage des blindés en zone urbaine en mettant notamment en avant l'échec de la force mécanisée composée de deux brigades qui avait été chargée de l'attaque de Grozny par le nord⁹⁷. Entre le 31 décembre 1994 et le 3 janvier 1995 leurs pertes sont massives : la 131^e brigade perd 20 de ses 26 chars (T-72 et T-80), 102 de ses 120 véhicules blindés, la quasi-totalité de ses officiers et 700 à 800 hommes. La 81^e brigade perd quant à elle environ 60 véhicules blindés.

95. *Doctrine d'emploi des forces terrestres en zone urbaine et périurbaine*, EMP 20.421, CDEF, juillet 2012 ; F. Chamaud et P. Santoni, *La ville, ultime champ de bataille : combattre et vaincre en ville*, Paris, Éditions Pierre de Taillac, 2016, p. 11-19.

96. Tir en hauteur. Le site est dit positif car l'angle du canon par rapport au plan horizontal est positif. Les canons des engins blindés ont des débattements limités ce qui peut poser des problèmes pour toucher des cibles en hauteur, par exemple en environnement urbain.

97. L. A. DiMarco, *Concrete Hell: Urban Warfare from Stalingrad to Iraq*, Oxford, Osprey, 2012, p. 157-164 ; « L'enfer de Grozny (1994-2000) », *Cahiers du Retex*, CDEF, 2006 ; T. L. Thomas, « Russian Tactical Lessons Learned Fighting Chechen Separatists », *The Journal of Slavic Military Studies*, vol. 18, n° 4, décembre 2005, p. 731-766.

Cet échec est en particulier le résultat d'embuscades mobiles bien montées par les combattants tchéchènes. Ceux-ci visent dans un premier temps les premier et dernier véhicules d'une colonne afin de congestionner les axes de circulation. Des salves de roquettes sont tirées depuis différentes hauteurs, et ciblent les points faibles des engins (volets des tourelles des chars, moteurs, arrières ou côtés moins blindés, etc.).

Pourtant, dans la mesure où ils sont employés intelligemment, c'est-à-dire combinés avec de l'infanterie débarquée et un appui feu et génie suffisant, les engins blindés demeurent une arme clé du combat en zone urbaine⁹⁸. Dans l'Irak de 2003, des opérations symboliques comme les *Thunder run* dans Bagdad, démontrèrent que, loin d'être des « cercueils mobiles », les blindés étaient toujours une capacité cruciale pour une force terrestre offrant puissance de feu, mobilité et choc⁹⁹.

Finalement, face à ce défi posé par la zone urbaine, une des questions qui se posent est de savoir s'il est nécessaire de disposer de véhicules conçus dès le départ pour l'environnement urbain. Les Israéliens en disposent déjà : chars de combat lourds *Merkava*, bulldozers blindés D9 (très utiles en particulier pour l'abordage, le bréchage ou l'intervention) et « super-VCI » comme l'*Achzarit* (44 tonnes) et surtout le *Namer* (plus de 60 tonnes), développé à partir d'un châssis des *Merkava*. Conçu suite aux leçons de la guerre au Liban en 2006, le *Namer* serait même mieux protégé que le *Merkava IV*, notamment grâce au gain de poids permis par l'absence de tourelle et en renforçant la protection contre les IED. Ces engins permettent de transporter l'infanterie au cœur des combats avec un très haut niveau de protection. Ainsi, lors de la guerre de Gaza de 2014, pas un *Merkava* ou un véhicule *Namer* israélien ne fut détruit par le Hamas qui disposait pourtant d'armements antichars assez sophistiqués, et toucha plusieurs de ces engins avec des *Kornet*. Ce bilan est à mettre au crédit du *Trophy* présent sur les *Merkava IV* – et la différence par rapport à 2006 fit nettement évoluer la perception de l'efficacité des protections actives¹⁰⁰ – mais surtout à celui de l'imposante protection passive des *Merkava*¹⁰¹. Les Russes se sont aussi tournés aussi vers des véhicules plus lourds, comme le BTR-T (39 tonnes) sur châssis de T-55 et le T-15 (48 tonnes)¹⁰², plus lourd

98. K. D. Gott, *Breaking the Mold. Tanks in the Cities*, Fort Leavenworth, KS, Combat Studies Institute Press, 2006.

99. R. Héméz, « Les *Thunder run* et la surprise en combat urbain », blog *Ultima Ratio*, 11 juillet 2016, disponible sur : www.ultimaratio-blog.org.

100. A. Feickert, *Army and Marine Corps Active Protection System (APS) Effort*, op. cit.

101. Sur la lutte antichar pendant cette opération, lire : J. White, « The Combat Performance of Hamas in the Gaza War of 2014 », *CTC Sentinel*, vol. 7, n° 9, septembre 2014, p. 11-12.

102. À partir de 2005, l'armée russe a aussi testé le BMP-T sur châssis de T-72 (47 tonnes) mais il ne semble pas avoir été acquis en nombre.

qu'un T-90A (47 tonnes), qui disposerait du même niveau de protection que le T-14 et serait aussi équipé de l'*Afghanit*.

Toutes les armées ne pourront disposer demain de ce type d'engins. Leur coût est prohibitif (3 millions de dollars environ pour un *Namer* sans protection active), ce qui a d'ailleurs contraint les acquisitions israéliennes. Leur poids et leurs dimensions posent question quant à leur mobilité opérative et stratégique (ce qui n'est pas problématique pour Israël). Une autre voie possible pour accroître la survivabilité des blindés en zone urbaine est d'améliorer des véhicules existants. Des kits spécifiques viennent ainsi répondre au mix de menaces en zone urbaine comme le M1 *Abrams* TUSK (*Tank Urban Survival Kit*) ou le *Leopard 2* PSO, ou encore le kit AZUR du *Leclerc*, que l'armée de Terre française n'a pas acquis mais qui a connu son baptême du feu au Yémen¹⁰³. Présenté au public en 2006, ce dernier intègre tous les éléments jugés essentiels pour la zone urbaine : un dispositif de vision panoramique qui permet d'éviter les angles morts et un système de communication sans fil avec les fantassins débarqués. En ce qui concerne la protection, le châssis reçoit de nouveaux blocs de protection latérale en blindage composite, le plancher est renforcé par une plaque de blindage, le groupe motopropulseur est caparaçonné avec des *slat armor* et des plaques sont installées à l'arrière de la tourelle afin de couvrir ses persiennes de ventilation.

Au-delà de ces aspects technologiques, le combat en zone urbaine donne aussi lieu à des procédés tactiques spécifiques afin d'assurer la survivabilité des véhicules. On pense par exemple à la pratique du « hit and go » où un char, posté à l'angle d'une rue, surgit, tire et se replie dans la foulée. La vitesse d'exécution, clé de la survivabilité, est permise par des indications données par un combattant débarqué pour que le cavalier puisse identifier la cible en une fraction de seconde.

La zone urbaine pose donc la question de l'optimisation de la survivabilité des véhicules pour combattre dans ce milieu. La création *ex-nihilo* d'un engin blindé consacré au combat en zone urbaine est hors de portée budgétaire pour la plupart des armées, et poserait la question de la sur-spécialisation. À l'inverse, partir d'une famille de véhicules existante – faire un *Griffon* ZURB, par exemple – peut sembler pertinent même si la plateforme de base (poids, gabarit, motorisation, etc.) limite grandement les adaptations possibles. Une « modularité structurelle¹⁰⁴ » est

103. M. Chassillan, « Le *Leclerc* Azur pour l'action en zone urbaine », *Raids*, n° 242, juillet 2006. Le kit AZUR a été adopté pour 14 chars de la Garde émirienne.

104. J. Henrotin, « Des armes à tout faire ? Modularité et polyvalence des équipements militaires », *Focus stratégique*, n° 54, Ifri, octobre 2014.

intéressante mais elle serait très complexe au niveau logistique. La solution la plus séduisante semble donc être celle des kits même si elle pose question pour l'entraînement des équipages à leur utilisation.

Le défi des guerres limitées : la survivabilité à quel prix ?

Les opérations de contre-insurrection et de stabilisation posent plus particulièrement la question de l'équilibre entre recherche de survivabilité et contact avec les populations. La sensibilité des sociétés occidentales vis-à-vis de la mort de leurs soldats est prégnante dans ce type de conflit aux enjeux limités et fait de la protection un problème politique. En effet, même si des taux de pertes modestes réguliers semblent assez mieux acceptés que ne l'imaginent les décideurs politiques ou militaires, un changement brutal peut avoir un effet très négatif et difficile à estimer¹⁰⁵. Cette « fragilité stratégique », créée par l'incertitude quant à la tolérance aux pertes de l'opinion publique, pousse souvent les responsables politiques et militaires, à privilégier le maximum de protection. Un tel arbitrage se traduit, au niveau stratégique, par la prééminence des frappes à distance, l'utilisation préférentielle des forces spéciales et de *proxies*, mais aussi, lorsqu'il faut aller au sol, par la recherche d'une survivabilité maximale pour les unités engagées.

Un des symptômes de cet état de fait est la « sur-protection » des hommes et des véhicules qui porte en elle le risque du repli sur soi. Un officier américain décrit ainsi ses missions en Irak dans un *Humvee* blindé comme étant à bord d'un « sous-marin urbain » :

Nous circulons dans une boîte blindée avec des vitres de trois pouces d'épaisseur, observant à travers nos hublots les petits poissons irakiens nageant à l'extérieur. Ils ne peuvent pas nous voir, et nous ne voyons pas d'humains en eux. Nous sommes des étrangers – des *stormtroopers* impériaux avec nos lunettes de soleil de Dark Vador et nos grotesques et lâches protections balistiques individuelles. [...] Les insurgés nous ont fait ce que nous avons dit vouloir leur faire – nous isoler de la population en utilisant les IED, notre penchant pour la technologie et notre peur des pertes humaines.¹⁰⁶

105. D. Kriner, F. X. Shen, « Responding to War on Capitol Hill: Battlefield Casualties, Congressional Response and Public Support for the War in Iraq », *American Journal of Political Science*, vol. 58, n° 1, 2014, p. 157-74; C. Hyde, « Casualty Aversion: Implications for Policy Makers and Senior Military Officers » *Aerospace Power Journal*, vol. 14, n° 2, 2000, p. 17-27.

106. Cité par D. Kilcullen, *The Accidental Guerrilla: Fighting Small Wars in the Midst of a Big One*, Oxford, Oxford University Press, 2009, p. 136.

L'équipage d'un véhicule blindé a souvent du mal à appréhender son environnement du fait de sa vision « en tunnel », et de sa surdité aux bruits de l'extérieur. Le contact avec la population est difficile, alors même qu'il est nécessaire pour établir un climat de confiance, seul à même d'obtenir de précieux renseignements et l'acceptation de la gouvernance locale. La protection est une condition de l'efficacité tactique mais, dans le même temps, elle peut nuire à cette efficacité¹⁰⁷. Le FM 3-24 *Counterinsurgency* souligne ainsi bien ce paradoxe : « Parfois, plus vous protégez vos forces, moins vous êtes en sécurité¹⁰⁸ ».

L'acquisition des MRAP (*Mine Resistant Ambush Protected*¹⁰⁹) est un bon exemple de cette nécessité de protection maximum et des difficultés à concilier survivabilité et efficacité militaire dans les guerres irrégulières. Ils sont d'abord le résultat d'une forte volonté politique de répondre au besoin de protection des soldats en dépassant les lourdeurs bureaucratiques. Les morts et blessés américains causés par les IED sont alors extrêmement nombreux en Irak (sur 537 morts de la coalition en Irak entre le 1^{er} janvier et le 17 septembre 2006, 183, soit 34 %, le sont par IED¹¹⁰). En décembre 2004, 20 % des *Humvees* ne sont toujours pas blindés¹¹¹ et les soldats sont réduits à disposer des sacs de sable sur le plancher de leurs véhicules. L'impulsion vient directement de Robert Gates, alors secrétaire à la défense, qui répète à l'envi que « tout retard d'une seule journée [dans la livraison du MRAP] coûte à un ou plus de nos enfants ses membres ou sa vie¹¹² ». Au final, pas moins de 27 000 MRAP sont acquis par les États-Unis pour un coût estimé de 45 milliards de dollars.

Ces MRAP posent néanmoins question sur le plan de l'efficacité tactique militaire : censés aider la troupe à retrouver de la mobilité en s'affranchissant des contraintes posées par les IED, ils ont initialement, dans ce domaine, des résultats pour le moins décevants. Ni le *Cougar* (15 à 22,7 tonnes), ni le RG-31 (8 tonnes) ni le *Buffalo* (36,3 tonnes) ne peuvent se déplacer en tout-terrain dans la plupart des régions afghanes ou dans les zones irriguées de l'Irak. D'autant plus que le risque de renversement de ces véhicules, compte tenu de leur hauteur, est élevé. Leur volume les rend peu manœuvrables et limite le nombre de routes qui peuvent être

107. V. Desportes, *La guerre probable : penser autrement*, Paris, Economica, 2008, p. 194-197.

108. *Counterinsurgency*, FM 3-24, Headquarters Department of the Army, 2006, p. 26.

109. J. M. Hasik, *MRAP: Marketing Military Innovation*, Austin, TX, The University of Texas at Austin, 2016, et R. M. Gates, *Duty: Memoirs of a Secretary at War*, op. cit., p. 119-126.

110. S. M. Bird et C. B. Fairweather, « Military Fatality Rates (by cause) in Afghanistan and Iraq: A Measure of Hostilities », *International Journal of Epidemiology*, vol. 36, n° 4, 2007, p. 841-846.

111. L. Troshinski, « Army to Up-armor All Humvees in Theater by March, Official Says », *Aerospace Daily & Defense Report*, 16 décembre 2004, p. 1.

112. R. M. Gates, *Duty: Memoirs of a Secretary at War*, op. cit., p. 122.

empruntées, ce qui, paradoxalement, simplifie considérablement la tâche des poseurs d'IED. Pour y remédier, le M-ATV (*MRAP-All Terrain Vehicle*, 15 tonnes), développé à partir des leçons apprises en Irak et déployé à partir de 2010 en Afghanistan a, quant à lui, une meilleure capacité tout-terrain. Le *Joint Tactical Light Vehicle (JTLV)* – remplaçant du *Humvee* – devrait lui aussi marquer un progrès¹¹³. Conçu dès le départ pour avoir une mobilité maximale notamment grâce à son système de suspensions indépendantes, sa protection sous-caisse est la même que celle offerte par le M-ATV pour un poids moindre (6 tonnes). Ce véhicule dispose par ailleurs d'un blindage modulaire qui permet de faire varier son poids en fonction de la menace.

L'efficacité des MRAP dans le domaine de la protection est également débattue¹¹⁴. Les résultats semblent pourtant impressionnants. En mai 2008, les pertes liées aux IED ont réduit de 88 % par rapport à mai 2007 et, selon le Pentagone, ces véhicules auraient sauvé la vie de plus de 40 000 soldats en Irak et en Afghanistan¹¹⁵. À l'époque les causes mises en avant pour expliquer ce recul sont le développement des moyens de surveillance et les MRAP¹¹⁶. Il n'est toutefois pas certain que ces derniers furent si déterminants dans ce retournement – avant tout dû à des dynamiques politiques comme le ralliement des *Sons of Iraq*¹¹⁷.

Cependant, les MRAP apportent deux atouts décisifs symptomatiques de l'importance de la survivabilité dans les guerres limitées. Le premier concerne le moral des soldats. Dans certains cas passés, la perception d'un manque de protection a pu entraîner jusqu'au refus d'aller au combat. En juillet 2014, à Gaza, un M-113 israélien *Zelda* a été touché par un missile du Hamas, tuant 6 soldats. À la suite de cela, le commandement israélien a reconnu les défauts de protection des M-113 mais a aussi annoncé qu'il n'était pas en mesure de fournir la protection maximale (c'est-à-dire des *Namer*) à tous les soldats entrant dans la bande de Gaza. En réaction, une

113. K. Osborn, « Joint Light Tactical Vehicle: The US Army's Mechanized Warfare Warrior », *The National Interest*, 18 août 2016.

114. D. Axe, « The Great MRAP Debate: Are Blast-Resistant Vehicles Worth It? », *Breaking Defense*, 1^{er} octobre 2012.

115. T. V. Brook, « Gates: MRAPs Save 'Thousands' of Troop Lives », *USA Today*, 27 juin 2011.

116. T. V. Brook, « Roadside Bombs Decline in Iraq » *USA Today*, 22 juin 2008.

117. Une étude démontrerait que les MRAP ne saueraient pas plus de vies que des véhicules moyennement blindés trois fois moins chers. L'erreur d'évaluation du Pentagone viendrait de la non-prise en compte des attaques où des MRAP étaient impliqués sans victimes, supposant ainsi que les mêmes attaques auraient forcément fait au moins une victime si les véhicules impliqués avaient été moyennement blindés. Lire C. Rohlf et R. Sullivan, « The Cost-Effectiveness Of Armored Tactical Wheeled Vehicles For Overseas Us Army Operations », *Defence And Peace Economics*, vol. 24, n° 4, 2013, p. 293-316.

trentaine de réservistes ont refusé d'y opérer en M-113¹¹⁸. Le deuxième avantage est d'ordre communicationnel et concerne le soutien de la population américaine vis-à-vis des guerres en Irak et en Afghanistan que les MRAP contribuèrent à entretenir en montrant à la population que tout était fait pour protéger leurs soldats.

L'importance de la protection dans les guerres limitées a provoqué une évolution du concept de survivabilité, jugé par certains trop conventionnel, c'est-à-dire centré sur la menace (*enemy-centric*¹¹⁹). L'évolution des conflits asymétriques, et le nouveau rôle des IED en particulier, amènerait à adopter une démarche inverse centrée sur l'équipage, pour aller vers l'extérieur. C'est tout l'enjeu de l'*Army Force Protection Occupant-Centric Platform*, un programme de l'US Army dont le but est de repenser le design d'un véhicule blindé en se focalisant en priorité sur la protection des occupants¹²⁰.

L'hélicoptère est le « cheval de trait » de la contre-insurrection¹²¹. Il permet d'intervenir sur l'ensemble d'un théâtre, de s'affranchir des contraintes du terrain et de la menace des IED et joue un rôle essentiel pour la logistique. Il est toutefois tout sauf invulnérable. L'armée américaine a perdu 5 086 hélicoptères au Vietnam sur environ 12 000 déployés¹²². De même, de septembre 1986 à janvier 1989, les Soviétiques auraient perdu environ 89 hélicoptères Mi-8 et Mi-24¹²³. La vulnérabilité des hélicoptères existe aussi au sol, comme le prouve l'attaque de l'État islamique contre la base syro-russe T4, près de Palmyre, qui aurait causé la destruction de 4 Mi-8. Leur emploi fait donc aussi l'objet d'arbitrages permanents, d'autant plus que la perte d'un hélicoptère est aujourd'hui très négative pour la communication stratégique. Ainsi pour les Russes en Syrie, le choix de l'altitude de vol repose avant tout sur la recherche du « meilleur compromis risque/emploi des armes¹²⁴ » et les séquences d'attaque au sol semblent être systématiquement précédées de leurs.

118. A. Sterman, « Soldiers refuse to board obsolete, unprotected APC », *The Times of Israel*, 23 juillet 2014.

119. C. Williams, « Soldier First... A New Paradigm in Ground Vehicle Design with an Emphasis on Survivability », *Aircraft Survivability Journal*, printemps 2013, p. 14-16.

120. Via notamment l'utilisation de matériaux absorbants, d'airbags, de sièges innovants, etc. « Occupant Centric Platform: Designing Safety Around the Soldier », *US Army*, 19 août 2014.

121. É. de Durand, B. Michel, et É. Tenenbaum, « La guerre des hélicoptères. L'avenir de l'aéromobilité et de l'aérocombat », *Focus stratégique*, n° 32, Ifri, juin 2011, p. 49-52.

122. G. Roush, *Helicopter Losses During the Vietnam War*, disponible sur : www.vhpa.org.

123. P. Sidos, *La guerre soviétique en Afghanistan*, op. cit., p. 281.

124. Commandant Pierron, « Étude sur l'emploi des hélicoptères par les forces armées russes en Syrie », *Cahiers du Retex*, CDEC, 2016.

La technologie est donc centrale au renforcement de la survivabilité. Néanmoins, elle n'est pas suffisante en tant que telle, et peut même introduire de nouveaux dilemmes tactiques, voire stratégiques. D'où la nécessité de compléter l'éventail des options technologiques par l'intégration interarmes et des actions tactiques centrées sur la manœuvre.

Survivabilité et manœuvre

Le rôle de la technologie afin d'assurer la survivabilité ne se limite pas au renforcement de la protection, passive ou active, du véhicule. Elle a également un rôle important à jouer pour renouveler la manœuvre. C'est en effet cette dernière, alliée à l'intégration interarmes et interarmées qui permettra, demain comme aujourd'hui, d'assurer une survivabilité optimale à nos forces engagées sur le champ de bataille.

Progrès technologiques et manœuvre

Certaines évolutions technologiques peuvent nous autoriser à repenser la manœuvre afin d'améliorer la survivabilité sur le champ de bataille. C'est le cas, en particulier de la robotique et de son emploi tactique qui, même si les résultats sont pour le moment décevants¹²⁵, constituera sans doute une évolution majeure à l'avenir. Les robots sont déjà très largement présents sur le champ de bataille. En 2001, l'US Army n'en avait quasiment aucun usage, mais dès 2006 elle les employait dans plus de 30 000 missions par an¹²⁶. En France, depuis 2007, les DROGEN et MINIROGEN équipent le génie français et les spécialistes EOD détiennent depuis longtemps des robots de déminage. Pour l'armée de Terre, la « robotisation du contact » répond à un triple objectif : accroître les capacités du combattant (capteurs, etc.), permettre l'automatisation de tâches répétitives et fastidieuses (logistique en particulier) et « améliorer la protection du soldat en réduisant son exposition aux dangers du champ de bataille¹²⁷ ». Le but est bien ici de préserver le potentiel de combat du soldat et des équipements et donc d'accroître la survivabilité des unités.

Ce résultat peut être obtenu en exposant prioritairement des engins non habités pour les missions où le risque de pertes humaines apparaît le plus élevé. Cela se fait depuis de nombreuses années *via* la télé-opération comme avec les robots utilisés par les équipes de démineurs¹²⁸ ou avec les

125. P. Langlois, « Robotique terrestre. Le grand désenchantement ? », *DSI*, n° 111, février 2015, p. 98-102.

126. P. W. Singer, *Wired for War*, New York, NY, Penguin, 2009, p. 217.

127. E. Ozanne, « La robotisation du groupement tactique interarmes » in D. Danet, J.-P. Hanon, G. Boisboissel (dir.), *La guerre robotisée* [actes des journées internationales], 9-11 novembre 2011], Paris, Economica, 2012, p. 304-312.

128. Le premier robot de ce type, le *Packbot*, a été commercialisé à partir de 1998 par la société américaine IRobot.

AMX30 B2 DT, chars télécommandés prévus pour les opérations de bréchage particulièrement exposées au feu ennemi. Cette même fonction pourrait aussi être assurée par des systèmes de type « pantin », c'est-à-dire des kits que l'on pourrait installer dans des véhicules afin de pouvoir les télé-opérer occasionnellement. Cette fonctionnalité semble être introduite d'emblée dans les engins russes de la famille *Armata*. Elle est aussi envisagée dans le cadre du programme *Scorpion*¹²⁹. Ces véhicules de combat télé-opérés pourraient remplir des missions de renseignement de contact, d'escorte de convoi, de ravitaillement de l'avant ou encore d'aménagement de terrain. Dans le domaine logistique, tout ou partie des véhicules d'un convoi pourrait être remplacé par des véhicules au moins partiellement autonomes, réduisant ainsi significativement le risque de pertes¹³⁰. L'aménagement du terrain et, à moyen terme, la construction de positions avancées – une opération qui rend les troupes très vulnérables – pourraient également se faire avec des engins disposant d'un fort niveau d'autonomie, alors que les sapeurs resteraient sous blindage et à distance. Des systèmes de travaux autonomes sont déjà utilisés, en particulier dans le secteur minier¹³¹ et de nombreux programmes de recherche civils vont d'ores et déjà dans ce sens.

Une autre façon d'accroître la survivabilité serait de différencier un cœur constitué des engins les plus sophistiqués (et habités) dédié à l'action décisive, d'une couche extérieure formée d'un essaim de véhicules « accompagnateurs » qui l'entourerait, le protégerait et l'aiderait à s'engager au combat. Pour cette couche extérieure, on accepterait des pertes car elle serait constituée d'engins nombreux au coût relativement abordable. Cela renvoie au modèle du « vaisseau-mère¹³² », où un engin contrôle un réseau de drones et dispose donc de capteurs voire de capacités d'agression déportées, mais où la décision reste centralisée. Les « points de vue » et les méthodes de recueil du renseignement (visuel, sismique, électromagnétique, etc.) seraient multipliés. Avec cette configuration, le délicat moment de la prise de contact pourrait être le fait des robots¹³³, la délimitation du dispositif ennemi en serait facilitée et la manœuvre considérablement accélérée.

129. E. Moline et A. Ramey, « La robotique terrestre sur le champ de bataille », *Revue des ingénieurs de l'armement*, n° 109, juin 2016, p. 62-63.

130. L'US Army estime en effet qu'en Irak, entre 2003 et 2007, 3 000 soldats ont été tués ou blessés dans des convois de ravitaillement en essence, soit 1/8^e des pertes totales. Lire : *Sustain the Mission Project: Casualty Factors for Fuel and Water Resupply Convoys*, Final technical report, septembre 2009, p. A-1.

131. « Mine of the Future », Rio Tinto, disponible sur : www.riotinto.com.

132. P. W. Singer, *Wired for War*, op. cit., p. 224-236.

133. Entre 2003 et 2007, 60 % des pertes américaines étaient le fait du premier contact avec l'ennemi. Lire : C. Coker, *Future War*, Cambridge, Polity Press, 2015, p. 88.

Sans aller jusqu'à l'essaim, l'idée d'un tandem drone(s)/engin habité peut déjà faire progresser la survivabilité, le robot venant compléter les points faibles du véhicule habité. L'US Army développe actuellement un prototype de char *Abrams* capable de contrôler des robots ou des drones équipiers¹³⁴. CMI Defence, en coopération avec Thales, a conçu l'appariement d'un drone *Spy'Ranger* et d'une tourelle *Cockerill 3105 HP* en intégrant notamment les commandes du drone et son retour vidéo au système numérisé de la tourelle permettant ainsi d'améliorer la connaissance situationnelle de l'équipage et de réaliser des tirs au-delà de la vue directe précis¹³⁵. La Russie a pour sa part développé l'*Uran 9*, qui est peut-être pour le moment l'UCGV (*Unmanned Combat Ground Vehicle*) le plus abouti : équipé de brouilleurs IED, d'une mitrailleuse de 7,62 millimètres et d'un canon de 30 millimètres et pouvant embarquer jusqu'à quatre missiles antichars 9M120 *Ataka* (AT-9 *Spiral-2*) et six *manpads* de type *Strela* (SA-7) ou *Igla* (SA-18), il pourrait jouer ce rôle « d'aïlier » au côté des T-14¹³⁶. Le tandem drone-hélicoptère est aussi exploré, et voit le premier agir comme une extension du second en vue de détecter ou de frapper les éventuelles menaces. L'AH-64D Block III intègre cette compétence et les prémices de ce type de combat sont déjà apparues avec l'utilisation *Apache/Shadow* et *Gray Eagle* en Irak¹³⁷.

Les robots peuvent de plus permettre de repenser les opérations de déception, avec, par exemple, une nouvelle génération de leurres. L'entreprise israélienne *General Robotics* s'est ainsi engagée depuis 2012 dans le projet *Hyena* : il s'agit de plateformes semi-autonomes légères reproduisant les signatures sonores, radar et thermiques de véhicules blindés¹³⁸. Un emploi tactique intéressant de ces leurres pourrait consister à les employer aux côtés de vraies unités blindées afin de divertir au moins une partie des feux et de tester le dispositif ennemi. Des manœuvres plus complexes consisteraient à les utiliser pour attirer l'ennemi dans une fausse direction ou le forcer à se découvrir. Les leurres joueraient ainsi le rôle principal dans une manœuvre de déception et permettraient de concentrer les forces sur la manœuvre décisive.

134. K. Osborn, « Army Abrams Tanks to Control Robotic Attack Drones », *Scout Warrior*, 21 janvier 2017.

135. « CMI Defence Introduces the World's First UAV Integration in a Combat Turret », CMI, 16 juin 2016, disponible sur : www.cmigroupe.com.

136. G. Paris, « Présentation de l'*Uran 9* », *Revue Cavalerie*, juin 2016.

137. É. de Durand, B. Michel, et É. Tenenbaum, « La guerre des hélicoptères », *op. cit.*, p. 52 ; P. Tucker, « Drone-Helicopter Teams Performing "Very Well" Against ISIS », *Defense One*, 6 juin 2016.

138. B. Opall-Rome, « Israeli Firm Revives Old Concept with Advanced Robotics », *Defense News*, 3 octobre 2016.

Au-delà de la question de la robotisation, c'est celle de l'intelligence artificielle ou de l'autonomie qui se pose. L'évolution technologique majeure à venir dans le domaine de la survivabilité semble bien être la mise en réseau « intelligente » de l'armement, des capteurs et des systèmes de protection d'un véhicule afin de permettre des réactions partiellement automatisées. L'étape suivante est que cette mise en réseau s'étende à tous les véhicules d'une unité donnée, y compris d'éventuels drones¹³⁹. C'est alors la possibilité du combat collaboratif qui se concrétiserait – à savoir l'optimisation en « temps réflexe » de l'appui mutuel entre plusieurs pions tactiques. Ses capacités seront normalement pleinement exploitées dans l'étape 2 du programme *Scorpion*, soit à partir de 2023. Des réactions d'autoprotection immédiates seraient par exemple possibles : un véhicule A détectant un départ de missile pourra prévenir automatiquement un véhicule B visé par ce tir tandis qu'un véhicule C, mieux placé, ripostera vers la position de départ du tir. Cette piste d'évolution, dont les conséquences sont encore inconnues est particulièrement intéressante car elle réconcilie technologie et tactique à des fins de survivabilité.

Manœuvre et intégration interarmes : l'essence même de la survivabilité

La survivabilité ne peut être optimisée que par l'action interarmes en tant que « combinaison des fonctions opérationnelles, composantes ou armes, pour démultiplier l'efficacité de la manœuvre d'ensemble¹⁴⁰ ». D'ailleurs certains incluent cette fonction dans leur définition du combat interarmes : « l'idée de base selon laquelle différentes armes et systèmes d'armes doivent être utilisés de concert afin de maximiser la survivabilité et l'efficacité au combat des autres¹⁴¹ ». Concrètement, par exemple, la vulnérabilité des convois en Afghanistan face au risque IED était compensée par l'action d'ouverture d'itinéraire des sapeurs et plus spécifiquement par la mise en œuvre d'une unité dédiée à cette mission et équipée de moyens adaptés comme le détachement d'ouverture d'itinéraire piégé (DOIP)¹⁴² – ce dernier ne pouvant à son tour remplir sa mission qu'en étant protégé par une unité de mêlée et éventuellement par des capacités ISR surveillant les alentours.

139. S. W. Miller, « Future Directions for Armoured Fighting Vehicles », *Military Technology*, février 2017, p. 40-44.

140. *Les fondamentaux de la manœuvre interarmes*, FT-04, CDEF, 2011.

141. J. M. House, *Combined Arms Warfare in the Twentieth Century*, Lawrence, KS, University Press of Kansas, 2001, p. 4.

142. C. Lafaye, *L'armée française en Afghanistan : le génie au combat (2001-2012) : à l'origine des opérations de contre-insurrection du XXI^e siècle*, Paris, CNRS, 2016, p. 194.

L'idée n'a rien de neuf, cependant le besoin de combat interarmes a pris de l'importance à mesure que la puissance de feu s'est accrue sur le champ de bataille et que le niveau d'intégration s'est abaissé¹⁴³. Pour qu'elle ne se limite pas à une simple déconfliction, cette mise en synergie de capacités diverses impose notamment de les regrouper sous un commandement unique. Aujourd'hui, la diversification et la spécialisation de plus en plus importante des systèmes d'armes, la gestion de plus en plus complexe de la troisième dimension ainsi que des informations de plus en plus volumineuses résultant de la numérisation ont rendu extrêmement complexe le commandement et la coordination d'une force¹⁴⁴. L'inflation des grandes structures de commandement en est le symptôme. Pour faire face à cette complexité se pose la question de l'organisation interarmes, c'est-à-dire de la distribution des moyens au sein des unités afin d'abaisser encore le niveau d'intégration interarmes.

Pour être la plus efficace possible, l'intégration interarmes doit présenter un panel de capacités variées. Bien que cette variété ait été au cœur du processus d'interarmisation qu'ont connu les armées au vingtième siècle, elle ne va plus de soi pour des armées qui ont subi trente années de réformes et de coupes budgétaires. Ainsi, à titre d'exemple, la capacité de défense sol-air est particulièrement critique dans l'intégration interarmes à l'heure de la fin annoncée de la suprématie aérienne occidentale et de la prolifération des drones¹⁴⁵. Or, la situation de ces moyens est aujourd'hui préoccupante dans l'armée de Terre. À la fin des années 1980, elle disposait de missiles *Hawk*, *Roland* et *Mistral* mais aussi de canons de moyen calibre destinés à l'autodéfense des unités¹⁴⁶. Les réformes engagées en 1996 ont profondément amoindri cette capacité. Les *Roland*, moyens sol-air dynamiques de l'armée de Terre, ont été retirés du service en 2007 et les *Hawk* en 2012. L'arrivée du SAMP/T s'est accompagnée d'un partage de capacités entre les armées de Terre et de l'Air avec, pour la première, la très courte portée (*Mistral 3*, canons de 20 millimètres, radars NC1 30 et NC1 40 et systèmes tactiques de CI3D) et pour la seconde, la courte et moyenne portée (*Crotale NG* et SAMP/T). Au final, le manque de capacités de défense sol-air pour la manœuvre d'un GTIA est manifeste. Le *Crotale NG* est un système peu mobile qui répond avant tout aux besoins de

143. Elle se fait aujourd'hui jusqu'au niveau du SGTIA. J. M. House, *Combined Arms Warfare in the Twentieth Century*, *op. cit.*

144. B. Durieux, « La manœuvre future » in C. Malis (dir.), *Guerre et manœuvre : héritages et renouveau*, Paris, Economica, 2009, p. 253-263.

145. Les drones de types HALE, MALE et tactiques peuvent être neutralisés avec des canons ou des missiles, cette lutte rentre donc dans la catégorie de la défense surface-air au sens classique. Voir *Étude exploratoire sur la lutte anti-drones*, RFT DSA 3.2, École d'artillerie, juin 2016.

146. « Un siècle d'histoire de la défense sol-air », disponible sur : <http://basart.artillerie.asso.fr/>.

défense de points sensibles. Surtout, même si l'armée de l'Air s'est engagée à mettre en permanence à la disposition de l'armée de Terre deux de ses cinq escadrons SAMP/T *Mamba*, leur intégration dans une manœuvre terrestre est loin d'être évidente. Ne reste donc en propre à l'armée de Terre qu'une défense sol-air très courte portée réduite à 10 batteries *Mistral*. Ce système présente par ailleurs d'importantes faiblesses – mobilité limitée en tout-chemin et manque de protection – qui remettent en question sa propre survivabilité. Il y a donc un manque criant de capacités sol-air de défense d'accompagnement capables de s'intégrer dans une manœuvre blindée très mobile, telle qu'envisagée pour *Scorpion*, mais aussi, plus généralement de capacités de défense sol-air basse couche (SABC) pour la lutte contre les « nouvelles » menaces aériennes telles que les drones ou les munitions rôdeuses qui exigent des équipements adaptés (canons anti-aériens, brouilleurs, lasers, etc.)¹⁴⁷. L'US Army a par exemple acquis un système de lutte anti-drone comprenant un radar, une caméra et un système de guerre électronique pour l'intégrer sur certains de ses véhicules.

Une des formes les plus abouties du combat interarmes est la manœuvre¹⁴⁸. Face à l'accroissement de la létalité, ni le retranchement ni la technologie ne peuvent assurer une survivabilité optimale¹⁴⁹. Celle-ci repose d'abord sur la dispersion des combattants et véhicules, qui s'est progressivement accrue au fil des siècles¹⁵⁰. Aujourd'hui, la technologie et en particulier la numérisation permettent d'envisager d'aller plus loin encore, tout en conservant une capacité à réaliser une manœuvre qui serait, de fait, plus « respirante ».

En mode offensif, les réflexions sur la manœuvre interarmes future tournent beaucoup autour de schémas non-linéaires tels que le *swarming*, que l'on peut définir de la façon suivante :

Le regroupement rapide [et] sur un objectif d'unités de taille et de nature différentes, qui pénètrent dans les trois dimensions et par des voies d'accès divergentes, avant de se disperser tout aussi rapidement une fois leur mission effectuée¹⁵¹.

147. Échange de mails avec un officier de l'École d'artillerie, janvier 2017.

148. Pour une introduction au concept de manœuvre lire M. Yakovleff, « Le concept de manœuvre » in C. Malis (dir.), *Guerre et manœuvre : héritages et renouveau*, op. cit., p. 7-22.

149. S. D. Biddle, *Military Power: Explaining Victory and Defeat in Modern Battle*, Princeton, Princeton University Press, 2004, p. 30-35.

150. T. N. Dupuy, *The Evolution of Weapons and Warfare*, op. cit., p. 312.

151. J. Henrotin, « Essaim (tactique de l') » in D. Danet, R. Doare et C. Malis (dir.), *L'action militaire terrestre de A... à... Z*, op. cit., p. 147-154.

Complexes à mettre en œuvre, et requérant pour réussir des unités très mobiles, une supériorité informationnelle et des capacités de tir à distance¹⁵², ces méthodes sont aujourd'hui envisageables grâce à des moyens de communication de type MANET (*Mobile Ad Hoc Network*), réseaux sans infrastructure s'adaptant dynamiquement au trafic. Ces méthodes exigent cependant des unités légères et mobiles, à l'exact opposé de notre vision actuelle de la survivabilité.

La surprise joue aussi un rôle majeur pour la survivabilité en mode offensif. Principe visant à « déstabiliser l'adversaire, à le tromper et à ébranler sa cohésion par des actions rapides, secrètes, en vue d'obtenir des effets sans commune mesure avec l'effort consenti¹⁵³ », la surprise neutralise temporairement la capacité de l'adversaire de se défendre, et est à ce titre un accélérateur de succès :

Le point d'interrogation brutal saisit l'homme le mieux trempé, écrase sa volonté et arrête jusqu'à sa réflexion. [...] L'homme surpris ébauche mal un geste de défense : diminué dans sa volonté, il subit la loi de l'assaillant.¹⁵⁴

Un taux de pertes au combat très favorable est une des conséquences les plus remarquables de l'obtention d'un effet de surprise. Selon l'historien militaire américain Barton Whaley, le taux de pertes au combat est de 1 pour 1 s'il n'y a pas d'effet de surprise et de 1 pour 5 en faveur de l'attaquant s'il y a effet de surprise¹⁵⁵. Par ailleurs, l'effet de surprise tend à diminuer les pertes de l'attaquant, tant dans le combat terrestre que dans l'aérocombat. À l'inverse, l'absence de surprise et d'intégration interarmes affecte directement les taux de pertes subis. L'échec de l'opération de Kerbala est à ce titre très instructif¹⁵⁶ : le 23 mars 2003, lors de la phase initiale de l'opération Iraqi Freedom, le 11^e régiment d'hélicoptères d'attaque américain lance un raid dans la profondeur, d'un volume de deux bataillons d'hélicoptères, contre la division *Medina* de la Garde républicaine irakienne. C'est un échec retentissant : sur 30 *Apache*, 1 seul atteint la zone d'objectif mais doit se replier et 29 autres sont durement endommagés. L'effet de surprise avait été raté, les défenseurs irakiens ayant été prévenus suite au survol de positions qui se trouvaient en avant

152. S. J. A. Edwards, *Swarming and the Future of Warfare*, Santa Monica, CA, RAND Corporation, 2005, p. 88-89.

153. *Glossaire français/anglais de l'armée de Terre*, op. cit., p. 462.

154. Lieutenant-colonel Giroult, *La surprise (méthodes et procédés pour la réaliser)*, Paris, École supérieure de guerre, janvier 1954, p. 179.

155. B. Whaley, *Stratagem: Deception and Surprise in War*, Boston, MA, Artech House, 2007, p. 101-104.

156. A. H. Cordesman, *The Iraq War: Strategy, Tactics, and Military Lessons*, Westport, CT, Praeger, 2003, p. 318-333.

de la division ciblée. L'intégration interarmes avait par ailleurs été négligée, en particulier en ce qui concerne les appuis provenant du sol.

En posture défensive, le retour d'un niveau de létalité s'approchant de celui imaginé pendant la guerre froide doit, là aussi, nous pousser à renouveler notre réflexion. Il est notamment nécessaire de remettre l'accent sur les travaux de protection : la construction d'abris et de dépôts d'armes et de munitions durcis, de même que d'embossements de véhicules, de tranchées-abris ou encore de postes de commandement enterrés, que ce soit dans le cadre d'un stationnement de courte durée ou pour des opérations défensives planifiées. Cela concerne bien entendu les sapeurs mais aussi des combattants de toutes les armes qui doivent « réapprendre » à utiliser pelle et pioche afin de s'enterrer pour se protéger des effets des armes et en particulier des tirs d'artillerie utilisant des fusées de proximité et des sous-munitions. La question se pose aussi en ce qui concerne la survivabilité des postes de commandement tactiques qui offrent une signature électronique de plus en plus importante et sont de moins en moins mobiles, donc très vulnérables à des frappes à distance.

Enfin, l'heure est peut-être venue de relire des « penseurs alternatifs » de la guerre froide. Les idées exprimées par Guy Brossollet¹⁵⁷, dans le cadre du débat sur la « défense non offensive » par exemple, montrent aujourd'hui une certaine pertinence. Brossollet proposait ainsi de mettre en place « un système de force capable d'absorber, au sens physique, la puissance d'une poussée soviétique, sans pour autant – de par sa dispersion – offrir de prise à son artillerie, ses frappes chimiques ou nucléaires¹⁵⁸ ». Ce système prendrait la forme d'une organisation élastique composée de 2 500 « modules terrestres de défense » d'une quinzaine d'hommes dotés d'armements collectifs (missiles anti-chars, mines à effet dirigé, mitrailleuses, mortier, etc.). Chaque module disposerait d'une liberté d'action totale dans une « zone d'opération » d'une vingtaine de kilomètres carrés. À ces fantassins, s'ajouteraient 200 « modules aéromobiles de destruction » composés de deux hélicoptères d'attaque et d'un hélicoptère de reconnaissance, en mesure de participer à la destruction de concentrations de blindés adverses. Des « modules lourds » blindés serviraient, quant à eux, de force de réaction pour pouvoir mener des contre-attaques dans des compartiments de terrain favorables. Enfin, 150 « modules de liaison » assureraient la cohérence de l'ensemble. Cette

157. G. Brossollet, *Essai sur la non-bataille*, Paris, Belin, 1975.

158. J. Henrotin, *Techno-guérilla et guerre hybride*, op. cit., p. 69.

« guérilla scientifique » n'est pas exempte de critiques¹⁵⁹. La possibilité de concentrer les équipes antichars en masse suffisante, au bon endroit et au bon moment, est discutable et la capacité psychologique de petites équipes à encaisser le choc est difficile à estimer.

Aujourd'hui, la contestation de la puissance militaire occidentale et la révolution « robonumérique¹⁶⁰ » entraînent de nombreuses réflexions visant à pouvoir survivre et combattre sur un champ de bataille de plus en plus létal¹⁶¹. Reste à concrétiser ces réflexions pour renouveler la doctrine tactique. Les expérimentations autour de l'arrivée du programme *Scorpion* seront une occasion unique pour l'armée de Terre française d'y parvenir.

De l'interarmées à l'intégration cyber : les clés de la survivabilité de demain

Pour optimiser la survivabilité d'une unité, au-delà de l'intégration interarmes, l'intégration interarmées est cruciale. C'est tout particulièrement le cas pour des opérations d'entrée en premier, où, dans un environnement non permissif et avant de faire intervenir une force terrestre, il est par exemple nécessaire de neutraliser les capacités de frappe longue portée de l'adversaire ainsi que ses défenses anti-aériennes¹⁶². Face à la complexification de l'environnement opérationnel, la survivabilité ne peut en outre se limiter aux trois milieux « classiques » du combat interarmées : air, terre et mer. Il faut y ajouter « les nouvelles frontières du combat » que sont l'espace et le cyberspace¹⁶³.

La dimension spatiale est omniprésente dans nos opérations. Nous en sommes particulièrement dépendants pour les télécommunications, la navigation (GPS), l'ISR, la météorologie, etc. Or, les menaces pesant sur les systèmes satellitaires sont multiples. Les grandes puissances peuvent disposer de missiles antisatellites ou de « microsattelites parasites » comme le chinois *Shiyan 7* ou le russe *Kosmos 2499* et, possiblement, à l'horizon 2030, d'une capacité d'aveuglement ou de destruction par laser aéroporté¹⁶⁴. Des moyens à la portée d'entités plus nombreuses peuvent

159. Pour des critiques de ce modèle, lire R. Peters, « Lessons from Lebanon », *Armed Forces Journal*, octobre 2006 ou la recension de l'ouvrage de G. Brossollet par J. Klein, *Politique étrangère*, vol. 40, n° 5, 1975, p. 560-563.

160. C. Malis (dir.), *Guerre et stratégie au XXI^e siècle*, op. cit., p. 206-211.

161. Pour une idée de ces réflexions au sein de l'armée de Terre française, lire « Les évolutions de la tactique », *Lettre de la doctrine*, n° 5, CDEC, janvier 2017.

162. C. Brustlein, « L'entrée en premier et l'avenir de l'autonomie stratégique », *Focus stratégique*, n° 70, Ifri, novembre 2016.

163. C. Malis (dir.), *Guerre et stratégie au XXI^e siècle*, op. cit., p. 154 et suivantes.

164. C. Coker, *Future War*, op. cit., p. 97.

être mis en œuvre, comme le brouillage des télécommunications, l'aveuglement des systèmes en utilisant des lasers tirés depuis le sol, ou encore les frappes sur les stations au sol. Se pose aussi la question de la survivabilité des moyens non spatiaux face à des capacités d'agression directe ou capables de brouiller le signal GPS ou les liaisons de données.

En ce qui concerne le cyberspace, le fait que toutes les armées occidentales aient mené des programmes de numérisation en fait logiquement un vecteur d'attaque privilégié. L'armée de Terre estime ainsi que le véritable gain en efficacité tactique avec l'arrivée de *Scorpion* sera lié à son système d'information et de communication (SICS). À l'avenir, la première phase de la manœuvre pourrait être une guerre de l'information visant à détruire les systèmes de communication ennemis et à protéger les siens¹⁶⁵. Certes, le coût d'entrée pour pouvoir menacer des systèmes d'information et de communication tactiques est pour l'heure élevé et réservé aux armées les plus avancées. Mais le retour des « menaces de la force » interdit d'exclure des scénarios face à des adversaires avancés, et impose par là même de prendre en compte le risque d'aveuglement tactique auquel s'exposerait une armée numérisée face à des moyens de guerre électronique et des « hackers tactiques ».

De la même façon qu'aucun engin n'est invulnérable aux menaces cinétiques, aucun système d'arme n'est invulnérable aux cyberattaques, dont les effets sur l'unité ciblée pourraient être systémiques, dépassant le seul domaine informationnel. La survivabilité imposera donc de disposer de réseaux durcis et les plus protégés possible, et d'être équipé de systèmes de détection efficaces et résilients afin de pouvoir réparer d'éventuels dommages au plus vite. Une force numérisée qui s'engagerait au combat sans une « ombrelle » cyber face à un ennemi équipé de cyberarmes aurait à subir des pertes importantes, à l'image, d'ailleurs, d'une armée s'engageant face à un ennemi disposant de la supériorité aérienne.

L'importance croissante du spectre électromagnétique et de la dimension spatiale pose ainsi la question de l'intégration de la dimension cyber dans les opérations. Pour le moment, les exemples d'utilisation tactique du cyber sont peu nombreux, tout au moins dans le domaine public. L'opération Orchard, menée par les Israéliens en 2007, illustre toutefois la façon dont le domaine cyber peut être exploité pour renforcer la survivabilité d'un raid aérien. À cette occasion, des chasseurs israéliens F-15 et F-16, non furtifs, sont parvenus à pénétrer profondément dans l'espace aérien syrien pour détruire une installation suspectée d'abriter un réacteur nucléaire plutonigène, sans susciter de réaction des systèmes

165. G. Hubin, *Perspectives tactiques*, Paris, Economica, 2000, p. 82-85.

syriens de défense aérienne avancés. Le dysfonctionnement des systèmes défensifs syriens semble ainsi avoir résulté d'une cyberattaque menée par l'unité 8200 en utilisant un programme baptisé *Suter* capable de rendre inopérant la liaison de données entre le radar et son moniteur¹⁶⁶. Cette attaque combinée, mêlant vraisemblablement frappes aériennes, guerre électronique, forces spéciales et cyberarmes¹⁶⁷, renvoie ainsi à la nécessité de penser une « manœuvre électronique intégrée » comme facteur de survivabilité future¹⁶⁸.

Repenser le combat interarmées¹⁶⁹, en y intégrant mieux le cyber et le spatial, est une nécessité. Alors que ces effets étaient pour le moment essentiellement envisagés aux niveaux stratégiques et opératifs, la question de l'intégration du cyber à l'échelon tactique (jusqu'au niveau brigade) se pose¹⁷⁰. Des « équipes cyber » intégrées dans la manœuvre pourraient aider à reconnaître l'environnement électromagnétique de l'adversaire, mener des actions cyber-offensives et participer à la protection des systèmes critiques amis.

L'inventivité tactique alliée à la technologie, et en particulier la robotique, peut nous permettre de repenser la manœuvre afin d'accroître la survivabilité. Les intégrations interarmes et interarmées (en particulier dans le domaine cyber) sont aussi des facteurs clés pour la survivabilité car elles permettent aux armes et aux fonctions de compenser mutuellement leurs faiblesses et leurs vulnérabilités.

166. F. M. Kaplan, *Dark territory: The Secret History of Cyber War*, New York, Simon & Schuster, 2016, p. 160-161.

167. D. Betz, *Carnage and Connectivity: Landmarks in the Decline of Conventional Military Power*, Oxford, Oxford University Press, 2015, p. 148-149.

168. C. Malis (dir.), *Guerre et stratégie au XXI^e siècle*, op. cit., p. 166.

169. C'est l'enjeu des réflexions américaines autour du concept de *multi-domain battle*. Sur ce sujet, lire : G. Boutherein, « Un nouveau phénomène conceptuel *made in USA* : le combat multidomaine », *DSI*, n° 127, janvier-février 2017, p.64-69.

170. L'US Army a lancé dans ce sens l'initiative « Cyber Support to Corps and Below ». Lire M. Pomerleau, « Services Integrating Cyber and Traditional Military Forces », C4ISRNet, 30 septembre 2016, disponible sur : www.c4isrnet.com.

Conclusion

Les défis et les perspectives technologiques et tactiques décrits dans cette étude amènent finalement à formuler quelques recommandations à destination des forces armées françaises, et plus particulièrement de l'armée de Terre, au regard de la survivabilité. Celles-ci s'appliquent tant au champ de la doctrine, qu'à celui du commandement, de la tactique et des axes de développements capacitaires.

La technologie ne pourra à elle seule permettre d'éviter les différents écueils en matière de survivabilité. Avant de s'engager dans de coûteux programmes, il convient de prendre acte d'un certain nombre de développements dans le domaine de la doctrine et de la réflexion tactique :

- ▀ La contestation croissante impose de raviver et d'encourager la pensée militaire tactique française.
- ▀ L'abaissement du niveau de l'intégration interarmes doit être examiné : les unités jusqu'au niveau section doivent-elles pouvoir demander un appui-feu longue distance ? Cette question doit être posée alors que les premières simulations montrent que l'architecture actuelle du commandement des feux indirects fait en partie perdre les avantages offerts par SICS¹⁷¹.
- ▀ Des réflexions et des expérimentations doivent être menées afin d'intégrer les actions cybernétiques et de guerre électronique offensives et défensives aux niveaux opératifs et tactiques.
- ▀ À travers cette dichotomie se pose aussi la question de forces plus légères mettant l'accent sur la manœuvre, en particulier pour des combats dans des environnements cloisonnés et au milieu de la population. Si la France reste aujourd'hui engagée sur le segment médian, les États-Unis réinvestissent les forces légères avec le programme *Mobile Protected Firepower*, un char léger aérotransportable et aérolargable devant équiper les brigades d'infanterie légère (*Infantry Brigade Combat Team*) à l'horizon 2024.
- ▀ Du temps et des moyens doivent être consacrés à l'exploration de tactiques non-linéaires, dans le cadre de la Force d'expertise du combat Scorpion (FECS) mais aussi en simulation pour les plus grandes unités.

171. « Journée de présentation du Laboratoire du combat Scorpion », CDEC, 21 février 2017.

- Certains savoir-faire tactiques de base méritent d'être remis au goût du jour, à l'instar du silence électromagnétique. À rebours des évolutions technologiques et culturelles, de tels développements pourraient s'inspirer des techniques n'étant plus régulièrement pratiquées, comme les commandements aux fanions¹⁷² ou encore la coordination au chronomètre. Dans le domaine de la protection, l'entraînement à la réalisation d'abris divers doit redevenir une priorité, autant pour les sapeurs que pour les unités de mêlée.
- S'entraîner à appliquer des mesures élémentaires pour se protéger le mieux possible de l'observation par un drone (camouflage, actions de déception, etc.) et à réagir en cas de survol d'un drone (rendre compte, se déplacer, trouver un abri, etc.)
- Le commandement par objectif, l'autonomie et la décentralisation partielle qui en découlent doivent, plus que jamais, être une priorité de la formation et de l'entraînement alors que nos capacités de coordination risquent, la plupart du temps, d'être dégradées par les capacités cyber et de guerre électronique de nos adversaires.

Une fois ces quelques éléments réflexifs énoncés et intégrés, il appartiendra aux forces armées françaises de s'engager – dans la mesure des ressources disponibles – à certaines adaptations dans le domaine capacitaire :

- La question de l'**équilibre en quantité et qualité** se pose. Le fait que chaque génération d'équipement soit plus efficace que la précédente ne signifie pas que l'on puisse drastiquement réduire leur nombre d'autant¹⁷³. Une solution pourrait consister en une force terrestre différenciée disposant d'un noyau constitué d'un volume limité d'équipements de haute technologie et d'une couche d'équipements moins évolués mais disponibles en nombre¹⁷⁴.
- **Des postes de commandement tactiques plus mobiles** doivent être envisagés afin de diminuer leur vulnérabilité en particulier face aux armes de précision longue portée.
- La prolifération des systèmes de protection active invite à s'interroger sur le « retour des chars » et donc des armements antichars, dans la lutte contre les engins blindés.

172. *Service en campagne*, TTA 150 Titre V, ministère de la Défense, édition provisoire de 2001, p. 79-80.

173. Cela s'explique par le fait que le niveau technologique des équipements des adversaires évolue lui aussi, que les systèmes d'armes n'ont pas le don d'ubiquité et qu'aucun ne peut être disponible à 100 %. Enfin, le nombre est un des facteurs de la flexibilité tactique et c'est le seul moyen qui permette de compenser les pertes inévitables au combat.

174. C. Niquille, *Pour une hybridation des armées*, Paris, Nuvis, 2016.

- La question de **la protection active** doit être suivie de très près, pour les blindés comme pour les hélicoptères. Les critères à prendre en compte pour qu'une acquisition d'un équipement de ce type soit raisonnable pourraient être les suivants : qu'il soit capable de fonctionner dans un environnement très abrasif, qu'il soit protégé au maximum des contre-mesures, qu'il minimise les menaces contre les forces amies et les civils, que son intégration sur nos engins ne soit pas trop complexe et qu'il soit financièrement abordable¹⁷⁵.
- Faire face à la menace aérienne (avions, hélicoptères, drones), désormais probable pour nos interventions futures, implique **l'acquisition de capacités de défense sol-air courte et moyenne portée et le « blindage » de nos capacités très courte-portée existantes** et ainsi retrouver un système de défense aérienne intégré de niveau tactique et opératif, capable d'accompagner nos forces sur tous les théâtres d'opérations. Pour ce faire il serait aussi nécessaire d'accroître la fréquence des exercices impliquant l'armée de Terre et les SAMP/T de l'armée de l'Air.
- Des moyens spécifiques à **la lutte anti-drones** sont nécessaires au sein de l'armée de Terre et au plus bas niveau (section), que ce soit pour leur détection (radars, capteurs électro-optiques, etc.), leur identification et leur neutralisation (brouillage ou destruction).
- Les engagements en zone urbaine exigent **des kits de survivabilité adaptés** avec lesquels les unités doivent pouvoir s'entraîner.
- Des efforts doivent être faits pour **limiter la signature électronique des véhicules** mais aussi pour **diminuer la dépendance au GPS**.
- Une réflexion doit être menée afin de s'assurer que le **soutien de l'avant** soit dimensionné pour pouvoir régénérer les véhicules endommagés afin qu'ils puissent reprendre le combat au plus vite. Ceci s'applique non seulement dans le domaine de la maintenance mais aussi dans la dimension numérique¹⁷⁶.

Face à l'accroissement de la létalité qui résulte de l'augmentation de la puissance et de la précision des armements, aucun engin – blindé ou hélicoptère – n'est invulnérable. C'est d'autant plus vrai que le niveau de protection d'un véhicule fera toujours l'objet d'un arbitrage avec sa mobilité et son coût. Les systèmes de protection active sont une façon de

175. A. Feickert, *Army and Marine Corps Active Protection System (APS) Effort*, op. cit., p. 5.

176. À ce titre, des équipes tactiques chargées de faire « remonter » les réseaux en cas d'attaque cyber ou électronique sont peut-être à envisager.

sortir de ce dilemme, mais ils présentent encore d'importantes imperfections qui empêchent leur généralisation. Ils ne peuvent par ailleurs pas remplacer le blindage, qui a encore de beaux jours devant lui.

La survivabilité sur le champ de bataille est optimale lorsqu'un équilibre est trouvé entre technologie et manœuvre. Pour éviter un nouveau « blocage tactique » tel que celui constaté qui paralysa les armées occidentales lors de la Première Guerre mondiale, il est nécessaire de faire évoluer l'intégration interarmes et interarmées et de renouveler dès à présent la réflexion tactique pour faire face aux défis posés par la survivabilité¹⁷⁷. Historiquement, les périodes de forte contestation sur le champ de bataille ont d'ailleurs souvent abouti à des percées conceptuelles. C'est le cas pendant la Première Guerre mondiale, par exemple avec les tactiques d'infiltration mises en œuvre par l'armée allemande à la fin du conflit. Reste à encourager et à développer les frémissements actuels dans ce domaine, ce qui n'est pas forcément évident en temps de paix.

177. R. Hémez, « Les développements techniques nous entraînent-ils vers un nouveau blocage tactique ? », *Stratégie*, n° 112, 2016, p. 113-124.

Annexes

Annexe n° 1 : Les différents niveaux de protection selon l'OTAN (Stanag 4569)

PROTECTION LEVELS FOR OCCUPANTS OF ARMoured VEHICLES

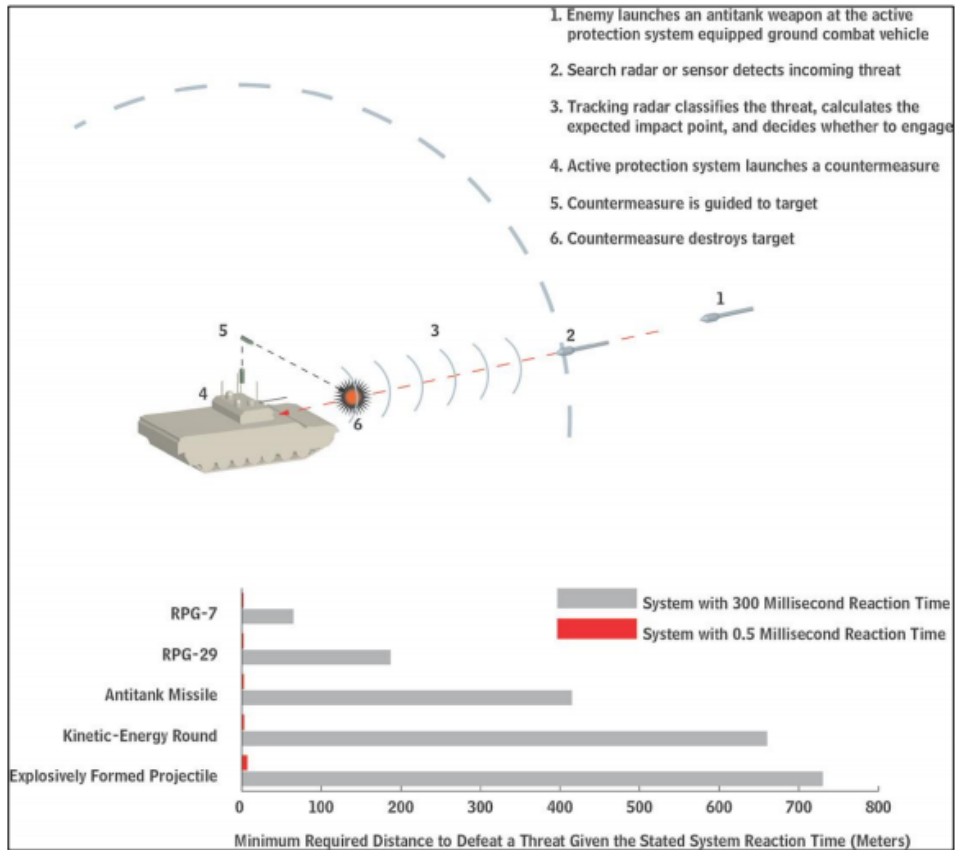
Level	KE-Threat	Reference – Artillery – Threat
6	Weapon: Automatic Cannon, 30 mm Ammunition: APDS and APFSDS Distance: 500 m Angle: front arc to centerline: $\pm 30^\circ$; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 10 m Azimuth 360° Elevation: $0-90^\circ$
5	Weapon: Automatic Cannon, 25 mm Ammunition: APDS and APFSDS Distance: 500 m Angle : front arc to centerline: $\pm 30^\circ$; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 25 m Azimuth 360° Elevation: $0-90^\circ$
4	Weapon: Heavy Machine Gun, 14.5 mm Ammunition: AP Distance: 200 m Angle: azimuth 360° ; elevation 0°	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 25 m Azimuth 360° Elevation: $0-90^\circ$
3	Weapon: Machine Gun and Sniper rifles, 7.62 mm Ammunition: AP tungsten carbide and AP hard steel core Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 60 m Azimuth 360° Elevation: $0-30^\circ$
2	Weapon: Assault rifles, 7.62 mm Ammunition: AP steel core Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 80 m Azimuth 360° Elevation: $0-22^\circ$
1	Weapon: Assault rifles, 7.62 and 5.56 mm Ammunition: Ball Distance: 30 m Angle: azimuth 360° ; elevation $0-30^\circ$	Artillery 155 mm Estimated range of burst: 100 m Azimuth 360° Elevation: $0-18^\circ$

PROTECTION LEVELS FOR OCCUPANTS OF ARMoured VEHICLES FOR GRENADE AND BLAST MINE THREATS

Level	Grenade and Blast Mine threat		
4	4b	Mine Explosion under belly	10 kg (explosive mass) Blast AT Mine
	4a	Mine Explosion pressure activated under any wheel or track location	
3	3b	Mine Explosion under belly	8 kg (explosive mass) Blast AT Mine
	3a	Mine Explosion pressure activated under any wheel or track location	
2	2b	Mine Explosion under belly	6 kg (explosive mass) Blast AT Mine
	2a	Mine Explosion pressure activated under any wheel or track location	
1	Hand grenades, unexploded artillery fragmenting submunitions, and other small anti personnel explosive devices detonated anywhere under the vehicle		

Source : Stanag 4569– Protection Levels for Occupants of Armoured Vehicles, 18 décembre 2012.

Annexe n°2 : Exemple d'une séquence de protection active de type *hard kill*



Source : B. Kempinski et C. Murphy, « Technical Challenges of the U.S. Army's Ground Combat Vehicle Program », Congressional Budget Office, novembre 2012, p. 25.

