
Maîtriser la puissance de feu

Un défi pour les forces terrestres

Corentin Brustlein

Septembre 2015

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 : 978-2-36567-446-1

© Ifri – 2015 – Tous droits réservés

Toute demande d'information, de reproduction ou de diffusion peut être adressée à publications@ifri.org

Ifri
27 rue de la Procession
75740 Paris Cedex 15 – FRANCE
Tel : +33 (0)1 40 61 60 00
Fax : +33 (0)1 40 61 60 60
Email : ifri@ifri.org

Ifri-Bruxelles
Rue Marie-Thérèse, 21
1000 – Bruxelles – BELGIQUE
Tel : +32 (0)2 238 51 10
Fax : +32 (0)2 238 51 15
Email : info.bruxelles@ifri.org

Site Internet : www.ifri.org

« Focus stratégique »

Les questions de sécurité exigent désormais 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).

L'auteur

Corentin Brustlein est coordonnateur du Centre des études de sécurité de l'Ifri et responsable du programme Dissuasion et prolifération. Docteur en science politique de l'Université Lyon 3, il est l'auteur de *Conventionalizing Deterrence ?* (Ifri, 2015) et le co-auteur de *La suprématie aérienne en péril. Menaces et contre-stratégies à l'horizon 2030* (La documentation française, 2014). Il a également réalisé, dans le cadre du Laboratoire de Recherche sur la Défense de l'Ifri, des monographies sur la surprise stratégique (2008), la menace du déni d'accès et ses réponses (2010), ou encore le retour d'expérience dans les armées (2011). Il contribue par ailleurs au blog « [Ultima Ratio](#) ».

Le comité de rédaction

Rédacteur en chef : Elie Tenenbaum

Assistante d'édition : Wafaa Moutaï

Comment citer cette publication

Corentin Brustlein, « Maîtriser la puissance de feu. Un défi pour les forces terrestres », *Focus stratégique*, n° 61, septembre 2015.

Sommaire

Résumé	5
Liste des acronymes	7
Introduction	9
Du renforcement de la létalité au contrôle des feux terrestres	13
Feux terrestres et maîtrise des effets, une introduction historique	13
La maîtrise des effets comme horizon stratégique durable	19
Combat terrestre et maîtrise des effets	27
Gamme des feux dans les forces terrestres françaises	27
Un besoin d'effets tactiques variés	32
Quels besoins de précision pour les feux terrestres ?	35
Quels feux pour quelles missions ?	41
L'approche par types d'opérations	41
L'approche par milieu : le cas de la zone urbaine	49
Conclusion	55
Annexes	57
Références	61

Résumé

En vue de réduire les risques de dommages collatéraux, la maîtrise des effets de la puissance de feu est devenue, au cours des dernières décennies, une préoccupation centrale des armées occidentales. Pour autant, cet impératif n'a pas les mêmes implications pour les différentes armées. L'emploi de la puissance de feu par les forces terrestres comporte ainsi nombre de spécificités liées au terrain, aux missions, à la diversité des moyens et des effets à générer. Il convient donc de s'interroger sur la façon dont les forces terrestres, et notamment l'armée de Terre française, envisagent la maîtrise des effets. L'étude s'intéresse ainsi aux besoins et capacités des forces terrestres en termes de maîtrise des effets, selon la nature des opérations ou du milieu, et aux opportunités et risques que présente un recours accru aux feux de précision.

* * *

Over the last few decades, in order to limit the risk of collateral damage, tailoring the effects of firepower has become a main concern for Western armed forces. The complexity of the task, however, can greatly vary according to the environment. Land forces have to use direct and indirect firepower in a complex terrain, for a diversity of missions, using a range of different systems, to achieve lethal and non-lethal effects. This thus raises the question of how land forces, and especially the French Army, confront this requirement. This study assesses land forces' capabilities and needs in terms of tailoring the effects of firepower, according to the type of operation or to the environment they work in, and analyzes the risks and opportunities of a greater reliance on precision-guided fires.

Liste des acronymes

ABC	Arme Blindée Cavalerie
ACED	Anti-Char à Effet Dirigé
ALAT	Aviation Légère de l'armée de Terre
AT	Anti-Tank
ATACMS	Army Tactical Missile System
ATGM	Anti-Tank Guided Missile
ATLAS	Automatisation des Tirs et Liaisons de l'Artillerie Sol-sol
C2	Command & Control
C4ISR	Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance
CAS	Close Air Support
DRAC	Drone de Reconnaissance Au Contact
EBRC	Engin Blindé de Reconnaissance et de Combat
ECF	European Correcting Fuze
ECP	Ecart Circulaire Probable
GMLRS	Guided Multiple Launch Rocket System
GTIA	Groupement Tactique Inter-Armes
HEAT	High Explosive Anti-Tank
HIMARS	High Mobility Artillery Rocket System
ISR	Intelligence, Surveillance, Reconnaissance
ISTAR	Intelligence, Surveillance, Targeting
LRAC	Lance-Roquette Anti-Char
LRU	Lance-Roquette Unitaire
MALE	Medium Altitude, Long Endurance
MCO	Maintien en Condition Opérationnelle
MLRS	Multiple Launch Rocket System
MMP	Missile Moyenne Portée
MRCM	Multi-Role Combat Missile
PGK	Precision Guidance Kit

RGL	Roquette Guidée Laser
SAR/GMTI	Synthetic Aperture Radar/Ground Moving Target Indicator
SDTI	Système de Drone Tactique Intérimaire
SGTIA	Sous-Groupement Tactique Inter-Armes
TAVD	Tir Au-delà de la Vue Directe
VBCI	Véhicule Blindé de Combat d'Infanterie
VBMR	Véhicule Blindé Multi-Rôles

Introduction

Les forces armées occidentales aspirent, depuis la fin de la guerre froide, à contrôler plus finement les effets physiques et tactiques de la puissance de feu. La maîtrise des effets est devenue un impératif qui s'est traduit de manière visible dans la majorité des interventions extérieures depuis la chute du Mur de Berlin : opérations de coercition aérienne et de maintien de la paix dans les Balkans, opérations de changement de régime puis de stabilisation et de contre-insurrection en Afghanistan et en Irak, interventions en Libye, au Mali, etc.

La recherche d'une plus grande maîtrise des effets du feu est le produit de contraintes stratégiques et d'opportunités techniques. Les pays occidentaux n'ont eu à intervenir depuis 1990 que dans le cadre de guerres limitées, au cours desquelles leurs intérêts vitaux n'étaient pas en jeu. La prédominance de ces logiques de limitation de la guerre a conduit les décideurs politiques et militaires à imposer des restrictions concernant l'emploi de la force armée afin de maintenir les coûts politiques – en particulier les pertes amies ou civiles – au plus bas niveau possible. Cette logique de limitation, doublée de la multiplication des « guerres au sein des populations »¹, a imposé aux forces armées une adaptation en profondeur de leurs doctrines et de leurs pratiques, ainsi que de leurs équipements. En parallèle, le progrès technologique a permis l'émergence d'une nouvelle gamme d'options promettant à la fois un degré inédit de précision des frappes et, en raison de leur coût décroissant, une banalisation relative de ces capacités.

Cette tendance à la recherche d'une maîtrise des effets a jusqu'alors été particulièrement visible dans le domaine aérien, pour des raisons variées. A mesure que l'arme aérienne se développait, certains théoriciens de la puissance aérienne ou de la diplomatie coercitive ont véhiculé l'idée que l'arme aérienne permettait un « dosage » fin de la force, adapté aux cibles, à l'environnement et à la nature des effets recherchés. La guerre du Vietnam avait ainsi vu des tentatives de mise en application des conceptions de Thomas Schelling sur la « diplomatie de la violence », vision selon laquelle une gradation dans l'emploi de la force permettrait d'envoyer des « messages » à l'adversaire reflétant les exigences et la

¹ Rupert Smith, *L'utilité de la force. L'art de la guerre aujourd'hui*, Paris, Economica, 2007.

détermination américaines². Cet attrait pour l'arme aérienne comme moyen de guerre limitée a encore été renforcé à la fin de la guerre froide³.

Les armées de l'air sont également celles pour lesquelles la révolution de la précision semble avoir les effets les plus prononcés. Du fait de l'absence d'opposition symétrique, de la disparition – temporaire – du combat aérien et de la conduite d'opérations face à des adversaires ne disposant pas d'une défense sol-air moderne, l'arme aérienne jouit depuis deux décennies d'une liberté d'action maximale, exploitée à dessein par les autorités politiques⁴. Elle semble dès lors être devenue un instrument de domination écrasante, d'attrition unilatérale mais discriminante, accroissant l'impression qu'un contrôle fin des effets du feu est dorénavant possible. La révolution de la précision a même donné naissance dans les années 1990 et 2000 à un corpus conceptuel et doctrinal – celui des « opérations basées sur les effets » (EBO, pour *Effects-Based Operations*) – tout entier tourné vers la production d'effets opératifs et stratégiques finement calibrés, grâce à une compréhension poussée de l'adversaire et de son environnement⁵. Bien que le concept d'EBO ait aujourd'hui été formellement abandonné, la préoccupation liée à la maîtrise des effets demeure forte⁶.

Cette problématique se pose en des termes sensiblement différents pour les forces terrestres. Ces dernières sont physiquement déployées sur le théâtre d'opérations, évoluent au contact direct de l'adversaire, et sont donc plus exposées à la fois aux feux ennemis et aux risques de tirs fratricides. Les forces terrestres sont l'élément de manœuvre et de décision central aux opérations interarmées les plus ambitieuses, dans le cadre desquelles elles sont les bénéficiaires directs ou indirects des feux aériens. Elles constituent également la seule composante à même de sécuriser un environnement de manière durable et de conduire une transition vers la paix. Opérant souvent au sein des populations, les forces terrestres sont, plus que toute autre composante, sensibles au besoin de maîtrise des effets collatéraux du feu, afin de ne pas s'aliéner les civils locaux, et ainsi d'aggraver la situation sécuritaire.

L'emploi des feux, en particulier ceux des forces terrestres, ne vise pas seulement les effets de destruction. Dans la perspective terrestre, si la

² Thomas C. Schelling, *Arms and Influence*, New Haven, CT, Yale University Press, 1966 ; Pierre Hassner, « On ne badine pas avec la force », *Revue Française de Science Politique*, vol. 21, n° 6, 1971, p. 1207-1233.

³ Eliot A. Cohen, « The Mystique of U.S. Air Power », *Foreign Affairs*, vol. 73, n° 1, janvier-février 1994, p. 109-126 ; Etienne de Durand, « Les faces cachées de la puissance aérienne », *Revue Défense Nationale*, n°698, juin 2007.

⁴ Corentin Brustlein, Etienne de Durand, Elie Tenenbaum, *La suprématie aérienne en péril. Menaces et contre-stratégies à l'horizon 2030*, Paris, La Documentation Française, 2014.

⁵ Pour une analyse du concept, voir notamment Philippe Coquet, « Les opérations basées sur les effets : rationalité et réalité », *Focus stratégique*, n° 1, octobre 2007.

⁶ Sur l'historique de l'apparition du concept d'EBO et de l'échec de son institutionnalisation, voir Philippe Gros, « Etude de cas : les opérations basées sur les effets », in Philippe Gros et alii. (dir.), *Du Network-Centric à la stabilisation. Emergence des « nouveaux » concepts et innovation militaire*, Paris, Etude de l'IRSEM, n° 6, 2011, p. 53-90.

destruction est indissociable de la manœuvre⁷, seule la combinaison des deux est susceptible de créer les conditions favorables à la décision. Plus généralement, la complexité du milieu terrestre, la place de la cohésion morale et de la discipline afin de mieux faire face au risque létal constant ont fait de la psychologie un élément central de la tactique et de la stratégie des forces terrestres et exigent de celles-ci qu'elles soient à même de produire une large palette d'effets⁸.

Une évolution concomitante renforce l'intérêt d'appréhender la problématique de la maîtrise des effets dans une perspective terrestre : les armées de terre modernes voient aujourd'hui les opportunités offertes par le guidage de précision se multiplier. Cette mutation, qui affecte en particulier les appuis indirects et l'aérocombat, est à l'origine d'une diversification importante de la gamme d'effets pouvant être produits par les feux terrestres. La variété des besoins des forces terrestres en termes d'effets du feu, combinée à la gamme de leurs moyens, fait de la maîtrise des effets une problématique éminemment plus complexe dans le domaine terrestre que dans tout autre milieu – complexité parfaitement illustrée par le cas des opérations en zone urbaine.

Cette étude s'attache ainsi à rendre compte de la complexité de cette problématique. Elle débute par une mise en perspective historique des effets du feu dans le combat terrestre, et des principes ayant fait de la maîtrise des effets un impératif des opérations contemporaines, au croisement des contraintes politico-stratégiques et des opportunités offertes par l'évolution technologique. Elle analyse, dans un troisième temps, la nature des possibilités et besoins terrestres en termes de feu et de maîtrise des effets, et enfin la façon dont ceux-ci évoluent en fonction des circonstances et des missions, s'attardant en particulier sur le cas du terrain urbain. En définitive, les forces terrestres devront continuer à adapter leurs concepts, pratiques et équipements à l'impératif de la maîtrise des effets : les circonstances dans lesquelles cette préoccupation stratégique ne pèserait plus sur la planification comme sur la conduite de l'action au sol apparaissent aujourd'hui bien rares.

⁷ Le terme de manœuvre peut être entendu dans des sens divers. Un premier sens, le plus élémentaire, est synonyme de mouvement. Un second sens, plus élaboré, voit la manœuvre comme une combinaison de puissance, de mouvement et d'intellect en vue d'une prise d'avantage sur l'adversaire. Voir Hervé Coutau-Bégarie, « Manœuvre », in Thierry de Montbrial et Jean Klein (dir.), *Dictionnaire de stratégie*, Paris, Presses Universitaires de France, p. 341-343 ; Christian Malis (dir.), *Guerre et manœuvre. Héritages et renouveau*, Paris, Economica, 2009.

⁸ Général André Beaufre, *Introduction à la stratégie*, Paris, Pluriel-Hachette, 1998 (1963), p. 79-80. Voir également Charles Ardant du Picq, *Etudes sur le combat. Combat antique et combat moderne*, Paris, Editions Champ Libre, 1978, p. 65-77.

Du renforcement de la létalité au contrôle des feux terrestres

L'histoire des opérations terrestre a d'abord été celle d'une massification progressive des feux et d'un renforcement de la létalité du champ de bataille – qui culmine au cours de la guerre froide avec la production et le déploiement Europe de plusieurs milliers d'armes nucléaires tactiques. Parallèlement au progrès technique, les forces terrestres doivent faire muter leurs modes d'action afin que cette augmentation de la létalité n'anéantisse pas leur liberté d'action et de manœuvre sur le champ de bataille, mais, au contraire, qu'elle la rende plus efficace. A mesure que se perfectionnent les feux directs et indirects et que la logique de guerre totale cède le pas à celle de la guerre limitée, la maîtrise des effets collatéraux de la puissance de feu prend alors un rôle central dans la planification et la conduite des opérations militaires.

Feux terrestres et maîtrise des effets, une introduction historique

Au moment de leur introduction à la fin du Moyen Age, la létalité des armes à feu est faible, et contraste alors avec celle des guerres de l'époque moderne, nettement plus meurtrières, particulièrement rapportés aux effectifs de l'époque. Le feu prend donc progressivement une place croissante sur le champ de bataille, bousculant les éléments qui faisaient jusqu'alors l'efficacité de la force armée (choc, jets) et imposant un renouvellement des principes tactiques. Cette tendance trouve son apogée avec la révolution industrielle qui, en démultipliant la puissance de feu à la disposition des combattants, transforme le champ de bataille et jette ainsi les bases des principes militaires contemporains.

Feu et effets avant la révolution industrielle

Les premières formes d'artillerie recourant au feu – et donc à la propulsion d'un projectile par combustion plutôt grâce à un mécanisme – apparaissent au XIV^e siècle. Les bombardes et premiers canons d'alors sont si lourds que leur utilité se limite aux opérations de siège, où leur puissance permet d'abattre les hauts murs des châteaux-forts. Ces modèles mettent près de deux siècles à se perfectionner et à remplacer les engins de siège classiques les plus efficaces, tels que le trébuchet⁹. Il faut attendre la fin du XV^e siècle pour voir l'artillerie acquérir une certaine mobilité stratégique,

⁹ Bernard Brodie et Fawn M. Brodie, *From Crossbow to H-Bomb. The Evolution of the Weapons and Tactics of Warfare*, Bloomington, IN, Indiana University Press, 1973, p. 44-54.

puis tactique, avant d'incarner l'idée de la « révolution militaire »¹⁰. La mise en place rapide de la « trace italienne » au milieu du XVI^e va pourtant vite annuler cette innovation offensive, renvoyant l'artillerie à une fonction défensive ou poliorcétique.

Jusqu'à la révolution industrielle, les feux d'artillerie sont essentiellement délivrés sur des trajectoires tendues, en défense voire, progressivement, en préparation de l'assaut des unités d'infanterie et de cavalerie : pour des raisons de portée et de capacités d'observation insuffisantes, les projectiles ne peuvent être tirés que sur la ligne de front, là où les rangs de l'adversaire sont visibles. Ce paramètre limite ainsi en partie la diversité des effets tactiques des canons en appui de la manœuvre.

Pendant longtemps, la capacité à moduler les effets produits par le feu – individuel ou d'artillerie – résulte avant tout de la combinaison entre la mobilité des armes, leur capacité à se positionner de manière avantageuse, leur coordination et leur protection face aux autres armes. Avec les progrès de l'armement individuel accomplis aux XV^e et XVI^e siècle sont apparus l'arquebuse, puis le mousquet, eux aussi utilisés en premier lieu comme moyens de protection, principalement en soutien des formations de piquiers¹¹. Si de telles armes demeurent assez inefficaces à leur portée maximale, elles offrent un surcroît de létalité tactiquement utile lorsqu'elles sont employées avec une grande discipline de feu¹². Sous Gustave-Adolphe, cette capacité à tirer profit de la discipline de l'infanterie pour moduler les effets du feu et à les employer en soutien de la manœuvre offensive des éléments de choc (cavalerie principalement) franchit une nouvelle étape, accompagnée par l'allègement de son artillerie, son regroupement en batteries et l'intégration d'un canon léger d'un calibre de trois livres dans chaque régiment d'infanterie¹³.

A l'époque déjà, l'emploi du feu sur le champ de bataille s'est diversifié et ne vise pas les seuls effets de destruction, ne serait-ce qu'en raison de la létalité encore faible des différents types de bouches à feu. Les effets physiques de l'artillerie sur le champ de bataille sont longtemps restés assez limités, et nettement moindres que leurs effets psychologiques sur des adversaires non préparés. Ce n'est qu'avec la systématisation de l'artillerie légère de campagne (en particulier avec l'introduction et la diffusion du système Gribeauval de pièces d'artillerie standardisées, plus légères, plus fiables et plus létales), que l'artillerie

¹⁰ Geoffrey Parker, *La révolution militaire. La guerre et l'essor de l'Occident, 1500-1800*, Paris, Gallimard NRF, 1993 ; Clifford Rogers (dir.), *The Military Revolution Debate. Readings on the Military Transformation of Early Modern Europe*, Boulder, CO, Westview, 1995.

¹¹ Trevor N. Dupuy, *The Evolution of Weapons and Warfare*, New York, NY, Da Capo, 1994, p. 93-97.

¹² Ardant du Picq, *Etudes sur le combat*, op. cit., p. 169 et suivantes.

¹³ Dupuy, *The Evolution of Weapons and Warfare*, op. cit., p. 134-136.

devient un élément central des champs de bataille de la fin de l'époque moderne¹⁴.

La prédominance du tir tendu et la lenteur avec laquelle l'artillerie développe sa létalité n'ont pas empêché l'apparition de pratiques destinées à varier les types de feux en fonction des circonstances et des besoins des troupes de mêlée. Aussi longtemps que les projectiles tirés sont inertes (boulets), il est bien souvent plus efficace de croiser les tirs depuis des positions distinctes plutôt que de masser les canons. La destruction des rangs ennemis ne se fait pas par le seul impact, mais également par ricochet du projectile, phénomène qui se généralise à la fin du XVIII^e siècle et accentue encore la préférence pour les trajectoires tendues¹⁵. Néanmoins, lorsque l'orientation des armes par rapport aux cibles est la bonne, masser les canons tirant des projectiles inertes permet de créer un effet de « tunnel de destruction » creusant dans les rangs adverses une brèche assez large pour être démoralisante – et exploitable par les unités de mêlée. De même, le feu de l'artillerie se fait déjà selon des modalités et avec des équipements variés : projectiles inertes tirés selon des trajectoires tendues, premiers obus explosifs tirés selon des trajectoires courbes, ou encore boîtes à mitraille contre l'infanterie à courte portée. Aux XVIII^e et XIX^e siècles, on commence ainsi à privilégier les tirs d'obus explosifs face à la cavalerie plutôt que de projectiles inertes en raison de l'effroi que le bruit de l'explosion cause chez les chevaux¹⁶.

Avant l'ère industrielle, le feu a d'ores et déjà pris une place centrale sur les champs de bataille, illustrée en particulier lors des guerres napoléoniennes. La variété et l'efficacité des effets qu'il est capable de produire ont été croissants, et la révolution industrielle s'ouvre avec une période dans laquelle la puissance de feu prend même temporairement l'avantage sur la manœuvre.

La puissance de feu à l'ère industrielle

La révolution industrielle amène plusieurs changements technologiques majeurs dans le développement des armes à feu. Sur le plan qualitatif tout d'abord, les performances des armes à feu sont améliorées par le développement concomitant des canons rayés, des systèmes de rechargement par la culasse, ou encore de métaux plus légers. Ces innovations technologiques contribuent à accroître considérablement la portée, la précision et la cadence de tir. Sur le plan quantitatif, le développement considérable des modes de production ainsi que le processus de standardisation des armements et le développement des moyens de communications (chemins de fer, télégraphe, levée en masse) augmentent le nombre et la densité des armements sur le champ de

¹⁴ Jonathan A. Bailey, *Field Artillery and Firepower*, Annapolis, MD, Naval Institute Press, 2004, p. 167 et suivantes.

¹⁵ Les trajectoires courbes avaient l'inconvénient de fiche les projectiles non-explosifs dans le sol sans causer de dommages importants, là où un tir tendu permet un rebond du projectile.

¹⁶ *Ibid.*, p. 150-158.

bataille, désormais approvisionné en permanence, permettant l'établissement de vastes fronts ininterrompus.¹⁷

Ainsi, le combat terrestre se transforme durablement en raison de la létalité accrue des armes à distance, à même d'infliger des pertes écrasantes aux troupes ennemies lorsqu'elles progressent à découvert. La pensée tactique peine à prendre la mesure des implications concrètes de ce gain de létalité au cours des guerres de la seconde moitié du XIX^e siècle (guerre de Sécession, guerres d'unification allemande, guerre des Boers, voire la guerre russo-japonaise, etc.) et dans les premières années de la Grande Guerre¹⁸. Une fois que les défenseurs s'installent sur des positions successives, généralement établies en contrepente et échelonnée sur plusieurs kilomètres de profondeur, le franchissement de la « zone de mort » est impossible sans une révolution des pratiques¹⁹.

Les nouvelles données imposent donc de repenser l'articulation du feu et de la manœuvre sur le champ de bataille, le coût de cette dernière étant devenu prohibitif. La première réponse est de tenter de percer *par le feu* cette barrière défensive, en exploitant quasi-uniquement les effets de destruction de l'artillerie. L'attaquant planifie des bombardements préparatoires qui durent des jours, voire des semaines (Somme 1916, Passchendaele 1917, etc.), concentrant les tirs de son artillerie sur les premières lignes adverses²⁰. Cette focalisation sur les effets de destruction révèle ses limites à travers les dépenses astronomiques requises pour générer ces volumes de feu, qui ne parviennent pourtant pas à percer les défenses.

La solution réside dans l'exploitation d'une plus grande palette des effets physiques et psychologiques du feu terrestre. Ces innovations surviennent d'abord dans l'armée allemande, puis sont reproduites par les alliés en 1918²¹. La capacité à résoudre ces problèmes implique dans un premier temps une innovation conceptuelle et doctrinale dont l'implantation dans les forces est lente, chaotique : l'effet recherché par l'emploi du feu ne doit plus être en priorité la *destruction* des forces adverses mais leur *neutralisation*, c'est-à-dire leur incapacité forcée à faire usage de leurs propres armes, à manœuvrer et plus généralement à remplir leurs fonctions²². La vulnérabilité des vagues d'assaut face aux feux défensifs résulte d'abord de l'incapacité des premières à surprendre les seconds : les bombardements préparatoires durant plus d'une semaine parviennent en

¹⁷ Bernard Brodie et Fawn Brodie, *From Crossbow to H-Bomb*, *op. cit.*, p. 131-153.

¹⁸ Michael Howard, « Men Against Fire. The Doctrine of the Offensive in 1914 », in Peter Paret (dir.), *Makers of Modern Strategy from Machiavelli to the Nuclear Age*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 1986, p. 510-526.

¹⁹ Une position défensive établie en contrepente est une position installée sur le versant du relief opposé à l'attaque, et située donc en dehors du champ de vision direct de l'assaillant.

²⁰ Sur les errements et les innovations de l'artillerie dans la première moitié de la guerre, cf. Jonathan B. A. Bailey, *Field Artillery and Firepower*, *op. cit.*, p. 240-254 ; Bruce I. Gudmundsson, *On Artillery*, Westport, CT, Praeger, 1993, p. 43-63.

²¹ Sur Bruchmüller, voir Bruce I. Gudmundsson, *On Artillery*, *op. cit.*, p. 87-95 ; David T. Zabecki, *Steel Wind. Colonel Georg Bruchmüller and the Birth of Modern Artillery*, Westport, CT, Praeger, 1994.

²² Jonathan B. A., Bailey, *Field Artillery and Firepower*, *op. cit.*, p. 256-261.

général à détruire les premières positions défensives, mais indiquent au défenseur la portion du front où l'offensive se fera, permettant à celui-ci de rassembler ses réserves à proximité.

Le retour de la manœuvre offensive implique ainsi tout d'abord de développer une intégration plus poussée entre l'artillerie et l'infanterie, c'est-à-dire entre feu et mouvement. La capacité de l'artillerie à appuyer l'infanterie repose sur de nouvelles méthodes de tir (le barrage roulant), de nouveaux équipements et une coordination plus étroite grâce au développement d'observateurs d'artillerie avancés, évoluant au sein des formations d'infanterie et reliés aux batteries par divers moyens de communication. Ces efforts de coopération entre infanterie et artillerie marquent le début d'une interarmisation durable des forces terrestres, à une échelle toujours plus basse.²³

Le développement d'une capacité à percer un front défensif établi en profondeur se fait ainsi en plusieurs étapes. Pour l'artillerie, il s'agit d'abord de pouvoir à nouveau surprendre le défenseur, par exemple en raccourcissant la durée du bombardement préparatoire, en procédant à des mesures de déception opérationnelle (dissimulation des préparatifs, organisation de faux préparatifs en d'autres points du front, etc.), ou encore en développant des méthodes scientifiques de tir prédictif sur coordonnées, sans tirs de réglage préalable²⁴.

Au niveau opératif, un plan d'emploi des différents feux est conçu pour briser la cohérence du système défensif. Ce plan interarmes recourt à l'observation aérienne, qui permet de tirer profit des opportunités offertes par le tir indirect en possédant une compréhension plus fine du dispositif de l'adversaire, de l'organisation de ses arrières et la localisation de cibles à haute valeur ajoutée. Le plan d'opération joue ensuite sur la variété des effets produits par les différents types de munitions (explosives, shrapnel, gaz plus ou moins toxiques et persistants, etc.) et sur leur combinaison dans l'espace et dans le temps afin d'empêcher l'adversaire de tenir ses positions d'observation et de tir, d'acheminer des renforts, d'utiliser des feux d'artillerie défensifs, ou encore de coordonner sa riposte. Le plan ne cherche pas l'attrition, mais bien un effet de déstabilisation systémique devant créer un effondrement moral de l'adversaire, subjugué par la brutalité de l'attaque. Employé en coordination avec des vagues d'assaut recourant à des tactiques d'infiltration et disposant d'importants appuis organiques, ce plan de feux permet de soumettre les défenseurs à une pression constante. Ce type de modèle est employé avec succès par les Allemands à Riga, en septembre 1917, puis lors de la contre-offensive à Cambrai, en novembre 1917, et enfin lors des grandes offensives du printemps 1918²⁵.

²³ Bruce I. Gudmundsson, *Stormtroop Tactics. Innovation in the German Army, 1914-1918*, Westport, CT, Praeger, 1995.

²⁴ David T. Zabecki, *Steel Wind, op. cit.*, p. 47-50.

²⁵ Bruce I. Gudmundsson, *Stormtroop Tactics, op. cit.*, p. 114-121, 139-144, 160 et suivantes; voir également David T. Zabecki, *Steel Wind, op. cit.*

L'héritage de la révolution dans le combat interarmes

Le modèle qui émerge de la Première Guerre mondiale, réinventant la combinaison entre la manœuvre et le feu grâce à une étroite intégration interarmes, demeure pertinent aujourd'hui. Les différents types d'effets identifiés à l'époque (neutralisation fonctionnelle, destruction matérielle ou antipersonnelle, etc.) sont encore utilisés, bien que ceux-ci aient été précisés et diversifiés depuis²⁶.

Si ces catégories d'effets sont restées les mêmes, les options permettant de les produire ont considérablement évolué, du fait notamment du progrès technologique. La première de ces évolutions est sans aucun doute l'avènement du char et de l'artillerie autotractée qui a permis d'accompagner la manœuvre d'infanterie avec des feux puissants de manière plus fluide et, pour les tirs directs, plus précis. Une nouvelle forme de guerre mobile, conduite à partir de véhicules blindés, moins vulnérables aux feux indirects, s'est développée dans l'entre-deux guerres, réintroduisant temporairement une grande fluidité dans les combats. La première réponse à ce regain de mobilité a été de privilégier une réponse par tirs directs (armement antichar sous tourelle ou individuel). A plus long terme, afin d'engager les cibles blindées et mobiles à longue distance avec de bonnes chances de succès, les besoins en termes de précision et de capacités ISR se sont considérablement accrus afin de renforcer les moyens des tirs indirects, et se sont combinés avec des capacités de pénétration renforcées.

Tandis que certaines options ont été abandonnées sur des bases politiques, juridiques et morales (armes chimiques), de nouvelles possibilités technologiques ont été développées et exploitées, telles que l'hélicoptère, les missiles sol-sol tactiques à longue portée et l'armement antichar individuel.

Les forces aéromobiles peuvent exploiter la liberté offerte par la troisième dimension afin de délivrer une puissance de feu au cœur du dispositif adverse, tout en conservant une grande aptitude à suivre et à influencer sur le déroulement des combats au sol. D'abord uniquement destiné à appuyer les troupes débarquées lors d'un assaut par air, le feu prend progressivement une place croissante dans l'équipement embarqué, jusqu'au développement des hélicoptères d'attaque. L'excellente mobilité tactique de la voilure tournante lui permet de combiner feu, réactivité et manœuvre dans la profondeur d'une manière inaccessible au reste des forces terrestres²⁷.

Si elles existaient auparavant, les roquettes sol-sol ne sont devenues efficaces qu'à partir de la Seconde Guerre mondiale, élargissant la gamme de feux terrestres. Elles ont ainsi non seulement contribué à accroître l'allonge de l'artillerie au-delà de la portée des obusiers, mais offrent aussi des avantages spécifiques, tels que la puissance unitaire de la

²⁶ Jonathan B. A., Bailey, *Field Artillery and Firepower*, op. cit., p. 11.

²⁷ Etienne de Durand, Benoît Michel et Elie Tenenbaum, « La guerre des hélicoptères. L'avenir de l'aéromobilité et de l'aérocombat », Paris, *Focus stratégique*, n° 32, juin 2011, p. 15-32.

charge explosive embarquée ou la possibilité pour un véhicule unique de tirer plusieurs roquettes de manière quasi-simultanée, générant à lui seul un barrage de feu sur une zone étendue²⁸.

Enfin, l'armement antichar individuel, en passant des bazookas aux lance-roquettes, puis aux missiles *tire-et-oublie* contemporains, a lui aussi bénéficié d'améliorations nombreuses. La réussite des missiles ATGM d'origine soviétique face aux chars israéliens lors de la guerre du Kippour a ainsi marqué les esprits et fait naître un intense débat militaire sur l'avenir des blindés et le renforcement de la défensive tactique, qui a largement influencé l'évolution doctrinale de l'OTAN à la fin des années 1970. Certains auteurs avancent même l'idée que ce surcroît de puissance de feu au bénéfice de l'infanterie pourrait doubler le ratio de forces requises pour réussir une attaque, qui passerait de 3:1 à 6:1, voire 7:1²⁹. Si des progrès majeurs sont bien accomplis en termes de portée, de précision, de capacité de pénétration, de souplesse d'emploi et de sécurité fournie aux servants d'arme, les missiles et roquettes antichars portatifs ne révolutionnent pas pour autant le combat terrestre. Néanmoins, ils accroissent et diversifient plus encore la puissance de feu accessible au niveau individuel, mettant toujours plus l'accent sur la nécessité d'approfondir la coordination interarmes³⁰. Les progrès accomplis en termes de létalité au XX^e siècle ont ainsi rendu indispensable l'appui feu à des fins de protection des unités de mêlée (infanterie, arme blindée cavalerie).

La maîtrise des effets comme horizon stratégique durable

La notion de maîtrise des effets du feu peut être entendue dans un double sens : d'une part, la faculté de comprendre et d'anticiper, en amont, tous les effets physiques des différents moyens de feu à disposition ; et d'autre part la capacité à obtenir, par l'emploi de ces moyens de feu, l'effet initialement recherché. La maîtrise des effets implique ainsi notamment de savoir prévoir et contrôler les effets du feu en termes :

1. d'intensité, en sachant par exemple libérer la quantité d'énergie juste suffisante pour créer l'effet, sans pour autant qu'elle soit excessive ;
2. de localisation, en disposant d'une précision et d'une fiabilité suffisante pour pouvoir anticiper avec une confiance raisonnable les points de chute des projectiles ;
3. de *timing* et de durée des effets.

²⁸ Jonathan B. A., Bailey, *Field Artillery and Firepower*, *op. cit.*, p. 4.

²⁹ Ce chiffre est avancé par Michael I. Handel, *Weak States in the International System*, Londres, Frank Cass, 1990, p. 277-286. Sur les débats de la période liés à l'introduction des ATGM, voir également Seymour J. Deitchman, *Military Power and the Advance of Technology. General Purpose Military Forces for the 1980s and Beyond*, Boulder, CO, Westview Press, 1983, p. 77-85.

³⁰ Jonathan M. House, *Combined Arms Warfare in the Twentieth Century*, Lawrence, KS, University Press of Kansas, 2001, p. 281-286.

La recherche d'une plus grande maîtrise des effets du feu a émergé au cours des deux dernières décennies comme une problématique centrale à l'action des forces armées sur des théâtres extérieurs. Elle est le produit de considérations stratégiques et tactico-opérationnelles, liées à l'esprit du temps, mais également aux circonstances dans lesquelles s'effectue l'emploi de la force et aux modalités dominantes de l'action militaire. La maîtrise des effets résulte également d'opportunités technologiques, qui, à bien des égards, l'ont rendue possible.

La puissance de feu face aux contraintes de la guerre moderne

Une série de contraintes sont amenées à peser durablement sur l'action militaire en général, et sur l'emploi de la puissance de feu en particulier. Celles-ci ont des origines diverses et un poids variable selon les opérations considérées. Elles pointent néanmoins dans le sens d'une exigence croissante de maîtrise de l'emploi de la puissance de feu et de ses effets – sur l'adversaire, mais également sur son environnement immédiat.

Depuis la fin de la guerre froide et à l'horizon prévisible, les armées occidentales sont uniquement employées dans le cadre de guerres limitées. Une guerre est dite « limitée » à partir du moment où elle n'implique pas les intérêts vitaux de l'un des belligérants, ceci alors même qu'elle peut menacer directement ceux de son adversaire³¹. Les limites qu'un leadership s'impose – ou s'approprie au nom de normes légales ou morales – dépendent des intérêts en jeu³². En l'absence d'une symétrie des enjeux, il ne saurait donc y avoir de limitations comparables de part et d'autre, ce qui pose des défis considérables aux armées devant opérer sous des contraintes politiques fortes là où leurs adversaires n'en connaissent aucune – ou, en tous les cas, considérablement moins. Ces défis se font particulièrement sentir dans le domaine de l'emploi des feux.

La conduite d'une guerre limitée impose de contenir autant que possible les coûts des opérations, tant humains (qui, pour le dirigeant, deviennent rapidement politiques), que diplomatiques ou financiers³³. La limitation des coûts a d'abord pour objectif de ne pas affaiblir la position des dirigeants sur la scène nationale, et implique une attention accrue des décideurs à l'image que les actions réalisées sur le terrain renvoient aux opinions publiques. Ces opérations doivent ainsi éviter au maximum les pertes civiles (tués ou blessés), les destructions collatérales et les tirs fratricides, tous susceptibles de faire vite basculer le soutien populaire. Pour ce faire, la liberté d'action de la force sera contrainte de manière drastique afin qu'un incident ne vienne pas compromettre la poursuite des opérations. Le cadre de la guerre limitée s'accompagne logiquement d'une attention accrue aux normes juridiques et morales, qui se traduit par une juridicisation et une judiciarisation de l'activité militaire, accroissant par là même le poids des contraintes pesant sur la force³⁴.

³¹ Vincent Desportes, *Comprendre la guerre*, Paris, Economica, 2001, p. 147-150.

³² Carl von Clausewitz, *De la guerre*, Paris, Editions de Minuit, 1955, p. 66-68.

³³ *Ibid.*, p. 72.

³⁴ Olivier Kim, « La judiciarisation du champ de bataille », *Politique étrangère*, vol. 2014/4 (hiver), p. 169-182.

La volonté politique de maîtriser les effets de la puissance de feu s'inscrit également dans une logique de communication. Les interventions militaires sont limitées, et opposent le plus fréquemment des groupes irréguliers (dont certains n'hésitent pas à exploiter leur image de faiblesse pour susciter un soutien extérieur), à des armées issues de sociétés en voie de débellicisation mais qui, paradoxalement, disposent encore d'un avantage matériel écrasant. Sans qu'un tel degré de contraste soit systématique, il convient pour les puissances interventionnistes d'éviter de renvoyer, par leurs actes, l'image d'une violence indiscriminée et disproportionnée, qui risquerait de délégitimer son action³⁵.

Maîtriser les effets du feu s'inscrit enfin dans le prolongement d'une aspiration des dirigeants politiques visant à disposer de doctrines et de moyens techniques permettant de « doser » l'emploi de la force, afin que celui-ci puisse traduire fidèlement la volonté politique de l'Etat. Il s'agit donc à la fois d'une mesure d'économie des forces, d'image publique, mais plus généralement d'une tentative de manipulation fine de l'emploi de la force, pour le proportionner à ce que l'on estime être la résistance rencontrée, voire le calibrer en fonction du signal que l'on souhaite envoyer à l'adversaire dans le cadre d'une « diplomatie de la violence »³⁶.

Depuis la fin de la guerre froide, les armées occidentales sont majoritairement impliquées dans des « guerres au sein des populations », en pays étranger³⁷. Leur rôle consiste soit à apporter un soutien au régime en place, soit à le faire tomber. Dans un tel cadre stratégique, tout résultat politique favorable et durable doit s'appuyer sur un soutien des populations locales, sur leur adhésion au système politique mis en place au terme de la phase de coercition et sur leur volonté de le maintenir. Les pertes collatérales doivent être évitées, et les pratiques et doctrines tactiques doivent prévenir ce risque, faute de quoi elles risqueront d'être contre-productives. Limiter les pertes collatérales est une absolue nécessité en opération extérieure puisque la pérennité du soutien des populations locales conditionne l'efficacité stratégique de la force. Tout d'abord, ce soutien limite les problèmes sécuritaires posés aux forces déployées, par l'obtention d'un renseignement humain irremplaçable, mais également parce que chaque perte collatérale risque d'aliéner des civils en les poussant dans les rangs des adversaires. A plus long terme, réduire les risques de pertes collatérales revient également à maximiser les chances pour le régime local de rester légitime aux yeux des populations, malgré sa dépendance à l'égard du soutien occidental.

³⁵ Il convient de distinguer les pratiques effectives de l'image qu'elles renvoient. Les pratiques des forces armées occidentales intervenant en opérations extérieures se font, sauf rares exceptions, dans le respect des conventions qui fondent le droit international humanitaire. Néanmoins, il leur est parfaitement possible de rester dans le respect du droit humanitaire tout en renvoyant une image de violence massive, disproportionnée et injustifiée, et ceci sera d'autant plus aisément le cas auprès des sociétés débellicisées, ayant perdu tout élément de comparaison en termes d'histoire militaire et étant ainsi susceptibles d'associer des images négatives et caricaturales à l'emploi des systèmes terrestres délivrant des feux puissants tels que les chars lourds ou l'artillerie.

³⁶ Thomas C. Schelling, *Arms and Influence*, op. cit.

³⁷ Rupert Smith, *L'utilité de la force*, op. cit.

Enfin, la plupart des interventions sont multinationales. Même dans les rares cas où un partage des tâches entre alliés existe et où un Etat conduit seul toutes les actions de combat, comme ce fut le cas au Mali, le caractère multinational confère une légitimité certaine aux opérations. Surtout, la réussite d'une opération peut dépendre des contributions offertes par les alliés et ne relevant pas directement des capacités de combat (ISR, ravitaillement, transport stratégique et tactique, EVASAN, formation et encadrement, etc.). La maîtrise des effets du feu doit donc permettre de limiter le risque d'éclatement d'une coalition en réduisant les coûts diplomatiques de l'action militaire. L'impératif de la maîtrise des effets contribue ainsi à la tendance à l'accroissement du nombre de règles d'engagement contraignant les pratiques des forces armées nationales placées sous commandement multinational, et qui furent particulièrement lourdes en Afghanistan³⁸.

A ces premiers facteurs de niveau politico-stratégique, s'ajoute une seconde série de considérations, de natures tactique et opérationnelle. Bien qu'ils pèsent moins que les seconds, ces facteurs s'y additionnent pour inciter les forces armées occidentales à rechercher une maîtrise plus fine des effets de la puissance de feu.

Une large part de ces facteurs a trait aux modes d'action employés par les adversaires auxquels les forces armées occidentales ont été confrontées depuis la fin de la guerre froide : des adversaires qui, devant affronter des armées régulières excellant dans l'art de la guerre conventionnelle et dans les tirs à distance de sécurité, s'inscrivent dans une logique d'irrégularisation. Le recours à des modes d'actions irréguliers – imbrication tactique, immersion dans les populations, boucliers humains, etc. – constitue non seulement pour les décideurs une contrainte de nature politico-stratégique, mais aussi une limitation importante de la liberté d'action tactique. Améliorer la maîtrise des effets de la puissance de feu permet ainsi d'accroître tout autant la marge de manœuvre stratégique du décideur politique que la palette d'options tactiques des chefs militaires.

De plus, face à la domination aérienne, et plus généralement à la supériorité conventionnelle des forces occidentales, les adversaires optent de plus en plus souvent pour un combat à partir de positions solidement établies, articulées autour de constructions durcies (bunkers), enterrées (réseaux de galeries souterraines) ou tirant parti du couvert naturel offert par le relief (grottes et cavités diverses)³⁹. Ce durcissement requiert une adaptation des moyens de feu afin de pouvoir produire les effets désirés sur les cibles visées : dans le cas des effets de destruction, les tirs doivent être plus précis et plus pénétrants, et pouvoir frapper leur cible selon des

³⁸ David P. Auerswald et Stephen M. Saideman, « NATO at War : Understanding the Challenges of Caveats in Afghanistan », communication présentée au congrès annuel de l'American Political Science Association, septembre 2009 ; Rodolphe Modeste, « Afghanistan : les Caveats et leurs conséquences », *Politique étrangère*, vol. 2010/1 (printemps), p. 97-107.

³⁹ Stephen D. Biddle et Jeffrey A. Friedman, *The 2006 Lebanon Campaign and the Future of Warfare. Implications for Army and Defense Policy*, Carlisle, PA, Strategic Studies Institute, 2008.

trajectoires spécifiques. Même dans le cas des tirs de neutralisation, une forme de précision et une trajectoire spécifique pourraient être requises.

L'imbrication entre les combattants, fréquente au cours des opérations militaires des dix dernières années, est un autre aspect qui impose une maîtrise extrêmement poussée des effets du feu afin de limiter les risques des tirs fratricides. Depuis la Première Guerre mondiale, et le perfectionnement des tirs de barrage, la maîtrise des effets a ainsi constitué un moyen essentiel de conserver, voire d'accroître la liberté d'action des forces au niveau tactique en délivrant un appui efficace aux unités de mêlée.

Enfin, les adversaires non-étatiques employant souvent des tactiques de guérilla, ils doivent miser sur des engagements brefs et brutaux (« *hit and run* » pour le combat de mêlée, « *shoot and scoot* » pour les attaques à distance), ne laissant pas aux forces occidentales le temps de tirer profit de leur supériorité aérienne. La létalité croissante des adversaires non-étatiques, leur style de combat et leur agilité tactique imposent une grande réactivité dans l'emploi des feux, qui ne saurait être tactiquement et stratégiquement efficace sans une maîtrise des effets du feu – les missions de contre-batterie, par exemple, qu'elles visent des unités d'artillerie régulières ou les mortiers et roquettes d'adversaires irréguliers, doivent impérativement être conduites avec une très grande réactivité pour être accomplies avec succès, exigeant une excellente maîtrise des effets⁴⁰.

La maîtrise des effets comme opportunité technologique

Dans le combat terrestre comme dans le combat aérien ou naval, la capacité à frapper l'autre en premier constitue l'un des meilleurs moyens de prendre l'avantage sur l'adversaire. Réaliser des tirs à longue portée implique de recourir à des feux indirects, effectués par définition hors du champ de vision du tireur. Or, plus une frappe d'artillerie s'effectue à longue distance, plus sa précision décroît. La réduction de l'incertitude entourant les zones de chute des projectiles est donc cruciale dans la perspective d'un renforcement de la maîtrise des effets du feu à un niveau terrestre. Si la maîtrise des effets a pu prendre une telle importance, c'est grâce aux évolutions technologiques allant dans le sens d'une augmentation de la précision.

Les progrès accomplis au cours des quatre dernières décennies peuvent être décomposés en deux segments : d'une part, une révolution de la précision dans le guidage des feux – aériens comme terrestres ; d'autre part, une transformation de la couverture informationnelle (C4ISR) du champ de bataille, puis du théâtre d'opération.

Si les progrès les plus sensibles des feux terrestres en termes de précision ont concerné les tirs indirects, la révolution de la précision a affecté toute la gamme des feux terrestres. Dans le domaine des systèmes d'armes de tir direct, les progrès en termes de visée (optiques, télémètres

⁴⁰ Jonathan B. A. Bailey, *Field Artillery and Firepower*, op. cit., p. 56-74.

laser, etc.) et de tir (fiabilité des canons, tourelles stabilisées, etc.) ont ainsi profité tant aux chars lourds (*Leclerc*, *Abrams*, *Merkava*, *Leopard*, etc.) qu'aux chars légers (AMX-10RC, BMD-4, etc.), voire aux véhicules de combat d'infanterie (VBCI, *Bradley*, *Puma*, etc.). Les roquettes et missiles antichar à courte et moyenne portées ont connu des améliorations sensibles de leurs systèmes de guidage continu ou terminal, qu'ils soient tirés depuis le sol ou depuis des plateformes à voilure tournante. Dans leurs déclinaisons les plus modernes, ils peuvent non seulement être utilisés en mode « tire-et-oublie », mais également adopter des trajectoires courbes, initialement pour maximiser les chances de destruction d'une cible blindée⁴¹ (*Javelin*, par exemple), et dans un avenir proche afin de procéder à des tirs sur des cibles non observées par le tireur (*Missile Moyenne Portée* [MMP] pour les unités d'infanterie ; *Multi-Role Combat Missile* [MRCM] des appareils de l'ALAT pour remplacer les missiles HOT et *Hellfire*).

C'est néanmoins surtout dans le domaine des feux indirects que des progrès ont été accomplis au cours des 10 à 15 dernières années⁴², d'abord à travers le développement d'obus d'artillerie ou de mortiers munis d'un système de correction de trajectoire ou de guidage terminal (GPS, laser). Le segment bénéficiaire est surtout l'artillerie lourde articulée autour des canons de 155 mm, pour laquelle de nouvelles gammes de munitions ont été développées telles que les obus BONUS (antichar à effet dirigé – ACED), *Copperhead* (laser), *Excalibur* (GPS) ou *Krasnopol* (laser). L'obus *Excalibur* de Raytheon, par exemple, permet d'atteindre une précision inférieure à 10 mètres⁴³ à près de 40 km de portée. Les obus de mortiers bénéficient également de systèmes de guidage de précision : bien qu'initialement prévu pour recourir à des technologies de guidage laser, l'obus américain XM395 a finalement été développé sur la base d'un guidage GPS⁴⁴. En France, malgré les choix américains favorables au GPS, l'armée de Terre conduit quant à elle des études sur le développement d'une munition de mortier de 120 mm de précision métrique à guidage laser et bénéficiant d'une portée étendue à 15 km⁴⁵.

A cette gamme d'obus très sophistiqués s'ajoute un second type d'options de frappe sol-sol guidée, qui repose sur de nouveaux types de

⁴¹ Le blindage d'un char vise d'abord à prémunir le véhicule contre les tirs directs, et est donc toujours plus faible au niveau du toit.

⁴² Gary S. Kinne, John A. Tanzi et Jeffrey W. Yaeger, « FA PGMs. Revolutionizing Fires for the Ground Force Commander », *Field Artillery*, mai-juin 2006, p. 16-21.

⁴³ Un écart circulaire probable de 5 à 6 mètres a même été démontré lors des essais. Chris E. Geswender et David Brockway, « Development History and Evolution of the XM982 Excalibur », présentation à la 46th Annual Guns and Missiles Conference, 13 avril 2011.

⁴⁴ Le guidage GPS aboutit à un ECP plus élevé que le guidage par faisceau laser, mais ce dernier souffre, dans le cas du mortier, des difficultés liées au maintien d'une illumination laser continue de la cible malgré les problèmes d'inter-visibilité, notamment lié au besoin de frapper des cibles placées derrière des obstacles. « US Army Wants 120 mm Guided Mortar Rounds for the Front Lines (APMI XM395) », *Defense Industry Daily*, 6 février 2011, accessible à l'adresse: <http://www.defenseindustrydaily.com/us-army-wants-120mm-gps-guided-mortars-to-fight-afghan-insurgents-05990/>.

⁴⁵ « Le mortier du futur », *Arti*, n° 19, juillet 2014, p. 15.

détonateurs permettant d'intégrer à des obus classiques un système de correction de trajectoire (systèmes *Precision Guidance Kit* [PGK], *Spacido* ou *European Correcting Fuze* [ECF]). S'il ne permet pas d'atteindre le même niveau de précision qu'un obus à guidage terminal, ce type de dispositif réduit nettement les problèmes de dispersion constatés à longue portée en maintenant un ECP stable d'une cinquantaine de mètres. Bien qu'un tel degré de précision ne permette pas de répondre à tous les besoins en termes de destruction, il combine la possibilité de réaliser des effets de zone avec une fiabilité accrue du guidage, permettant ainsi de saturer des zones plus circonscrites ou d'en éviter d'autres⁴⁶.

Enfin, les feux indirects ont également vu l'introduction de systèmes de guidage terminal dans les roquettes sol-sol et missiles tactiques unitaires à longue portée. Souvent conçus à l'origine pour disperser des sous-munitions à très longue portée afin de réaliser des tirs de saturation sur des étendues vastes ou d'interdire l'accès à celles-ci, les lance-roquettes multiples ont été amenés à évoluer depuis la convention d'Oslo de 2008, en se recentrant sur les seuls tirs de roquettes unitaires à guidage de précision (généralement GPS). Il s'agit ici des lanceurs américains de type M270 (MLRS) ou M142 (HIMARS) capables de tirer les roquettes unitaires M31 portant jusqu'à 80 km, voire le missile MGM-140 ATACMS portant jusqu'à plus de 250 km⁴⁷. Le couple lanceur M270-roquettes unitaires M31 constitue le cœur du système d'armes *Lance-Roquette Unitaire* (LRU), opérationnel en France depuis l'année 2014 au 1^{er} régiment d'artillerie de Belfort.

Le second volet de cette révolution de la précision des feux terrestres porte sur la transformation de la couverture C4ISR dont bénéficient les forces terrestres aux niveaux tactique et opérationnel. En 2004, le général Jonathan Bailey affirmait ainsi qu'« [A] l'époque des feux directs, le positionnement des canons constituait le premier test de la capacité d'un commandant à tirer profit de sa puissance de feu. A l'avenir, le déploiement d'observateurs d'artillerie et de systèmes d'acquisition des cibles, plutôt que des canons et lanceurs, deviendra pour le commandant l'élément le plus important à considérer »⁴⁸.

Ainsi, depuis la fin de la guerre froide, les capteurs profitant aux forces terrestres se sont diversifiés et ont vu progresser leurs performances. La qualité croissante des capteurs électro-optiques (spectre visible et infrarouge) permet une détection et une acquisition plus fines et à plus longue portée, de plus en plus souvent capable d'opérer la nuit. Plus efficaces tout en étant de poids et de volume réduits, ces capteurs peuvent être portés par une grande variété d'unités et de plateformes, qu'elles soient terrestres (véhicules d'observation d'artillerie) ou aériennes. Sur ce dernier segment, la multiplication des plateformes légères directement

⁴⁶ Gary S. Kinne, John A. Tanzi et Jeffrey W. Yaeger, « FA PGMs. Revolutionizing Fires for the Ground Force Commander », *op. cit.*, p. 20 ; Ole Knudson, « Cannon Artillery and Mortar Precision Effects », présentation au Precision Strike 2009 Summer Forum, 9 juin 2009.

⁴⁷ Matthew B. Smith, « Revolutionary to Conventional – Evolution of GMLRS », *Fires*, mars-avril 2008, p. 32-34.

⁴⁸ Jonathan B. A. Bailey, *Field Artillery and Firepower*, *op. cit.*, p. 517.

contrôlées par les unités terrestres a nettement accru la qualité et la quantité de renseignements recueillis en boucle courte au niveau tactique, soit à très courte (drones DRAC) ou courte (drone SDTI *Sperwer*) distance.

Cette densification du maillage C4ISR bénéficie également grandement des capacités offertes par les hélicoptères, dont la vitesse ainsi que l'angle et la portée d'observation font une source de renseignement tactique essentielle, permettant soit de transmettre des éléments de ciblage aux feux indirects, soit de traiter directement les cibles identifiées grâce aux feux embarqués⁴⁹.

Enfin, les forces terrestres auront des opportunités croissantes de bénéficier des performances de plus en plus poussées des drones MALE en termes de reconnaissance, de renseignement, de désignation d'objectif, voire de frappe. L'emport de capteurs couplés SAR/GMTI par des plateformes évoluant en moyenne ou haute altitude renforce la capacité à suivre des cibles mobiles sur des zones vastes, permettant d'exploiter à la fois la longue portée et la précision du haut de la gamme des feux terrestres – LRU, CAESAR. Les capacités inédites des moyens de communication et de commandement offrent la possibilité de diffuser en temps réel et en boucle courte des données permettant un processus ISTAR (identification, acquisition et traitement des cibles) plus fluide et plus réactif, étant donc plus à même de tirer profit de l'avantage comparatif des feux terrestres par rapport aux feux aériens en termes de permanence et de réactivité.

La maîtrise des effets du feu s'est donc imposée comme un élément central de la manœuvre aéroterrestre. Que ce besoin de maîtrise des effets apparaisse durable aujourd'hui ne dit rien quant à sa prégnance à long terme, particulièrement en fonction des opérations envisagées : elle demeure avant tout un choix éminemment politique lié au caractère limité du conflit. Ainsi, plus les intérêts mis en cause dans le cadre d'un conflit seront importants, plus on relativisera l'impératif de maîtrise des effets, qui cèdera alors le pas devant des considérations plus classiques d'efficacité tactique et opérationnelle.

⁴⁹ Etienne de Durand, Benoît Michel et Elie Tenenbaum, « La guerre des hélicoptères... », *op. cit.*, p. 79-83. De nombreuses pistes de coopération entre hélicoptères et drones existent par ailleurs, promettant ainsi d'étoffer les capacités de fusion de l'information tactique et de traitement décentralisé des cibles fugaces.

Combat terrestre et maîtrise des effets

Le domaine terrestre se caractérise par plusieurs spécificités qui affectent la grammaire du combat et la façon dont le feu peut y être employé. Tout d'abord, le milieu physique est plus complexe, plus varié et moins transparent que les milieux aérien et naval. La présence des civils contraint lourdement la liberté d'action des forces. Ensuite, la psychologie des combattants tient une place centrale à la fois dans l'efficacité militaire (cohésion des forces sous le feu ennemi) et dans les procédés tactiques permettant de soumettre l'adversaire, conduisant par exemple les chefs militaires à mettre l'accent sur la surprise ou l'entretien chez l'adversaire d'un sentiment d'insécurité⁵⁰.

Si la réflexion sur la maîtrise des effets est relativement récente, l'armée de Terre ne part pas de rien : ayant historiquement dû appuyer la manœuvre par des feux adaptés, les forces terrestres ont traditionnellement été amenées à réfléchir aux effets du feu, à leur diversité et à la nécessité d'en assurer – en tout cas dans les missions d'appui à la mêlée – un emploi aussi parcimonieux que possible. En parallèle, l'armée de Terre s'est trouvée confrontée à la thématique de la maîtrise du feu dans l'immédiat après-guerre froide. Ainsi, dès les années 1990 est identifiée la nécessité de « maîtriser la violence⁵¹ » lors d'opérations conduites « au sein des populations » et assez éloignées des opérations de guerre conventionnelle – maintien et rétablissement de la paix principalement.

Gamme des feux dans les forces terrestres françaises

Les feux terrestres actuels peuvent être regroupés en trois grandes catégories : les armes légères de petit calibre, les armes de tir direct de calibres moyens et lourds, et les armes de tir indirect. La gamme des feux disponibles dans l'armée de Terre française est étendue et ne semble pas connaître de trou capacitaire important. Une analyse trop rapide des options pourrait même donner une impression – erronée – de surabondance des feux d'un même type, et donc de redondance.

⁵⁰ André Beaufre, *Introduction à la stratégie*, op. cit., p. 79-80.

⁵¹ Loup Francart, *Maîtriser la violence, une option stratégique*, Paris, Economica, 1999.

Tableau 1. Typologie des feux des forces terrestres et équipements correspondants

Armes légères de petit calibre	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Armes individuelles⁵²
Armes de tir direct de calibres moyens et lourds	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Armement principal des chars (canon de 120 mm du char <i>Leclerc</i>, de 105 mm de l'AMX-10RCR, de 90 mm de l'ERC 90 <i>Sagaie</i> ou de 40 mm de l'Engin Blindé de Reconnaissance et de Combat [EBRC]/<i>Jaguar</i>) ; ✦ Canon des véhicules blindés de transport de troupes (VAB Top, futur Véhicule Blindé Multi-Rôles [VBMR]/<i>Griffon</i>) ou de combat d'infanterie (VBCI) ; ✦ Roquettes et missiles antichar (versions portatives, tirées depuis des véhicules terrestres ou des plateformes à voilure tournante) ; ✦ Canon de 30 mm des hélicoptères <i>Tigre</i>
Armes de tir indirect⁵³	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Canon de 155 mm (CAESAR, AUF-1 et TRF-1) ; ✦ Mortiers de 81 mm (équipant les régiments d'infanterie) et de 120 mm (équipant les régiments d'artillerie) ; ✦ Lance-Roquette Unitaire tirant des roquettes M31 ; ✦ Missiles antichar permettant un tir au-delà de la vue directe (TAVD), qu'ils soient tirés depuis le sol (le futur Missile Moyenne Portée, portatif ou tiré depuis le lanceur d'un VBMR) ou par des hélicoptères <i>Tigre</i>

En réalité, par-delà la séparation entre les moyens de feu adoptant des trajectoires directes et ceux recourant au tir indirect, la diversité des systèmes correspond à une diversité des effets qui découle d'autres variables de différenciation des systèmes : portées minimale et, surtout, maximale ; vitesse du projectile et temps et angles d'arrivée sur cible ; types de détonateurs et nature des charges possibles (explosive, fragmentation, non-létale, etc.) ; précision « naturelle » et/ou « balistique »

⁵² Celles-ci ne sont pas traitées dans cette étude.

⁵³ Les feux indirects de l'artillerie (mortier de 120 mm, canon de 155 mm et LRU) sont intégrés au sein du système d'information et de commandement (SIC) ATLAS, qui permet la gestion et la transmission automatique des informations entre les éléments de la chaîne feux sol-sol – des équipes d'observation acquérant les cibles et guidant les tirs aux effecteurs, en passant par le poste de commandement.

et possibilité de coupler avec des systèmes de correction de trajectoire ou de guidage terminal ; type de plateforme tirant le projectile (équipement individuel, chars, blindé de transport de troupes, voilure tournante, etc.) ; niveau de subordination et possibilité de décision de tir de manière décentralisée.

En France, exception faite de l'ALAT, les feux terrestres peuvent être employés jusqu'à une portée légèrement inférieure à une centaine de kilomètres. Cependant, la gamme se réduit très rapidement dès lors que la portée dépasse la trentaine de kilomètres. Ainsi, seul le LRU est à même de couvrir le segment allant de 40 à 100 km. Plus généralement, la portée de chaque système doit moins être entendue comme valeur absolue, au-delà de laquelle aucun tir ne serait possible, que comme indicateur de l'étendue de la zone pouvant être battue par les feux plus ou moins précis. De même, bien que l'existence d'une portée minimale (mortiers, canons de 155 mm, LRU) puisse être contraignante afin de disposer d'une flexibilité maximale en termes de solution de tirs, elle est rarement handicapante : en combat linéaire, ces pièces peuvent être positionnées légèrement à l'arrière du front, la portée minimale servant de zone tampon assurant une meilleure protection aux pièces d'artillerie, et la zone battue par les feux pouvant ainsi commencer immédiatement sur la ligne de front. La question peut être plus problématique en combat non-linéaire, par exemple en milieu urbain, où des cibles fugaces peuvent apparaître à des distances trop courtes pour permettre une application des feux indirects, mais sans qu'il soit possible, en raison des bâtiments, d'établir un contact visuel permettant de réaliser un tir direct. Dans un environnement non-permissif tel qu'un pays en phase de sécurisation, la capacité de tubes d'artillerie à s'offrir une protection mutuelle par l'emploi de leurs propres feux constitue ainsi un fort argument en faveur du développement et de l'acquisition de munitions d'artillerie à guidage de précision garantissant un ECP extrêmement faible (10 mètres ou moins)⁵⁴.

La nature des feux recherchés par les forces terrestres dépend intrinsèquement de la zone considérée pour leur application. Plus les portées seront élevées, plus l'on se situera dans une logique de ciblage et de planification et moins l'emploi du feu s'inscrira dans une logique d'appui direct et réactif au service de la manœuvre, les feux servant plutôt à façonner les engagements en cours en interdisant l'accès à des renforts ou en neutralisant les appuis adverses. Une longue portée combinée à un ciblage de précision permet théoriquement une destruction de cibles fugaces à haute valeur ajoutée (commandement adverse, convoi, etc.), pouvant être liée aux engagements en cours ou s'inscrire dans une logique opérationnelle toute autre.

Jusqu'à 2 à 3 kilomètres de portée, une pléthore d'options existe sur le papier afin de produire une variété d'effets, s'articulant autour de canons sous tourelles blindées, de roquettes et missiles antichars (AT-4, *Eryx*,

⁵⁴ Un déploiement tirant profit des munitions à guidage de précision et du recouvrement des feux pour parvenir à une protection réciproque est par exemple envisagé dans le cas du LRU. *Manuel d'emploi du système Lance-Roquette Unitaire*, document provisoire ART 35.991, Draguignan, Ecole d'artillerie, Armée de Terre, décembre 2011, p. 21.

Milan, etc.) et de mortiers. Dans la pratique, toutes ces capacités ne se retrouveront toutefois pas sur chaque théâtre d'opération, ni *a fortiori* dans chaque engagement – le cas des chars lourds, très rarement employés en opérations extérieures, l'illustre parfaitement. Cet aspect pléthorique ne doit donc pas induire en erreur sur le nombre d'options réellement accessibles au chef interarmes lorsqu'il conduit un engagement.

A travers l'entretien d'une gamme de feux aussi étendue, le but est ainsi de s'assurer que les différents « pions » d'unités de mêlée impliqués dans la manœuvre disposeront organiquement des moyens suffisants pour répondre aux besoins émergeant au cours des situations tactiques anticipées ou rencontrées : à moins d'être engagée contre un ennemi blindé, une compagnie d'infanterie accompagnée d'un peloton de chars AMX-10RC n'aura pas forcément besoin de missiles ou de roquettes antichar, étant capable de détruire une cible durcie avec le canon de 105 mm du char. Elle pourra néanmoins avoir besoin d'un appui de tirs indirects afin de neutraliser des adversaires situés hors du champ de vision et usant de leurs propres feux indirects. A l'inverse, en l'absence d'engins de l'arme blindée cavalerie équipés d'un canon sous tourelle, un GTIA à dominante infanterie aura un besoin combiné de feux rapides et protégés (VBCI, VBMR) pour effectuer des tirs de neutralisation ou détruire des véhicules légers, de roquettes et missiles antichar pour les cibles durcies, et de mortiers pour l'appui à la manœuvre. Enfin, la possession de capacités de feu différenciées sur un segment de portée partiellement similaire traduit également la volonté de disposer de degrés différents de sophistication : la possession de moyens antichar variés (LRAC, *Eryx*, AT-4, *Milan*, etc.) évite d'avoir à utiliser des capacités sophistiquées telles que les missiles face à des cibles pouvant être neutralisées avec des systèmes plus rustiques et moins onéreux tels que le LRAC – ce qui s'est illustré au Mali⁵⁵.

Au-delà de 3 kilomètres, le tir sur des cibles en contact visuel direct devient impossible et cède le pas aux feux indirects. Les mortiers de 81 et de 120 mm peuvent appuyer les unités de mêlée respectivement jusqu'à 6 et 13 km de portée. Efficace dans un rôle antipersonnel à des fins de neutralisation, le mortier ne saura détruire que des cibles n'étant ni durcies, ni blindées, ni même abritées⁵⁶ : il pourra donc contraindre l'infanterie adverse à rester immobile à l'intérieur de bâtiments ou de blindés, voire interdire le mouvement de véhicules non blindés (camions, pickups) hors de leurs abris. L'appui à la manœuvre fourni par les mortiers se traduit également par un emploi soutenu d'obus éclairants ou fumigènes⁵⁷.

⁵⁵ Thibault Capdeville, « Le tir des unités d'infanterie lors de l'opération SERVAL », *Fantassins*, n° 32, printemps-été 2014, p. 56.

⁵⁶ La destruction tactique des cibles blindées ou durcies ne peut être réalisée que par des munitions spéciales des canons de 155 mm. *Manuel d'emploi du groupement tactique d'artillerie équipé du système ATLAS canon*, ART 429/1, Draguignan, Ecole d'application de l'artillerie, Armée de Terre, 6 mai 2005, p. 18.

⁵⁷ Sur les 1225 obus de mortier de 120 mm tirés par la Task Force La Fayette V entre les 1^{er} novembre 2011 et 26 avril 2012, seuls 506 (~41%) étaient des obus explosifs, tandis la Task Force a tiré 274 obus fumigènes (~22%) et 445 obus éclairants (~36%). Cette proportion s'explique certainement par la rareté des tirs de neutralisation avec les mortiers en Afghanistan, en raison des risques de

Entre 5 et 30-40 kilomètres de portée, les forces terrestres pourront enfin bénéficier de l'appui des canons de 155 mm, qui ne s'articuleront bientôt plus qu'autour du seul système d'armes CAESAR. A ce stade, celui-ci peut remplir des missions de neutralisation, de destruction par saturation de zone, voire des tirs précis anti-char grâce à l'obus à guidage de précision BONUS, conçu pour traiter des cibles blindées. Entre 12 et 65 kilomètres, les frappes sol-sol de précision seront envisageables avec les roquettes M31 du LRU, qui bénéficient d'un guidage par centrale inertielle couplée à un GPS. Le LRU peut réaliser des tirs au-delà d'une portée de 80 km, mais la distance réduira progressivement la précision des feux, ainsi que la capacité de la roquette à arriver sur cible avec un angle quasi vertical, ce qui permet ainsi de limiter les risques de dommages collatéraux⁵⁸.

Enfin, lorsqu'ils sont déployés sur le théâtre d'opération, les hélicoptères de l'ALAT peuvent exploiter leur rapidité et leur liberté d'action maximale dans la troisième dimension pour réaliser rapidement des tirs directs et précis à l'aide du canon de 30 mm et des roquettes et missiles embarqués. A partir de l'admission en service opérationnel de la variante HAD (Appui-destruction) du *Tigre*, un tir au-delà de la vue directe sera envisageable grâce aux missiles *Hellfire*, puis à la roquette guidée laser (RGL). Bien que le *Tigre* soit à terme appelé à délivrer l'essentiel des feux de l'ALAT, les *Gazelle Viviane* emportent également des missiles antichars HOT.

A cette variété en termes de portées et de trajectoires de tir correspond une grande diversité des projectiles. En termes de types de charge tout d'abord. Ces derniers sont nombreux et peuvent produire une variété d'effets physiques et psychologiques : charge explosive basique ou charge explosive ajustable (« *scalable* »), permettant de régler la quantité de matière active utilisée dans l'explosion ; charge antipersonnel ou à effet de zone (charges de type canister ou à fragmentation) ; charge creuse ou antichar ; ou encore charge non-létale (fumigène, éclairante, etc.)

Le type de détonateur est une autre manière de varier les effets. Selon les cas, l'effet pourra être adapté à la cible et à l'environnement : là où un détonateur par contact sera privilégié pour abattre des murs, un détonateur avec retardateur sera plus utile pour ébranler des infrastructures ou en détruire l'intérieur, ainsi que pour traiter des cibles enfouies ou durcies. Il sera également utile, combiné à un guidage de précision, afin de restreindre la zone affectée par les effets physiques de l'explosion, limitant ainsi le risque de pertes et dommages collatéraux⁵⁹. A l'inverse, un détonateur de proximité pourra être réglé pour déclencher

dégâts collatéraux. La proportion des obus explosifs et des obus fumigènes ou éclairants est sensiblement différente pour les tirs des CAESAR déployés en Surobi et Kapisa. Sur les 909 obus de 155 mm tirés au cours de la même période, 608 (67%) étaient de type explosif, 119 (13%) de type fumigène et 182 (20%) de type éclairant. Etienne Vollot et Nicolas Bomont, « Des feux mais bien plus encore : les feux dans le combat interarmes », *Fantassins*, n° 29, automne-hiver 2012, p. 73.

⁵⁸ *Manuel d'emploi du système Lance-Roquette Unitaire*, op. cit., p. 15-16.

⁵⁹ Jonathan B. A. Bailey, *Field Artillery and Firepower*, op. cit., p. 524.

l'explosion à une altitude donnée, permettant d'affecter une zone plus ou moins étendue. Enfin, un détonateur à durée variable pourra être utilisé par les canons de 120 mm du *Lec/erc*, par exemple afin de pouvoir déclencher l'explosion de l'obus lorsqu'il passe au-dessus d'un adversaire débarqué mais protégé par des tranchées – et contre lequel un tir direct serait inefficace. Enfin, le système de guidage doit également occuper une place dans la décision du chef tactique interarmes. Certains projectiles sont dotés de systèmes de correction de trajectoire ou/et de guidage terminal (GPS, laser, centrales inertielles, électro-optiques, infrarouge, etc.).

Ainsi, bien que des feux terrestres différents puissent être employés par les forces françaises à toutes les portées entre 0 et près de 100 km, ceci ne signifie pas qu'une même flexibilité est offerte à toutes les distances, quelle que soit la nature des cibles (type, nombre, protection, etc.), de leur environnement direct (présence ou non de civils, proximité des forces amies) et du terrain (relief, intervisibilité, etc.).

Un besoin d'effets tactiques variés

Pour conduire une opération, le chef interarmes dispose ainsi d'une gamme de feux étendue, capable de générer une quantité d'effets tactiques variés en faisant varier les types de trajectoires, les portées, la nature et la puissance de la charge et le nombre d'obus employés. Les effets physiques et psychologiques sur l'adversaire peuvent être de natures très différentes. En se fondant sur la typologie arrêtée dans les règlements de doctrine de l'artillerie⁶⁰, il est possible de distinguer les effets dits « d'agression », les effets sur le mouvement, et les effets dits « spéciaux ».

Tableau 2. Gamme des effets des feux terrestres

<p>Effets d'agression</p> <p>Ciblent les capacités adverses en les frappant directement ou en menaçant de le faire</p> <p>Placent l'adversaire dans une situation d'insécurité</p> <p>Exploitent l'exposition physique de l'adversaire face aux feux amis afin de prendre l'avantage sur lui</p>	<p>Semonce</p>	<p>Tir d'avertissement ou de démonstration de capacité, à l'aide d'obus explosifs ou non létaux, afin de canaliser le comportement de l'adversaire, d'inviter les civils à fuir une zone</p>
	<p>Harcèlement</p>	<p>Tir ponctuel dans le but de porter un sentiment d'insécurité chez l'adversaire, en feignant une préparation d'attaque, le déstabilisant psychologiquement, ou en compliquant son approvisionnement</p>

⁶⁰ *Manuel d'emploi du groupement tactique d'artillerie équipé du système ATLAS canon, op. cit.*, p. 17-19.

	Neutralisation	Tir visant à empêcher un adversaire de poursuivre sa mission, de manière temporaire ou durable, en le forçant à se protéger
	Destruction tactique	Mise hors de combat d'au minimum 30% des cibles adverses, rendant l'unité adverse incapable d'opérer
	Destruction d'infrastructure	Mise hors d'usage d'une infrastructure que l'adversaire utilise – ou pourrait utiliser
Effets sur le mouvement Visent à entraver la liberté de mouvement des forces adverses, soit en les canalisant dans certaines directions, soit en les forçant à l'immobilité Contribuent à créer ou à maintenir un rapport de forces favorable au cours d'un engagement ou en préparation de celui-ci	Arrêt	Tir défensif protégeant des positions amies en établissant une ligne de feu trop coûteuse à franchir par l'adversaire
	Barrage	Tir nourri dans la profondeur, cloisonnant les mouvements adverses : limite la liberté de mouvement, crée de la prévisibilité,
Effets spéciaux Effets non létaux complémentaires aux effets d'agression et sur le mouvement	Aveuglement	Tir d'obus fumigènes visant à masquer (dans le spectre visible et/ou infrarouge) un mouvement d'une unité amie des capacités d'observation adverses
	Eclairement	Tir d'obus éclairants par les appuis indirects afin de dévoiler une manœuvre ou un dispositif ennemi, en appui des forces françaises comme de forces étrangères

La variété constatée des effets tactiques pouvant être recherchés par l'emploi du feu n'est pas liée à un type d'opérations particulier. Au contraire, les catégories étant complémentaires, toute opération d'envergure pourra mêler effets d'agression, effets sur le mouvement et effets spéciaux. Nul besoin d'être en situation de guerre conventionnelle face à un adversaire sophistiqué pour avoir besoin de canaliser les mouvements de l'ennemi, de bloquer sa ligne de vue, de le tromper sur nos intentions ou de détruire une cible durcie : les modes d'actions permettant de le faire sont tout aussi utiles lors des opérations face à des adversaires irréguliers⁶¹.

Les moyens qui seront privilégiés afin de générer les effets tactiques recherchés dépendent d'un grand nombre de paramètres tels que la composition des forces disponibles ou l'environnement dans lequel se déroule le combat (voir partie suivante sur le milieu urbain). Le choix dépend aussi grandement du degré de proximité des troupes amies et ennemies, et donc de la relation entre les feux et la manœuvre⁶². On opposera ainsi les situations où le feu est destiné à l'appui des troupes au contact de l'adversaire des situations où les feux sont destinés à un emploi dans la profondeur. Dans un contexte d'accompagnement au plus proche des unités de mêlée, la réactivité prime, aussi les missions d'agression tendront-elles à être confiées aux armes à tir direct, plus rapides et précises, plutôt qu'aux armes tirant des projectiles suivant des trajectoires indirectes. Celles-ci seront employées pour des effets d'agression à courte portée, mais moins à des fins de destruction qu'à des fins de semonce ou de neutralisation. Elles seront incontournables en situation d'inter visibilité réduite ou lorsqu'un angle élevé d'arrivée sur cible est nécessaire (pour frapper des positions en contrepente, par exemple). Leur emploi en appui rapproché sera facilité lorsqu'elles disposent de projectiles à guidage de précision, ou encore lorsque la possibilité de recourir aux feux indirects sans risque de fratricide ou de pertes collatérales est assurée par l'environnement, ou confirmée par les observateurs avancés ou les éléments ISR évoluant dans la troisième dimension. La diversité des munitions des appuis indirects sera particulièrement sollicitée pour réaliser des effets sur le mouvement de l'adversaire et des effets d'aveuglement ou d'éclairement.

Plus on s'éloignera des zones de contact avec l'adversaire, plus la gamme de moyens sol-sol se rétrécira et devra être combinée avec des appuis ALAT ou aériens. La logique de l'urgence et de la réactivité cèdera progressivement la place à une logique de planification à froid. Dans de telles circonstances, un plan de feux terrestres (155 mm, LRU et ALAT) pourra être conçu de manière à façonner l'environnement opérationnel en préparation de la manœuvre future, pour isoler la zone des combats de renforts potentiels ou des appuis de l'ennemi, neutraliser les capacités de

⁶¹ Voir sur ce point Benoît Royal (dir.), *L'artillerie dans les guerres de contre-insurrection*, Paris, Economica, 2015, en particulier la participation de l'artillerie aux manœuvres de ruse tactique, p. 111-133.

⁶² Defense Science Board, *Integrated Fire Support in the Battlespace*, Washington, DC, Department of Defense, octobre 2004, p. 9.

défense sol-air, détruire des nœuds de communication, voire neutraliser des cibles fugaces à haute valeur ajoutée⁶³.

Les missions de contre-batterie constituent une exception partielle à cette distinction. Selon qu'elles seront initiées en réaction à un tir ou de manière planifiée (préemptive ou préventive), l'accent mis sur la durée de vol du projectile et la précision ne sera pas le même. Ce type de missions a énormément évolué au cours de la dernière décennie : de manière schématique, elles ont dû passer d'une focalisation sur les moyens d'artillerie et les lance-roquettes multiples à longue portée à une lutte contre les moyens d'agression adverses à courte ou moyenne portée, à forte mobilité et à très faible signature : mortiers légers, roquettes sol-sol calibre 107 mm (surnommées CHICOM), 122 ou 127 mm. Dans les environnements caractérisés par une forte menace de feux indirects tels que l'Irak ou le Sud Liban, l'adaptation des missions de contre-batterie est passée par une diversification des moyens d'alerte avancée, de traitement des signaux et une intégration aux niveaux interarmes (hélicoptères) et interarmées (drones ISR, voire armés) plus poussée⁶⁴.

Quels besoins de précision pour les feux terrestres ?

L'amélioration générale de la précision des munitions bénéficie naturellement aux forces terrestres, et en particulier aux feux de l'artillerie. L'acquisition de munitions d'une précision inférieure à 10 mètres leur offre plusieurs avantages forts.

Tout d'abord, dans un contexte caractérisé par une volonté d'éviter tout usage indiscriminé de la force et de réduire au strict minimum les risques de fratricide et de pertes collatérales, la précision constitue un atout extrêmement séduisant. Ceci est d'autant plus vrai au niveau terrestre que cette précision peut se combiner avec une possibilité d'appui-feu décentralisé et une réactivité supérieure à celle des moyens aériens, permettant de réduire le risque qu'un changement de situation dans l'environnement immédiat de la cible se produise entre la décision de tir et l'arrivée sur cible⁶⁵. Cette amélioration confère ainsi une flexibilité tactique aux chefs interarmes lorsqu'ils doivent agir dans des environnements complexes comportant une présence civile (milieux urbains et périurbains principalement), dans lesquels la conduite des opérations ne sera possible qu'à la condition d'une grande maîtrise des effets du feu⁶⁶.

Ensuite, la précision renforce l'efficacité générale des feux indirects, et le contrôle des effets physiques produits sur le terrain. Cette caractéristique est tout particulièrement bienvenue en milieu urbain, où les

⁶³ Voir sur ce point le tableau en annexe 1, « Missions types, buts et effets attendus des feux ».

⁶⁴ *Counter-Rocket, Artillery and Mortar Operations*, Washington, DC, Headquarters, Department of the Army, ATP 3-01.60, 2013, p. 2-1-2-3, 2-6-2-7. Sur les types de moyens de feux indirects chez les adversaires, voir p. F-1-F-7.

⁶⁵ Gary S. Kinne, John A. Tanzi et Jeffrey W. Yaeger, « FA PGMs. Revolutionizing Fires for the Ground Force Commander », *op. cit.*, p. 17.

⁶⁶ John A. Nagl et Paul L. Yingling, « The FA in the Long War. A New Mission in COIN », *Field Artillery*, juillet-août 2006, p. 33-36.

civils et sites sensibles sont nombreux, et où des tirs trop massifs créent, en outre, de nouveaux obstacles pouvant être utilisés comme positions défensives par l'adversaire⁶⁷. Tandis que la dispersion balistique des projectiles s'accroît naturellement avec la portée des tirs indirects, un guidage de précision assure une précision stable indépendamment de la portée d'utilisation de la munition. D'autant que la portée n'est pas la seule contrainte affectant la précision des obus d'artillerie non-guidés : les différences d'élévation entre le tireur et la cible, les conditions météorologiques contribuent également à ce que les obus frappent loin de leurs cibles⁶⁸. La précision accroît l'efficacité tactique des feux indirects en renforçant les possibilités d'appui rapproché par une meilleure synchronisation possible du feu et de la manœuvre. Cette efficacité tactique se traduit également par une plus grande capacité de traitement des cibles isolées à forte valeur ajoutée, qu'elles soient véhiculaires ou infra-véhiculaires⁶⁹, et cette fiabilité nouvelle renforce de fait sa capacité à couvrir tout le spectre des menaces. En Irak, la première utilisation de l'obus XM982 *Excalibur* à guidage GPS, le 14 juillet 2007, a ainsi eu pour objectif de tuer un responsable local d'Al-Qaïda, Abu Jurah⁷⁰.

Un troisième avantage offert aux unités d'artillerie par les munitions de précision est la réduction considérable de l'empreinte logistique⁷¹. Dans le cadre des missions de destruction, le guidage de précision permet de substituer la qualité à la quantité, en rendant superflue la destruction d'objectifs par saturation de zone. Avec la réduction du nombre d'obus requis pour traiter une cible donnée se produit ainsi une réduction du fardeau logistique de chaque batterie ou, en considérant cette évolution sous un autre angle, une efficacité tactique nettement supérieure dans un périmètre logistique constant⁷².

Bien que porteuse d'avantages évidents, tant aux niveaux tactique, stratégique que logistique, cette amélioration de la précision des feux terrestres se heurte à des contraintes en limitant l'efficacité et l'apport, et devant être prises en compte afin d'évaluer la place pouvant être occupée par les munitions de précision dans les feux terrestres.

⁶⁷ *Mémento sur l'artillerie en zone urbaine*, ART 30.001, Draguignan, Ecole d'application de l'artillerie, Armée de Terre, 10 juillet 2014, p. 9-10.

⁶⁸ L'ECP des munitions de 155 mm américaines, estimé à 106 m à une distance de 25 km, passe à 300 mètres en terrain montagneux. Joseph Henrotin, « Combat moderne : quelles mutations pour l'artillerie à l'aune de l'expérience afghane ? », *Défense & Sécurité Internationale*, n° 62, septembre 2010.

⁶⁹ *Integrated Fire Support in the Battlespace*, *op. cit.*, p. 3.

⁷⁰ Deux obus *Excalibur* ont été tirés sur le bâtiment dans lequel se tenait une réunion de cadres d'Al-Qaïda. Dale Andrade, *Surgings South of Baghdad. The 3rd Infantry Division and Task Force Marne in Iraq, 2007-2008*, Washington, DC, Center for Military History, U.S. Army, 2010, p. 154-155. Malgré ces avantages, les munitions de précision semblent avoir été peu utilisées en Afghanistan. Cf. Gene Meredith *et alii.*, « A Current Assessment of Excalibur Employment in Afghanistan », *Fires*, mars-avril 2012, p. 27-32.

⁷¹ Gary S. Kinne, John A. Tanzi et Jeffrey W. Yaeger, « FA PGMs. Revolutionizing Fires for the Ground Force Commander », *op. cit.*, p. 17.

⁷² Sur ce point, voir Guy Hubin, *Perspectives tactiques*, Paris, Economica, 2000, p. 23-26.

Tout d'abord, le milieu terrestre reste éminemment plus complexe, opaque et difficile à surveiller que les domaines naval (à l'exception du milieu sous-marin) et, surtout, aérien. La végétation, le relief y sont variés. La présence de civils, la multitude d'obstacles et de couverts gênant les missions de reconnaissance et les déplacements, les problèmes d'inter visibilité et la nécessité de composer avec un environnement souterrain opaque sont autant de problèmes pour les capacités de ciblage qu'on ne peut ignorer ni résoudre pour le moment. A cette complexité intrinsèque se combinent les conditions requises pour que le potentiel de ces munitions soit pleinement exploité : la capacité à tirer profit d'une munition disposant d'un ECP métrique repose sur une grande qualité du renseignement tactique qui dépend de la présence de capteurs et de leurs capacités à transmettre les informations permettant le ciblage en temps voulu. Or, les capteurs aériens requis pour les tirs indirects dans la profondeur du théâtre ne sont utilisables que dans des environnements permissifs, c'est-à-dire sans menace sol-air. De même, la complexité physique et électromagnétique de l'environnement urbain, mais plus généralement le cloisonnement des environnements terrestres où se déroulent les combats rendent difficiles le suivi et le traitement des cibles mobiles. Enfin, bien souvent, les systèmes d'acquisition ne permettent pas d'obtenir une précision aussi grande que celle permise par les munitions, résultant en un emploi sous-optimal.

De plus, cette augmentation de la précision s'accompagne de plusieurs contreparties négatives, la première étant le coût unitaire des munitions à ECP très réduit. Malgré la baisse continue du coût des composants électroniques, le coût unitaire d'une munition à guidage de précision reste très nettement supérieur à celui des munitions non-guidées. Un obus américain de 155 mm classique coûte entre 500 et 1000 dollars à l'unité. La première version de l'obus *Excalibur* (XM982 IA) coûtait près de 150 000 dollars, et la seconde (XM982 IB) coûte encore près de 78 000 dollars⁷³. Une roquette unitaire M31 de précision métrique destinée aux lanceurs de types LRU/GMLRS/HIMARS coûte quant à elle entre 90 000 et 100 000 dollars⁷⁴. De plus, la sophistication de ces types de munitions induit des coûts de maintien en condition opérationnelle (MCO) accrus, et une durée de vie limitée à une dizaine d'années – sauf à initier d'onéreux programmes de prolongement de la durée de vie. Ce prix unitaire signifie que le volume de munitions guidées de précision (ECP inférieur à 10 mètres) au sein de l'artillerie sol-sol ne pourra que rester limité à l'avenir⁷⁵.

Ceci est d'autant plus dommageable qu'aucun mode de guidage de précision n'est parfaitement fiable : les centrales inertielle restent d'une précision imparfaite, le guidage laser implique une ligne de vue directe et une illumination constante, non-obstruées par du brouillard ou des fumigènes, et enfin le guidage GPS ou radar est susceptible d'être affecté

⁷³ Général Chiarelli, *in Subcommittee on Readiness Hearing on Budget Request for the Military Services' Operation and Maintenance Funding*, Committee on Armed Services, House of Representatives, 111th Congress, Washington, DC, 16 mars 2010, p. 12-13.

⁷⁴ Joseph Henrotin, « Combat moderne : quelles mutations pour l'artillerie à l'aune de l'expérience afghane ? », *op. cit.*

⁷⁵ Fires Center of Excellence Capability Development and Integration Doctrine, « How Do We Define Massing Fires? », *Fires*, mars-avril 2014, p. 24.

par des contre-mesures adverses (brouillage), qui seront à l'avenir de plus en plus aisément disponibles⁷⁶. La combinaison de différents modes au sein d'une même munition, voie de développement suivie pour certaines munitions air-sol, impliquerait un coût prohibitif, incompatible avec les besoins des forces terrestres.

Plutôt que de développer des obus ayant un ECP inférieur à 10 mètres, mais un coût unitaire très élevé, certains industriels ont conçu des kits améliorant la précision d'obus classiques de 120 mm et de 155 mm. Aux Etats-Unis, le *Precision Guidance Kit* (PGK) XM1156 permet de modifier le détonateur placé au sommet des obus de 155 mm pour y introduire un dispositif de correction de trajectoire guidé par GPS. Le même type de chemin a été emprunté par Nexter pour la conception du détonateur *Spacido*. L'ECP du PGK qui en résulte (inférieur à 50 m), s'il est supérieur à celui de l'*Excalibur* (inférieur à 10 m), permet de réduire drastiquement les effets de dispersion et l'imprécision à longue portée. Un kit PGK est réputé coûter moins de 10 000 dollars – le chiffre le plus couramment évoqué est 3 000 dollars⁷⁷.

Tableau 3. Ecart circulaire probable d'un obus de 155 mm tiré par un *Paladin*, avec ou sans PGK⁷⁸

Portée	15 km	20 km	25 km	30 km
Obus 155 mm classique	95 m	115 m	140 m	275 m
Obus 155 mm classique doté d'un PGK	50 m			

L'avantage relatif d'un kit de guidage tel que le PGK, dont une variante a également été développée pour les obus de mortiers de 120 mm, réside donc dans le compromis qu'il propose entre un ECP réduit et un coût abordable. Sans pour autant se substituer totalement au besoin de munitions de précision métrique, des systèmes tels que le PGK ou *Spacido* offrent la possibilité d'acquérir en grand nombre des munitions considérablement plus fiables et, puisque leur avantage relatif sur un obus classique s'accroît avec la portée, pouvant être particulièrement utiles pour les frappes dans la profondeur.

⁷⁶ Frank Oliveri, « The Pentagon's GPS Problem », *CQ Weekly*, 9 février 2013, accessible à l'adresse : <http://public.cq.com/docs/weeklyreport/weeklyreport-00004218242.html?src=db>.

⁷⁷ Barry D. Watts, *The Evolution of Precision Strike*, Washington, DC, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2013, p. 13.

⁷⁸ Nate Fischer, « The Need for Non-Precision, Near-Precision and Precision Fires Within the Army Portfolio », présentation donnée dans le cadre de la Precision Strike Annual Review, 20 mars 2013.

La capacité des feux sol-sol à réaliser des frappes de précision est amenée à se renforcer drastiquement dans les prochaines années. L'acquisition de munitions de précision à guidage terminal ou de systèmes de correction de trajectoire pour les appuis indirects (120 et 155 mm) offrirait ainsi une liberté d'action sensiblement accrue dans une multitude de circonstances complexes. Pourtant, s'il importe que la France se dote de moyens de frappe sol-sol de précision autre que le LRU, les forces terrestres n'ont pas vocation à n'utiliser que des munitions de précision. Une précision métrique rend considérablement plus efficaces certains effets d'agression comme la destruction tactique ou la neutralisation, à condition bien sûr de disposer des données d'acquisition idoines, mais elle est rarement indispensable pour réaliser des effets de harcèlement ou des effets sur le mouvement adverse (arrêt, barrage)⁷⁹. De même, dès lors que l'observation de la cible ne sera pas possible, une destruction par saturation de zone – très consommatrice en obus explosifs – sera à nouveau nécessaire (voir *infra*).

L'incertitude concernant les conditions dans lesquelles opéreront les forces terrestres à l'avenir invite ainsi à la prudence quant à la centralité à donner aux munitions sol-sol de précision. Le glissement vers une force terrestre centrée sur des feux de précision deviendrait contre-productif s'il aboutissait à une réduction du volume de feu disponible sur le théâtre en raison du coût unitaire des munitions guidées, aboutissant à réduire le caractère destructeur, protecteur ou dissuasif du feu. De plus, dans la perspective d'une éventuelle remontée en puissance rendue nécessaire par l'émergence d'un adversaire conventionnel, il importe de se garder de placer les forces terrestres dans une relation de dépendance à l'égard de la précision. Dans les situations de guerre conventionnelle, où les processus et capacités ISTAR seront activement perturbés par l'adversaire, les forces terrestres doivent pouvoir disposer des moyens de tirs indirects et des volumes de munitions requis pour réaliser des feux massifs.

Volume et précision sont donc profondément complémentaires, mais pas substituables. Dans certaines circonstances, chacun pourra partiellement et imparfaitement compenser une faiblesse de l'autre, mais la combinaison des deux sera nécessaire à tout plan d'opération futur.

⁷⁹ Voir par exemple Gulliver (pseudonyme), « Is precision-fire artillery less important than we thought? », blog *Inkspots*, 18 mars 2010, accessible à l'adresse: <http://tachesdhuile.blogspot.fr/2010/03/is-precision-fire-artillery-less.html>.

Quels feux pour quelles missions ?

Les feux terrestres peuvent être engagés dans des opérations au caractère et aux finalités extrêmement variés. Le mode principal de conduite de l'action (offensif, défensif, sécurisation), la phase de l'opération dans laquelle l'action s'inscrit (intervention/coercition ou stabilisation) ont ainsi un impact lourd sur la fréquence d'emploi des feux, le type de missions assignées aux feux et le type d'effets recherchés⁸⁰. Selon les cas, les feux peuvent ainsi être employés en priorité comme un moyen de démonstration de force, de destruction, d'affaiblissement, de protection, de canalisation, de ruse ou d'interdiction. En fonction des circonstances, l'importance accordée à la maîtrise des effets des feux et les difficultés rencontrées varieront. Ainsi, la maîtrise des effets ne constitue pas seulement une préoccupation spécifique aux opérations de stabilisation complexes voyant une très forte contrainte politique : bien qu'avec un poids variable, son influence semble appelée à peser à l'avenir dans la grande majorité des opérations terrestres.

La finalité tactique et opérationnelle de l'action ne constitue pas la seule ou même la principale variable déterminant la forme prise par les feux, la possibilité d'une maîtrise des effets et la pertinence même de ce type considérations. Certains milieux physiques dans lesquels se déroulent les opérations terrestres constituent ainsi un cadre intrinsèquement contraignant, tant en termes de manœuvre que d'emploi des feux. C'est particulièrement le cas de la zone urbaine qui constitue à bien des égards un cadre dimensionnant pour toute réflexion sur la maîtrise des effets du feu par les forces terrestres.

L'approche par types d'opérations

Les contraintes pesant sur l'action militaire et la gamme d'effets recherchés à travers l'emploi de la puissance de feu varient selon la nature des opérations, et en particulier selon la nature de l'adversaire (conventionnel, hybride, irrégulier), le temps disponible pour réaliser la montée en puissance sur le théâtre, le style de combat pouvant être anticipé (offensif ou défensif, fluide ou statique, etc.) et la possession, ou non, de la maîtrise du ciel. Chaque opération verra ainsi les équilibres interarmées et interarmes varier.

S'il est impossible de recenser l'intégralité des types d'opérations terrestres envisageables, il est toutefois possible d'identifier des idéaux-types d'opérations dans lesquelles les forces terrestres françaises

⁸⁰ De même, l'emploi des feux peut ne pas se faire en soutien de la manœuvre principale, mais comme moyen de diversion ou de déception.

pourraient être impliquées et d'examiner, dans chaque cas, le poids des feux terrestres, les types d'effets recherchés et de feux privilégiés et les paramètres opérationnels et stratégiques anticipés. Trois types d'opérations ont ainsi été analysés : les opérations de stabilisation et de contre-insurrection, les opérations de raid stratégique, et enfin un affrontement conventionnel. Dans chaque cas, l'analyse s'est concentrée sur les adversaires et modes d'actions probables, et non sur le milieu physique dans lequel l'action pourrait être conduite, celui-ci dépendant des théâtres et donc de circonstances non génériques.

Stabilisation et contre-insurrection

La puissance de feu tient une place contestée dans les opérations de stabilisation et de contre-insurrection. Les feux indirects et les chars se sont fréquemment trouvés marginalisés dans le cadre de telles opérations, les lignes d'opérations mises en avant insistant généralement sur les actions « non-cinétiques ». L'imbrication des combattants adverses au sein de la population et la nécessité d'acquiescer ou de conserver le soutien de celle-ci et donc d'éviter les dommages collatéraux, condition nécessaire mais pas suffisante d'une sortie de conflit durable, militent pour une retenue dans l'emploi de la puissance de feu⁸¹. Les dirigeants politiques sont d'autant plus réticents à autoriser l'emploi de l'artillerie et des chars, considérés comme des armes « de guerre », que ce type de conflit est souvent présenté comme une « opération de paix ». Par crainte d'envoyer aux opinions publiques l'impression d'un usage disproportionné de la force ou d'un aveu d'échec des tentatives de normalisation, les chars lourds ne seront quasiment jamais déployés. De même, l'artillerie française n'a été déployée en Afghanistan que dans des quantités limitées, et seulement après que l'embuscade d'Uzbin a dramatiquement rappelé aux décideurs politiques le coût potentiel que peut avoir une opération terrestre conduite sans appui-feu significatif.

De plus, les opérations de contre-insurrection et de stabilisation opposent par définition la force terrestre à des adversaires irréguliers. Qu'ils soient structurés et soutenus par une base populaire ou qu'ils se bornent à des actions de guérilla (harcèlement, embuscades, terrorisme, etc.) à petite échelle, ils privilégient des modes de combat irréguliers, qui n'offrent que peu d'opportunités de tir.

En réalité, la puissance de feu se trouve, dans le cadre de ces conflits, prise en étau entre deux impulsions. D'une part, les choix tactiques et stratégiques adverses visent délibérément à annuler l'avantage du feu de la puissance régulière, en neutralisant soit les effets des tirs soit les capacités d'observation : ils recherchent ainsi une imbrication tactique systématique avec la population ou les forces de stabilisation, un ancrage dans les terrains les plus cloisonnés (milieux urbain et périurbain, végétation dense, relief), posant des défis majeurs aux capacités ISR et aux possibilités de manœuvre et de tir.

⁸¹ Laurent Fromaget, « Le feu dans le modèle de guerre occidentale. De l'intégration tactique aux dommages collatéraux », *Focus stratégique*, n° 17, juin 2009.

D'autre part, on assiste depuis une décennie à un durcissement des capacités adverses (équipement de qualité et de nombre croissants) et à leur aguerrissement tactique (meilleure utilisation du couvert), qui en font souvent des adversaires compétents, élevant le niveau d'exigence des forces occidentales, et en particulier l'intégration de la manœuvre et du feu. En parallèle, les faibles effectifs des forces occidentales déployées sur le théâtre pour contrôler des étendues extrêmement vastes, et la volonté de limiter les risques de pertes en opérations encourageant à s'appuyer sur une puissance de feu permettant de limiter les risques et de détruire l'ennemi à distance de sécurité⁸². Le besoin identifié de maîtriser les effets du feu répond ainsi à ces impulsions divergentes, en tentant de concilier efficacité tactique (protection de la force, neutralisation des groupes adverses) et efficacité stratégique (acceptabilité politique de la présence de troupes étrangères, soutien – ou, au minimum, indifférence – de l'opinion publique à une opération extérieure)⁸³.

Au cours des dix dernières années, l'emploi du feu en contre-insurrection a donc dû être repensé dans sa diversité, afin de répondre aux besoins opérationnels et stratégiques spécifiques⁸⁴. La prégnance des considérations politiques impose ainsi tout d'abord un contrôle étroit des effets physiques des armes et des autorisations de tir dans les zones habitées ou fréquentées par les civils – villes, hameaux, fonds de vallées, proximité des cours d'eau, axes de circulation, etc. – et une coordination étroite des règles de recours au feu et des opérations d'influence et de communication stratégique.

L'imbrication tactique entre combattants et le nombre relativement faible de forces terrestres déployées au regard des étendues à contrôler aboutit fréquemment à des situations d'embuscade caractérisées par des rapports de force défavorables. Dans de telles circonstances, il est indispensable de reprendre rapidement l'initiative, ce qui impose à la fois une grande réactivité dans l'appui aux troupes engagées au contact, mais également un besoin de précision. Les surfaces devant être couvertes et l'insuffisance des feux organiques des SGTIA pour conserver ou reprendre l'initiative amènent à un recours fréquent aux feux de l'ALAT, aux feux indirects de l'artillerie, et à l'appui aérien rapproché (*Close Air Support*). La maîtrise de la troisième dimension, les vastes étendues pouvant être battues par les feux sol-sol (155 mm et roquettes à guidage GPS) et le contrôle des points hauts confèrent aux forces occidentales une ubiquité qui peut être exploitée afin de réagir très rapidement aux initiatives hostiles, voire de les dissuader par des démonstrations et des coups de semonce réguliers.

⁸² En 2007 dans le Helmand, les troupes canadiennes ont tiré une moyenne de près de 20 obus d'artillerie par jour. Au cours de la même période, elles ont tiré plus de 1400 obus de chars. Joseph Henrotin, « Combat moderne : quelles mutations de l'artillerie à l'aune de l'expérience afghane ? », *op. cit.*

⁸³ Sur la place des feux d'artillerie dans ce type d'opérations, on lira avec grand profit Benoît Royal (dir.), *L'artillerie dans les guerres de contre-insurrection*, *op. cit.*

⁸⁴ Voir notamment Elie Tenenbaum, « Entre ciel et terre. Le débat air-sol et les défis de l'appui-feu », *Focus stratégique*, n° 35, février 2012, p. 29-57.

Les enseignements des missions de stabilisation et de contre-insurrection au regard de la maîtrise des effets de la puissance de feu sont paradoxaux. Elles constituent un cadre très contraignant en termes d'emploi du feu, et les dix dernières années ont vu progresser l'expérience occidentale et la compréhension des défis et savoir-faire pertinents en termes de maîtrise des effets dans ce type de missions. Pour autant, ce type de missions a abouti à des résultats si peu concluants en termes politiques et à un tel effet de lassitude sur les scènes nationales qu'une décision d'initier ce type d'opération au cours des dix prochaines années apparaît très improbable.

Il s'agit néanmoins d'être « discriminant » dans les leçons tirées de ces engagements, nombre d'entre elles apparaissant pertinentes bien au-delà des seules opérations de contre-insurrection en coalition. Ainsi, au seul niveau français, bien qu'aucune opération de contre-insurrection ou de stabilisation d'envergure ne soit envisagée, il importe de capitaliser sur l'expérience gagnée en Afghanistan en termes de maîtrise des effets, tant celle-ci pourrait être profitable dans le cadre des missions à empreinte terrestre légère en cours en RCA ou qui pourraient être nécessaires dans le cadre de l'opération *Barkhane*.

Raid stratégique

Le raid stratégique est une opération aéroterrestre initiée sur court préavis, fondée sur l'action rapide. Au niveau terrestre, elle est conduite par une force interarmes d'un volume limité, répondant à un besoin urgent (coup d'arrêt, protection et évacuation de ressortissants dans une situation de détérioration brutale de la sécurité, etc.) face à un adversaire *a priori* peu sophistiqué ou aux effectifs relativement réduits. A l'instar de l'opération Serval, ce type d'opérations se caractérise par un rythme opérationnel très soutenu, une action dans la profondeur, de fortes élongations et une durée limitée de la phase initiale de coercition. La réactivité étant indispensable, la force interarmes sera *a priori* soit constituée sur une base purement nationale, soit faite de plusieurs forces nationales évoluant sur des axes de progression distincts.

Bien que ce type d'opération n'ait pas été fréquemment mené par la France au cours des deux dernières décennies, elle pourrait représenter un mode opératoire permettant de répondre opportunément à la réémergence d'une menace irrégulière significative que l'opération *Barkhane* ne serait parvenue à contenir. Il s'agit par ailleurs d'un type d'opération pour lequel l'US Marine Corps serait remarquablement dimensionné, qu'elle se déroule sur un théâtre littoral ou non.

Sur la base de l'expérience malienne et d'autres scénarios potentiels, les paramètres structurants de ce type d'opération en termes d'emploi des feux et de maîtrise de leurs effets semblent être les élongations fortes, le besoin de réactivité stratégique, opérative et tactique, la légèreté et la mobilité de l'adversaire.

Les fortes élongations impliquent la surveillance de zones particulièrement vastes, et un besoin d'application de feux très en

profondeur sur des cibles légères et mobiles, n'étant pas forcément au contact ou à portée des feux sol-sol. Ceci plaide pour un recours assez important aux plateformes aériennes (avions de chasse, ATL-2, mais plus encore de moyens ALAT ou drones MALE éventuellement armés), tant à des fins d'acquisition du renseignement que de traitement des cibles, et donc une étroite coordination air-sol. Ces élongations privilégient également un recours aux feux indirects autotractés tels que le CAESAR, ayant une empreinte logistique relativement faible, qui sont capables de battre de leurs feux (à guidage de précision ou non) une zone très vaste, une batterie de deux pièces pouvant appuyer la progression simultanée de plusieurs colonnes potentiellement séparées de plusieurs dizaines de kilomètres⁸⁵. Au-delà des zones battues par les feux de 155 mm, les moyens ALAT peuvent également apporter des soutiens ponctuels. La réactivité stratégique et opérative peut impliquer un recours aux troupes aéroportées, dont la faiblesse en termes de puissance de feu (seuls les mortiers de 120 mm peuvent être aérolargués) devrait elle aussi être compensée temporairement par les CAESAR à portée, les moyens ALAT ou autres plateformes volantes, en attendant un renfort véhiculaire.

La superficie du théâtre d'opérations et la présence éventuelle de vastes étendues vides permettent un éclatement des GTIA en de multiples pions de manœuvre, possible en raison de la faiblesse relative de l'adversaire. Chacun de ces petits groupements *ad hoc* devant avant tout compter sur ses feux organiques, majoritairement directs, pour réaliser les effets tactiques recherchés : un nombre très limité de canons sous tourelle blindée combinant protection face aux armes légères et puissance de feu (ERC 90, AMX-10RC ou VBCI), renforcé par des roquettes et missiles antichar. Les élongations ne doivent pas induire en erreur quant au terrain sur lequel l'essentiel des combats se déroule : les adversaires continuent de privilégier les espaces confinés et l'imbrication tactique pour initier un contact avec les forces françaises ou pour tenter de leur résister. Au Mali, ainsi, les groupes djihadistes ont de préférence livré des combats à partir de terrains accidentés, urbanisés, ou au sein d'espaces cloisonnés (oueds), leur permettant d'engager les forces terrestres à courte distance⁸⁶ – posant là encore des risques de fratricide et éventuellement de dommages collatéraux. Une éventuelle résistance trop forte pourrait être traitée par un appui des feux indirects à longue portée, pour des effets de neutralisation ou d'aveuglement, voire par des moyens ALAT ou aériens pour des effets de destruction⁸⁷.

La fugacité des cibles, leur signature et volume réduits et les étendues à couvrir n'empêchent pas nécessairement la conduite de missions de feux dans la profondeur, par exemple des missions d'interdiction réalisées par l'ALAT, le LRU ou le CAESAR. Un terrain

⁸⁵ Au Mali, le canon CAESAR ne semble pas avoir connu de difficultés importantes liées au terrain, alors que celui-ci semble avoir posé des problèmes aux VAB, et donc aux mortiers de 120 mm qu'ils tractaient. Eric Lendroit, « Engagement de l'artillerie dans l'opération SERVAL », *Arti*, n° 18, juillet 2013, p. 13.

⁸⁶ Thibault Capdeville, « Le tir des unités d'infanterie lors de l'opération SERVAL », *op. cit.*, p. 54 ; Didier Peyras, « La B2 du 68° RAA dans l'opération SERVAL au Mali », *Arti*, n° 18, juillet 2013, p. 19.

⁸⁷ Jean-David Peris, « SERVAL 1, phase destruction : retour d'expérience du 3^e escadron du RICM », *Cavalerie*, février 2014, p. 30.

suffisamment dégagé pour permettre la détection et le suivi sur une durée suffisante rend possible un traitement de la cible. La visibilité étant bonne et la frappe réalisée loin des unités au sol, la maîtrise des effets ne représenterait *a priori* pas ici une contrainte lourde sur le chef interarmes. Elle pourrait néanmoins devenir contraignante dès lors que la cible est à haute valeur ajoutée (convoi de personnalités, matériel important, etc.) et stationnaire dans un environnement urbanisé, requérant le recours à des moyens tels que la roquette M31 du LRU.

En définitive, bien qu'il diffère profondément des modes opératoires employés en stabilisation ou en contre-insurrection, le raid stratégique n'échapperait pas aux impératifs de la maîtrise des effets : la contrainte politique serait toujours présente, et les tactiques d'imbrication privilégiées par les adversaires irréguliers visent précisément à neutraliser la supériorité des feux des forces occidentales en faisant peser sur ces dernières un risque de fratricide. Si la couverture ISTAR et les moyens de feux dans la profondeur le permettent, néanmoins, certains effets d'agression reposant sur la saturation de zone pourraient trouver leur place dans la palette des moyens utilisés par le chef interarmes – à condition toutefois que celui-ci puisse générer un volume de feu suffisant sur la zone.

Opérations conventionnelles contre un adversaire régional

Dans le cadre des opérations conduites par les forces terrestres françaises depuis la fin de la guerre froide, celles-ci n'ont été confrontées qu'à des adversaires irréguliers : en ex-Yougoslavie, en Afrique sub-saharienne, au Liban et en Afghanistan, elles ont affronté des miliciens, rebelles, terroristes ou insurgés. Ce type d'acteur a su représenter un adversaire formidable, l'irrégularité n'empêchant ni l'aguerrissement ni une dose de sophistication organisationnelle ou technologique. Néanmoins, l'irrégularité demeure un choix lié à un déséquilibre des forces, tant aux niveaux qualitatif que quantitatif. Elle exclut donc certains modes d'action pouvant perturber – voire menacer – la capacité des forces terrestres occidentales à tirer profit de leur puissance de feu.

Les scénarios de guerre conventionnelle régionale impliquant les forces terrestres françaises demeurent très improbables. Il importe pourtant de s'intéresser à ce type de cadre opérationnel et stratégique et à l'impact qu'il aurait sur les feux terrestres et la maîtrise des effets, tout d'abord parce que l'objectif identifié par les forces françaises est d'être crédibles sur tout le spectre de la conflictualité. Or, les scénarios de guerre conventionnelle représentent un degré d'exigence en termes de puissance de feu et une gamme d'effets à réaliser profondément différents des interventions récentes. Exclure d'emblée ce type de scénario de l'analyse des besoins des forces terrestres alors même que le Livre Blanc les prévoit serait contre-productif, voire dangereux, en aboutissant à des décisions délaissant des segments capacitaires dimensionnants ou négligeant la préparation des forces pour des missions encore envisagées par le pouvoir politique. Ensuite, l'éventualité d'avoir à réaliser une remontée en puissance afin d'intervenir face à une menace régionale ne saurait être

exclue⁸⁸, qu'il s'agisse d'une opération de changement de régime face à un Etat déstabilisant une région d'intérêt stratégique ou d'une mesure de défense collective de l'Europe. Bien que la guerre en Ukraine ne semble pas pouvoir impliquer les intérêts nationaux au point d'amener à une intervention terrestre française, elle impose néanmoins d'évaluer les problèmes que poserait une nouvelle bouffée d'aventurisme russe frappant cette fois-ci un pays membre de l'OTAN. La volonté des pays membres de l'OTAN de renforcer les capacités de dissuasion conventionnelle et de réassurance de l'Alliance face à toute tentative de déstabilisation ou d'agression russe implique de garantir la crédibilité tactique et opérationnelle des éléments terrestres qui pourraient contribuer à de telles missions.

La première spécificité de ce type d'opérations est la présence d'un adversaire ayant les moyens de contester au moins partiellement la liberté d'action occidentale dans la troisième dimension. En raison du renforcement des capacités sol-air, il serait déraisonnable de tenir pour acquise la capacité à disposer de la couverture ISR qui a été fournie par les drones tactiques ou MALE lors des opérations récentes, ce qui relativiserait fortement l'apport des munitions à guidage de précision de type laser ou GPS – d'autant que les signaux GPS seraient certainement brouillés⁸⁹. Comme lors de l'opération *Iraqi Freedom*, les feux devraient principalement compter sur leurs capacités ISR propres, voire sur la seule observation avancée⁹⁰. De même, les moyens hélicoptères de l'ALAT seront nettement plus exposés qu'au cours des conflits récents.

Dans le cadre des missions de défense collective et de réassurance, l'absence de supériorité aérienne occidentale poserait des problèmes allant au-delà du seul recueil ISR : des frappes air-sol ou sol-sol d'appui-feu ou d'interdiction pourraient cibler les forces terrestres occidentales, exposant leurs arrières à des menaces pour lesquelles elles ne se préparent plus depuis plus de vingt ans. La possession par l'adversaire de moyens de frappe sol-sol à longue portée, de contre-batterie, voire de capacités de frappe air-sol pose ainsi la question de la protection des feux de la force terrestre. Bien que le choix de feux indirects autotractés incarné par le CAESAR confère une certaine protection face à la contre-batterie, à travers l'aptitude au « *shoot and scoot* », la faiblesse de la protection de la plateforme en comparaison des obusiers autotractés blindés (AUF-1, PzH 2000, etc.) pourrait être handicapante.

Une autre différence de taille propre aux opérations de changement de régime ou de défense collective face à un adversaire conventionnel réside dans les volumes (nombre de tubes et de munitions) requis pour les plans de feux, nettement supérieurs aux besoins constatés au cours des opérations récentes. Réaliser des effets d'arrêt, de neutralisation ou de barrage face à des unités mécanisées ou blindées est extrêmement consommateur en munitions : les documents de référence de l'artillerie

⁸⁸ Guillaume Garnier, « Les chausse-trapes de la remontée en puissance », *Focus stratégique*, n° 52, mai 2014.

⁸⁹ Sur ces points, se reporter à C. Brustlein, E. de Durand et E. Tenenbaum, *La suprématie aérienne en péril*, op. cit.

⁹⁰ *Integrated Fire Support in the Battlespace*, op. cit., p. 10.

considèrent qu'il faut près de 160 obus explosifs de 155 mm pour réaliser un effet d'arrêt face un escadron blindé ou une compagnie mécanisée⁹¹. Le recours à des obus antichar à guidage de précision de type ACED/BONUS F1/F2 permettrait probablement de remplir une mission de destruction en divisant le nombre d'obus par 5 ou 6, à condition toutefois de pouvoir opérer malgré les tirs de contre-batterie adverses, et que les obus soient disponibles en nombre suffisant.

Le besoin de volumes importants de feux face à un adversaire conventionnel – que ce soit en raison de la nature de la cible ou de perturbations dans la conduite du processus ISTAR interdisant un recours aux munitions de précision – ne signifierait toutefois pas que disparaîtraient les considérations liées à la maîtrise des effets. Tout d'abord, une opération de changement de régime n'aurait aucun sens stratégique si elle était accomplie sans tenter dès le temps de guerre de préserver les bases nécessaires à une stabilisation post-conflit. Dès la conduite des opérations, le chef interarmes et, au-delà, le commandement du théâtre devraient ainsi concilier ses besoins en feux massifs et l'impératif de la maîtrise des effets collatéraux.

Dans le cadre d'une mission de défense collective et de réassurance, une analyse rapide voudrait que la maîtrise des effets soit évacuée des préoccupations opérationnelles et stratégiques des décideurs militaires et politiques, l'enjeu du conflit étant tel que le risque de pertes collatérales, voire de fratricide, serait mieux toléré. Ceci ne signifie pourtant pas que la maîtrise des effets n'aurait aucun rôle à tenir dans les plans d'opérations et de feux d'une force terrestre occidentale confrontée à une agression directe ou à des infiltrations. Face à une puissance nucléaire ayant un seuil d'emploi de l'arme nucléaire relativement bas, qu'il s'agisse de la Russie ou d'un Etat proliférant, la maîtrise des effets devrait être corrélée dans la gestion du processus d'escalade, et devrait au minimum sensibiliser les chefs politiques et militaires à l'existence de moyens russes sol-sol à vocation duale (SS-21 et SS-26 dans le cas russe) pouvant parfois évoluer à portée des feux indirects occidentaux.

Ce type de scénario illustre ainsi les problèmes posés par la réduction du nombre de tubes au sein des formations d'artillerie occidentales depuis la fin de la guerre froide : l'absence de supériorité aérienne, l'exposition accrue des forces terrestres aux frappes de contre-batterie et d'interdiction adverses, et les volumes de feux requis pour traiter des forces terrestres blindées et mécanisées mettraient à mal le modèle militaire occidental actuel. Paradoxalement, alors même les capacités de frappe sol-sol de précision ont été conçues dans la perspective d'un affrontement symétrique, leur valeur ajoutée pourrait être nettement plus grande dans des situations de déséquilibre de puissance marqué, voire d'asymétrie, que face à des adversaires ayant à leur disposition une palette d'options plus large pour contester l'avantage militaire occidental.

⁹¹ *Manuel d'emploi du groupement tactique d'artillerie équipé du système ATLAS canon, op. cit.*, p. 26.

L'approche par milieu : le cas de la zone urbaine

Le cas du combat en milieu urbain est le plus étroitement associé à la thématique de la maîtrise des effets. On reviendra tout d'abord sur quelques spécificités des milieux urbain et périurbain pour l'action militaire en général, avant de s'intéresser à la façon dont les forces terrestres emploient les feux et s'efforcent de maîtriser les effets en zone urbaine.

Le terrain urbain

Le combat urbain n'a rien de récent (Stalingrad, Aachen, Hue, etc.), néanmoins les problèmes posés par ce milieu spécifique sont devenus plus divers et plus profonds, à mesure que les villes ont rassemblé une proportion croissante de la population mondiale (plus de 50% aujourd'hui). La ville comme environnement des opérations militaires est devenue plus difficile à contourner – au sens figuré, voire au sens propre – alors même que l'Occident entrait dans une ère de guerres limitées incitant paradoxalement à une limitation de la prise de risques⁹².

La ville étant un milieu construit, elle est par définition un espace cloisonné. Ce cloisonnement est la source de nombreux problèmes tactiques posés tant aux capacités ISR, de manœuvre, ou d'application des feux. Le cloisonnement contraint les capacités de mouvement des unités, en particulier des véhicules, leur impose un fractionnement et une certaine prévisibilité des itinéraires. En termes de recueil du renseignement, la ville est un espace non seulement complexe, mais opaque, tant en raison des bâtiments et murs que des possibilités d'utilisation des galeries souterraines – elle présente ainsi pour l'adversaire des opportunités sans fin de dissimulation et de surprise. Les champs de vision sont restreints et la pollution lumineuse, infrarouge et électromagnétique est intense, perturbant le bon fonctionnement des moyens de renseignement, voire de désignation de cible.

Surtout, la ville est un espace habité et, à de rares exceptions, elle le demeure lorsque des opérations militaires y sont déclenchées. Cet espace habité est complexe, car parsemé de bâtiments symboliques (lieux de culte, de pouvoir, monuments historiques, etc.) contraignant la liberté d'action du chef interarmes et fournissant parfois des refuges aux adversaires, en plus des infrastructures hospitalières habituelles. Cette liberté d'action est également contrainte par une série de risques spécifiques aux zones urbaines, ou particulièrement problématiques en milieu urbain : zones industrielles, produits toxiques, produits inflammables, risques électriques, etc.⁹³

⁹² Pour un bon aperçu des défis posés par le milieu urbain aux opérations militaires, voir Roger J. Spiller, *Sharp Corners: Urban Operations at Century's End*, Fort Leavenworth, KS, U.S. Army Command and General Staff College Press, 2001.

⁹³ La chute de munitions explosives sur ce type d'installations peut ainsi créer des risques chimiques (industries), radiologiques (hôpitaux), explosifs, incendiaires, etc., et demandent que des précautions soient prises dans les ordres de tirs. Voir la liste non-exhaustive dans *Manuel d'emploi du Sous Groupement Tactique*

La ville constitue ainsi un milieu combinant complexité physique, opacité, et vulnérabilité des forces, et présente un défi majeur en termes de maîtrise des effets – tant à des fins d'appui des troupes au contact, qui peuvent être prises à partie à très courte portée, qu'à des fins de limitation des pertes civiles et dégâts collatéraux.

Les feux en milieu urbain

Tout usage du feu en zone urbaine doit être fait avec parcimonie. Si l'aspect précis de la ville et le type d'opérations que l'on y mène peuvent naturellement varier de façon considérable, certains paramètres structurant l'emploi des feux semblent appelés à s'appliquer à toutes les opérations militaires que les forces terrestres occidentales pourraient conduire en zone urbaine.

La complexité et l'opacité de l'environnement favorisent la surprise et donnent au défenseur de nombreuses opportunités de prendre l'initiative. Le choix de détruire un bâtiment, en plus de poser des risques de dommages collatéraux, crée des obstacles qui peuvent favoriser la défense, d'où un besoin de feux précis dont les effets sur les structures sont finement compris et maîtrisés. Les feux doivent donc être à la fois très réactifs, pouvoir être appliqués de manière décentralisée, et capables de générer des effets variés, mesurés et complexes (notamment frapper en hauteur). L'un des défis de la maîtrise des effets en milieu urbain est donc de trouver un compromis entre la délégation d'ouverture du feu, seule à même de garantir une réactivité suffisante, et le maintien d'une grande discipline de feu. Les opérations en zone urbaine impliquent donc une excellente connaissance des règles d'engagement et des effets des armes jusqu'aux plus bas niveaux de conduite de l'action.

Pour être utiles en milieu urbain, c'est-à-dire fournir aux unités de mêlée un soutien limitant les risques de pertes collatérales, de fratricides et de destruction involontaires, les moyens d'appui-feu doivent suivre des trajectoires offrant un angle élevé d'arrivée sur cible. En outre, la variété des cibles requiert non seulement une diversité des armes, mais aussi des munitions : antipersonnel, antichar, anti-infrastructures, fumigènes, éclairant, à effet létal réduit, équipés de détonateurs avec retardateurs, etc. Or, à quelques rares exceptions telles que le LRU, les feux disposant d'une plus grande souplesse en termes de type de charge et d'un angle élevé d'arrivée sur cible se heurtent à des difficultés d'emploi en zone urbaine : les moyens ALAT sont exposés aux feux adverses, l'appui-feu par voie aérienne est très incertain.

Par la force des choses, les feux directs organiques sont le moyen le plus fréquent de délivrer des feux maîtrisés en environnement urbain. Du fait du cloisonnement inhérent au milieu urbain, les unités de mêlée sont fréquemment contraintes à agir seules, coupées de leurs appuis indirects ou ALAT en raison de difficultés de coordination ou de situations tactiques ne permettant pas de tir ami maîtrisé.

Positionnés dans l'enfilade des axes principaux de la ville, les systèmes de tir direct constituent un moyen de canalisation des mouvements adverses. Les canons des blindés de l'ABC (obus explosifs de 105 mm ou 120 mm) combinent un tir réactif, rapide, puissant, précis et garantissant une sécurité aux tireurs restant sous la protection du blindage. Equipés pour neutraliser rapidement les cibles en contact visuel, les chars AMX-10RC ou *Leclerc* souffrent néanmoins de problèmes de maniabilité liés à leur gabarit, et doivent accorder une attention constante aux effets secondaires des départs de coups de canons (sabots des obus, ondes de choc, chaleur, etc.), à la fois vis-à-vis des troupes amies et des civils présents à proximité⁹⁴. Ils sont par ailleurs incapables de neutraliser à courte distance les menaces provenant de positions de tir dans les étages des bâtiments, leurs canons ne pouvant s'élever suffisamment⁹⁵, et souffrent d'une incapacité à appréhender leur environnement immédiat⁹⁶. A l'inverse, le canon du VBCI ou du VAB 20 permet un tir précis, sous tourelle, et connaît moins de limitations pour tirer en site positif. Ces différentes armes permettent également de « brécher » les murs afin de faciliter la mobilité de l'infanterie à travers les obstacles et d'une rue à l'autre.

Les missiles et roquettes antichar (AT-4, *Eryx*, *Milan*, etc.) restent en priorité assignés aux cibles blindées, voire simplement véhiculaires. Ils peuvent également être utiles pour percer des bâtiments, notamment les infrastructures protégées ou durcies, en combinaison avec d'autres munitions explosives. Ils sont néanmoins assez inefficaces en ville dans un rôle antipersonnel, et le temps de vol des missiles filoguidés est si long que, lorsqu'il apparaîtra à même de réaliser un effet physique satisfaisant, l'obus lui sera préféré, étant plus rapide et impossible à leurrer. A l'avenir, tant le MMP que la roquette NG disposeront d'une charge à puissance ajustable, qui devrait *a priori* permettre de calibrer plus finement les effets en fonction de la cible et de son environnement immédiat, un atout de poids en combat urbain.

Enfin, les canons d'artillerie peuvent parfois être employés pour faire des tirs directs en zone urbaine. Bien que tous les canons de 155 mm soient capables de réaliser des tirs directs depuis la périphérie de la ville, seul l'obusier autotracteur AUF-1 est suffisamment blindé pour pouvoir être engagé en ville comme « artillerie d'assaut ». S'il souffre de lourdes contraintes en ville en raison de son poids (46 t) et de son gabarit, l'AUF-1 a l'avantage de pouvoir pointer son canon en site élevé pour frapper les étages supérieurs des bâtiments plus aisément. La possibilité d'utiliser des munitions différentes (obus explosifs ou fumigènes) et d'adapter les réglages des fusées (fonctionnement en mode percutant, fusant ou court retard) permettent de générer des effets physiques variés. Que ce soit à

⁹⁴ *Doctrine d'emploi des forces terrestres en zone urbaine et périurbaine*, EMP 20.422, Paris, Centre de Doctrine d'Emploi des Forces, Armée de Terre, 9 juillet 2012, p. 79.

⁹⁵ Pour pouvoir tirer sur un bâtiment à une hauteur donnée, le char doit grossièrement se trouver à au moins trois fois cette distance du bâtiment. Le *Leclerc*, par exemple, doit être à 400 mètres pour atteindre un objectif situé à 117 mètres de haut. *Mémento sur l'artillerie en zone urbaine*, *op. cit.*, p. 53.

⁹⁶ Antoine d'Evry, « Les chars, un héritage intempestif ? », *Focus stratégique*, n° 53, septembre 2014, p. 30-31.

des fins de semonce, de bréchage ou de neutralisation, il est également possible à l'AUF-1 de tirer un obus sans détonateur, n'utilisant que l'énergie cinétique du projectile comme source de destruction et limitant ainsi drastiquement les risques de dégâts collatéraux⁹⁷.

Du fait des contraintes inhérentes au tir direct (inter visibilité réduite, masques terrain), les appuis indirects et ALAT peuvent toutefois être nécessaires afin de réaliser des effets de feu au-delà de la vue directe, ou de générer des effets spéciaux (aveuglement, éclaircissement).

En raison de la menace sol-air et des armes légères, les hélicoptères de l'ALAT doivent opérer de préférence à partir de l'extérieur de la zone urbaine et limiter leur présence au dessus des zones urbaines. Lorsqu'une action est nécessaire, ils privilégieront un vol très dynamique et un accent sur la surprise. En zones urbaine et périurbaine, les moyens ALAT présentent un double avantage en termes de maîtrise des effets. D'abord, leur liberté d'action dans la troisième dimension et leurs moyens ISR embarqués (notamment la capacité de combat de nuit) leur confèrent une vision unique du théâtre urbain s'affranchissant au moins partiellement des nombreux masques terrain, permettant soit de traiter les cibles avec leurs propres feux, soit de fournir des informations en vue d'un traitement par d'autres⁹⁸. Le second avantage, fourni par la liberté d'action dans la troisième dimension, est la possibilité de réaliser des tirs fichants, principalement à l'aide du canon de 30 mm, limitant les risques de dégâts collatéraux.

Le rôle des feux indirects sol-sol en zone urbaine est très contraint. L'observation avancée comme la coordination entre observateurs et tireurs y est difficile, et le caractère exigü et changeant de l'environnement est particulièrement problématique pour des projectiles ayant une durée de vol nettement supérieure à ceux des armes à tir direct, et souffrant naturellement des effets de la dispersion. Les nombreux masques terrain permanents ou temporaires compliquent l'application des feux indirects en posant aussi bien des problèmes d'observation constante que de trajectoire. En outre, la puissance explosive des obus (notamment de 155 mm) est telle que des problèmes d'interaction avec l'environnement s'ajoutent au problème posé par la dispersion balistique : des effets secondaires mal maîtrisés peuvent contribuer à des départs d'incendies ou voir des éclats d'obus ricocher dans des directions inattendues⁹⁹.

Le recours aux feux indirects en zone urbaine présente malgré tout des avantages considérables : si les feux sol-sol sont suffisamment précis (LRU et obus ACED actuellement – idéalement des obus de 120 et 155 mm à guidage terminal), leur permanence peut devenir un instrument de contrôle et de dissuasion extrêmement efficace. Leur capacité à s'affranchir en partie des masques terrain, en adoptant des trajectoires plongeantes ou en effectuant des tirs dans le prolongement des axes urbains, leur permet

⁹⁷ *Mémento sur l'artillerie en zone urbaine, op. cit.*, p. 45, 53-55, 63.

⁹⁸ *Manuel d'emploi du Sous Groupement Tactique Interarmes en zone urbaine, op. cit.*, p. 95.

⁹⁹ Les obus fumigènes ou éclairants peuvent être à l'origine de départs de feu.

de générer des effets d'appui-feu pouvant être cruciaux pour la progression des éléments de mêlée : le LRU, appui indirect le plus apte à un emploi en centre urbain, peut ainsi réaliser des frappes de précision métrique contre des infrastructures, ou contre des cibles à haute valeur ajoutée non durcies en déclenchant la tête avec un léger retard après impact, limitant considérablement la gerbe d'éclat, et les risques de dégâts collatéraux. Les feux indirects devant accorder le plus grand soin au risque de dispersion balistique et d'écrêtement des bâtiments, seul un recours aux obus à guidage terminal semble apparaît envisageable. Il conviendrait donc d'étudier les options de développement de feux indirects munis d'un guidage de précision ou d'un dispositif de correction de trajectoire (*Spacido*/PGK, obus de 120 mm à guidage laser, *Excalibur*, etc.) et d'élargir ainsi la gamme actuellement limitée d'options d'appui indirect des unités de mêlée limitant les risques de dégâts collatéraux¹⁰⁰.

Plus largement, la gamme de munitions létales et non-létales d'ores et déjà accessibles aux mortiers de 81 et 120 mm, ainsi qu'aux CAESAR et LRU est unique afin de créer des effets variés particulièrement utiles pour conduire une opération en milieu urbain : effets d'aveuglement et d'éclairement et tirs de semonce en ville, mais également tirs de harcèlement ou de barrage aux abords de celle-ci. La complexité du milieu urbain exige ainsi l'entretien d'une palette très vaste d'options de feux directs comme indirects, létaux comme non-létaux, afin que les commandants d'opérations conservent une liberté d'action et une protection suffisantes pour mener à bien leurs missions.

¹⁰⁰ La capacité à bénéficier d'un guidage de précision peut néanmoins être problématique en zone urbaine : le GPS peut être brouillé – délibérément ou non – et le maintien d'un faisceau laser est difficile en raison des nombreux masques permanents (bâtiments) et temporaires (fumée, poussière), du risque de reflet du signal sur les vitres, ou encore de la pollution électromagnétique. Le guidage terminal infrarouge (par exemple utilisé pour les obus ACED BONUS F1) risque quant à lui d'être perturbé par les émissions de multiples sources de chaleur inévitables en milieu urbain.

Conclusion

La maîtrise des effets est une thématique appelée à peser encore, voire davantage, sur l'action militaire au cours des prochaines décennies. Les facteurs ayant contribué à l'émergence de cette préoccupation – les contraintes stratégiques comme les opportunités – devraient persister à l'avenir. L'essentiel des opérations continuera de s'inscrire dans le cadre de guerres limitées, imposant de demeurer attentif aux dommages collatéraux et, pour ce faire, de tirer profit de l'augmentation de la précision des feux sol-sol. Ces exigences sont désormais systémiques et vont bien au-delà des conditions spécifiques aux seules missions de stabilisation ou de contre-insurrection conduites dans les années 2000.

Devenue prégnante dans la planification et la conduite des opérations des forces terrestres, la maîtrise des effets passe aujourd'hui avant tout par le recours aux feux directs, à un appui ALAT ou, plus rarement, par le LRU. Si la réflexion doctrinale au sein de l'artillerie s'est parfaitement appropriée la problématique, il existe encore aujourd'hui une marge de progression considérable afin de lui permettre d'en tirer le meilleur parti. Deux pistes peuvent être explorées de manière prioritaire : l'acquisition d'obus sol-sol à guidage de précision ou à correction de trajectoire, et le développement de programmes informatiques d'aide à la décision et à la sélection des options d'emploi des feux (*weaponeering*) tels que ceux actuellement utilisés pour les munitions air-sol. De tels programmes pourraient ainsi être utilement déclinés sous des formes plus ou moins avancées ou simplifiées. Au niveau central, il conviendrait de prendre en compte les moyens pertinents des forces terrestres (ALAT et LRU en priorité) dans les outils de modélisation existants utilisés à des fins d'aide à la planification et au ciblage « à froid » des frappes dans la profondeur. De même, au niveau décentralisé les conseillers appui-feu et observateurs avancés de l'artillerie pourraient voir leur tâche sensiblement facilitée par la mise à disposition d'outils simplifiés de visualisation des effets attendus d'une frappe sur la zone ciblée¹⁰¹.

Pour souhaitable qu'elle soit, la poursuite de ce mouvement d'appropriation de la problématique de la maîtrise des effets par les forces terrestres doit néanmoins se faire avec prudence. Si la maîtrise des effets implique un recours à des tirs précis, ces derniers ne répondent pas pour autant à tous les besoins pouvant être exprimés dans la conduite d'une manœuvre interarmes. Toute décision de renforcer les appuis indirects précis ne doit pas être synonyme d'une incapacité à générer des plans de

¹⁰¹ Ainsi, un module de visualisation simple des effets attendus des feux pourrait utilement compléter le système d'information des feux qui succèdera au système ATLAS dans la décennie 2020.

feux de volume important, ni d'une nouvelle réduction du nombre de bouches à feu en dotation dans les forces terrestres – nombre en réduction constante depuis la fin de la guerre froide et ayant déjà atteint un niveau historiquement bas. Embrasser davantage la maîtrise des effets ne saurait constituer une orientation pertinente si cela revient à sacrifier la capacité de l'armée de Terre à réaliser une remontée en puissance crédible dans un scénario de guerre conventionnelle.

Enfin, la prudence s'impose également concernant l'impact à long terme de la problématique de la maîtrise des effets sur l'utilisation politique de la force armée. Par-delà l'ampleur du travail de planification qu'un tel enjeu impose aux états-majors, il importe d'éviter deux écueils majeurs. Le premier serait de laisser la question de la maîtrise des effets bouleverser les équilibres, toujours fragiles, entre direction politique et liberté d'action des chefs militaires sur le terrain. Exploiter l'opportunité de contrôler plus finement les effets du feu peut accroître l'efficacité tactique et stratégique des forces, à condition toutefois que cela ne renforce pas la tentation d'un *micromanagement* de l'action. Le second écueil serait de véhiculer l'illusion selon laquelle l'intégralité des effets du recours à la puissance de feu sur le champ de bataille pourraient être anticipés et contrôlables : une telle ambition serait illusoire et contraire à la nature de la guerre.

Annexes

Annexe 1 : missions types, buts et effets attendus des feux¹⁰²

	But de la mission	Effets principaux des feux
Nettoyage de zone	Nettoyage de toute présence ennemie par l'élimination systématique grâce aux feux directs des unités de mêlée ou la capture des éléments adverses	Feux directs <ul style="list-style-type: none">▪ Neutralisation▪ Destruction▪ Aveuglement Feux indirects <ul style="list-style-type: none">▪ Neutralisation▪ Aveuglement▪ Eclairage▪ Barrage
Appui des troupes au contact	Appui aux forces engagées au contact de l'adversaire	Feux directs <ul style="list-style-type: none">▪ Arrêt▪ Neutralisation▪ Destruction Feux indirects et/ou ALAT <ul style="list-style-type: none">▪ Effets de mouvement▪ Neutralisation▪ Destruction

¹⁰² Les effets indiqués en gras sont considérés comme prioritaires. Les listes de missions et d'effets sont données à titre illustratif et ne prétendent pas à l'exhaustivité.

Dissociation d'une offensive adverse (de grande envergure)	Retardement ou neutralisation d'une partie des forces adverses en cours de transit, afin de rééquilibrer le rapport de forces local ou de reprendre l'initiative pendant la réorganisation des forces ennemies	Feux indirects et/ou ALAT <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neutralisation ▪ Effets de mouvement ▪ Harcèlement ▪ Eclairage
Manœuvre de diversion	Induire l'adversaire en erreur quant à la localisation, la nature ou à l'orientation d'un prochain axe d'effort	Feux indirects <ul style="list-style-type: none"> ▪ Harcèlement ▪ Neutralisation ▪ Effets de mouvement
Préparation d'un raid offensif	Neutralisation temporaire et désorganisation des défenses et de la logistique adverses	Feux indirects et/ou ALAT <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neutralisation ▪ Destruction ▪ Effets de mouvement ▪ Harcèlement
Frappes d'interdiction	Couper des forces adverses de leur soutien en ciblant des voies d'acheminement des renforts et de la logistique, dépôts, centres de commandement et de communication situés dans la profondeur du théâtre	Feux indirects et/ou ALAT <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neutralisation ▪ Effets de mouvement ▪ Destruction ▪ Harcèlement

Annexe 2: Gamme de feux disponibles dans l'armée de Terre

	~1000m	~2/3 km	~4 km	~6 km	~13 km	~30 km	~40 km	~78km	~90 km
Roquettes et missiles antichar (AT4, Eryx, Milan), Roquette NG**	Destruction antichar ou antipersonnel, neutralisation								
MMP**	Destruction de précision								
Canons 25/30/40 mm Canons 90/105 mm	Destruction de tous types de cibles, neutralisation								
Canon Leclerc 120 mm	Destruction de précision de tous types de cibles, neutralisation								
Mortier 81 mm		Neutralisation, destruction antipersonnel, effets non-létaux							
Mortier 120 mm		Neutralisation, destruction antipersonnel, éventuellement précision, effets non-létaux							
AUF-1 ou TRF-1 155mm			Neutralisation, destruction par saturation de zone, effets non-létaux						
CAESAR 155 mm			Destruction antichar de précision (BONUS), neutralisation, destruction par saturation de zone, effets non-létaux						
LRU / M31				Destruction de précision (haute)	Destruction de précision (très haute)		Destruction de précision (décroissante)		
ALAT	Destruction de précision, saturation de zone, neutralisation								

Légende :

En dehors de la portée pratique

Tir direct

Tir indirect

Références

Documents officiels

- CHIARELLI Peter, *in Subcommittee on Readiness Hearing on Budget Request for the Military Services' Operation and Maintenance Funding*, Committee on Armed Services, House of Representatives, 111th Congress, Washington, DC, 16 mars 2010, p. 12-13.
- DEFENSE SCIENCE BOARD, *Integrated Fire Support in the Battlespace*, Department of Defense, Washington, DC, octobre 2004.
- DOCTRINE D'EMPLOI DES FORCES TERRESTRES EN ZONE URBAINE ET PÉRIURBAINE, *EMP 20.422*, Centre de Doctrine d'Emploi des Forces, Armée de Terre, Paris, 9 juillet 2012.
- HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY, *Counter-Rocket, Artillery and Mortar Operations*, Army Publishing Directorate, ATP 3-01.60, Washington, DC, 2013.
- MANUEL D'EMPLOI DU SYSTÈME LANCE-ROQUETTE UNITAIRE, *document provisoire ART 35.991*, Ecole d'artillerie, Armée de Terre, Draguignan, décembre 2011.
- MANUEL D'EMPLOI DU GROUPEMENT TACTIQUE D'ARTILLERIE ÉQUIPÉ DU SYSTÈME ATLAS CANON, *ART 429/1*, Ecole d'application de l'artillerie, Armée de Terre, Draguignan, 6 mai 2005.
- MANUEL D'EMPLOI DU SOUS GROUPEMENT TACTIQUE INTERARMES EN ZONE URBAINE, *EMP 35.421*, Centre de Doctrine d'Emploi des Forces, Armée de Terre, Paris, 12 décembre 2013.
- MÉMENTO SUR L'ARTILLERIE EN ZONE URBAINE, *ART 30.001*, Ecole d'application de l'artillerie, Armée de Terre, Draguignan, 10 juillet 2014.

Ouvrages, monographies et chapitres d'ouvrage

- ANDRADE Dale, *Surging south of baghdad. the 3rd infantry division and task force marne in iraq, 2007-2008*, Washington, DC, Center of Military History, U.S. Army, 2010, p. 154-155.
- ARDANT DU PICQ Charles, *Etudes sur le combat. Combat antique et combat moderne*, Paris, Editions Champ Libre, 1978.
- BAILEY Jonathan B. A., *Field Artillery and Firepower*, Annapolis, MD, Naval Institute Press, 2004.
- BEAUFRE André, *Introduction à la stratégie*, Paris, Pluriel-Hachette, 1998.
- BIDDLE Stephen D. et FRIEDMAN Jeffrey A., *The 2006 Lebanon Campaign and the Future of Warfare. Implications for Army and Defense Policy*, Carlisle, PA, Strategic Studies Institute, 2008.

- BRODIE Bernard et BRODIE Fawn M., *From Crossbow to H-Bomb. The Evolution of the Weapons and Tactics of Warfare*, Bloomington, IN, Indiana University Press, 1973 (1^{re} éd. 1962).
- BRUSTLEIN Corentin, DE DURAND Etienne, TENENBAUM Elie, *La suprématie aérienne en péril. Menaces et contre-stratégies à l'horizon 2030*, Paris, La Documentation Française, 2014.
- VON CLAUSEWITZ Carl, *De la guerre*, Paris, Editions de Minuit, 1955.
- COUTAU-BEGARIE Hervé, « Manœuvre », in DE MONTBRIAL Thierry et KLEIN Jean (dir.), *Dictionnaire de stratégie*, Paris, Presses Universitaires de France, 1999, p. 341-343.
- DEITCHMAN Seymour J., *Military Power and the Advance of Technology. General Purpose Military Forces for the 1980s and Beyond*, Boulder, CO, Westview Press, 1983.
- DESPORTES Vincent, *Comprendre la guerre*, Paris, Economica, 2001.
- DUPUY Trevor N., *The Evolution of Weapons and Warfare*, New York, NY, Da Capo, 1994.
- FRANCART Loup, *Maîtriser la violence, une option stratégique*, Paris, Economica, 1999.
- GROS Philippe, « Etude de cas : les opérations basées sur les effets », in GROS Philippe et alii. (dir.), *Du Network-Centric à la stabilisation. Emergence des « nouveaux » concepts et innovation militaire*, Paris, Etude de l'IRSEM, n° 6, 2011, p. 53-90.
- GUDMUNDSSON Bruce I., *On Artillery*, Westport, CT, Praeger, 1993.
- GUDMUNDSSON Bruce I., *Stormtroop Tactics. Innovation in the German Army, 1914-1918*, Westport, CT, Praeger, 1995 (1989).
- HANDEL Michael I., *Weak States in the International System*, Londres, Frank Cass, 1990 (1981).
- HOUSE Jonathan M., *Combined Arms Warfare in the Twentieth Century*, Lawrence, KS, University Press of Kansas, 2001.
- HOWARD Michael, « Men Against Fire. The Doctrine of the Offensive in 1914 », in PARET Peter (dir.), *Makers of Modern Strategy from Machiavelli to the Nuclear Age*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 1986, p. 510-526.
- HUBIN Guy, *Perspectives tactiques*, Paris, Economica, 2000.
- MALIS Christian (dir.), *Guerre et manœuvre. Héritages et renouveau*, Paris, Economica, 2009.
- MATSUMURA John M., STEEB Randall, GORDON John IV, *Assessment of Crusader. The Army's Next Self-Propelled Howitzer and Resupply Vehicle*, Santa Monica, CA, RAND Corporation, 1998.
- PARKER Geoffrey, *La révolution militaire. La guerre et l'essor de l'Occident, 1500-1800*, Paris, Gallimard NRF, 1993.
- ROGERS Clifford (dir.), *The Military Revolution Debate. Readings on the Military Transformation of Early Modern Europe*, Boulder, CO, Westview, 1995.
- ROYAL Benoît (dir.), *L'artillerie dans les guerres de contre-insurrection*, Paris, Economica, 2015.

- SCHELLING Thomas C., *Arms and Influence*, New Haven, CT, Yale University Press, 1966.
- SMITH Rupert, *L'utilité de la force. L'art de la guerre aujourd'hui*, Paris, Economica, 2007.
- SPILLER Roger J., *Sharp Corners: Urban Operations at Century's End*, Fort Leavenworth, KS, U.S. Army Command and General Staff College Press, 2001.
- WATTS Barry D., *The Evolution of Precision Strike*, Washington, DC, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2013.
- ZABECKI David T., *Steel Wind. Colonel Georg Bruchmüller and the Birth of Modern Artillery*, Westport, CT, Praeger, 1994.

Articles de périodiques et publications spécialisées

- CAPDEVILLE Thibault, « Le tir des unités d'infanterie lors de l'opération SERVAL », *Fantassins*, n° 32, printemps-été 2014, p. 53-56, accessible à l'adresse : http://www.emd.terre.defense.gouv.fr/img/emd/fantassin/fantassins_32.pdf.
- COHEN Eliot A., « The Mystique of U.S. Air Power », *Foreign Affairs*, vol. 73, n° 1 (janvier-février 1994), p. 109-126.
- COQUET Philippe, « Les opérations basées sur les effets : rationalité et réalité », *Focus stratégique*, n° 1, octobre 2007.
- D'EVRY Antoine, « Les chars, un héritage intempestif ? », *Focus stratégique*, n° 53, septembre 2014.
- DE DURAND Etienne, MICHEL Benoît et TENENBAUM Elie, « La guerre des hélicoptères. L'avenir de l'aéromobilité et de l'aérocombat », *Focus stratégique*, n° 32, juin 2011.
- DE DURAND Etienne, « Les faces cachées de la puissance aérienne », *Revue Défense Nationale*, n° 698, juin 2007.
- FIRES CENTER OF EXCELLENCE CAPABILITY DEVELOPMENT AND INTEGRATION DOCTRINE, « How Do We Define Massing Fires? », *Fires*, mars-avril 2014, p. 24-32.
- FROMAGET Laurent, « Le feu dans le modèle de guerre occidental. De l'intégration tactique aux dommages collatéraux », *Focus stratégique*, n° 17, juin 2009.
- GARNIER Guillaume, « Les chausse-trapes de la remontée en puissance », *Focus stratégique*, n° 52, mai 2014.
- HASSNER Pierre, « On ne badine pas avec la force », *Revue Française de Science Politique*, vol. 21, n° 6, 1971, p. 1207-1233.
- HENROTIN Joseph, « Combat moderne : quelles mutations pour l'artillerie à l'aune de l'expérience afghane ? », *Défense & Sécurité Internationale*, n° 62, septembre 2010.
- KIM Olivier, « La judiciarisation du champ de bataille », *Politique étrangère*, vol. 2014/4 (hiver), p. 169-182.
- KINNE Gary S., TANZI John A. et YAEGER Jeffrey W., « FA PGMs. Revolutionizing Fires for the Ground Force Commander », *Field Artillery*, mai-juin 2006, p. 16-21.

- LENDROIT Eric, « Engagement de l'artillerie dans l'opération SERVAL », *Arti*, n° 18, juillet 2013, p. 12-15.
- MEREDITH Gene *et alii.*, « A Current Assessment of Excalibur Employment in Afghanistan », *Fires*, mars-avril 2012, p. 27-32.
- MODESTE Rodolphe, « Afghanistan : les caveats et leurs conséquences », *Politique étrangère*, vol. 2010/1 (printemps), p. 97-107.
- NAGL John A. et YINGLING Paul L., « The FA in the Long War. A New Mission in COIN », *Field Artillery*, juillet-août 2006, p. 33-36.
- PERIS Jean-David, « SERVAL 1, phase destruction : retour d'expérience du 3e escadron du RICM », *Cavalerie*, février 2014, p. 27-31.
- PEYRAS Didier, « La B2 du 68° RAA dans l'opération SERVAL au Mali », *Arti*, n° 18, juillet 2013, p. 18-19.
- SMITH Matthew B., « Revolutionary to Conventional – Evolution of GMLRS », *Fires*, mars-avril 2008, p. 32-34.
- TENENBAUM Elie, « Entre ciel et terre. Le débat air-sol et les défis de l'appui-feu », *Focus stratégique*, n° 35, février 2012.
- VOLLOT Etienne et BOMONT Nicolas, « Des feux mais bien plus encore : les feux dans le combat interarmes », *Fantassins*, n° 29, automne-hiver 2012, p. 70-73.
- « Le mortier du futur », *Arti*, dossier détachable « Les équipements d'aujourd'hui et de demain dans l'artillerie » du n° 19, juillet 2014, p. 15.

Communication (blogs, sites internet, présentations, entretiens)

- AUERSWALD David P. et SAIDEMAN Stephen M., « NATO at War : Understanding the Challenges of Caveats in Afghanistan », communication présentée au congrès annuel de l'*American Political Science Association*, septembre 2009.
- Entretien avec la Division Recherche et Retour d'Expérience (DREX), Centre de Doctrine d'Emploi des Forces, armée de Terre, Paris.
- Entretien avec la Division Doctrine (DDO), Centre de Doctrine d'Emploi des Forces, armée de Terre, Paris.
- Entretien avec la Division Etudes et Prospective, Ecole de l'Artillerie, Draguignan.
- Entretien avec la Division Etudes et Prospective, Ecole de l'Infanterie, Draguignan.
- FISCHER Nate, « The Need for Non-Precision, Near-Precision and Precision Fires Within the Army Portfolio », présentation à la *Precision Strike Annual Review*, 20 mars 2013.
- GESWENDER Chris E. et BROCKWAY David, « Development History and Evolution of the XM982 Excalibur », présentation à la *46th Annual Guns and Missiles Conference*, 13 avril 2011.
- GULLIVER (pseudonyme), « Is precision-fire artillery less important than we thought ? », blog *Inkspots*, 18 mars 2010, accessible à l'adresse : <http://tachesdhuile.blogspot.fr/2010/03/is-precision-fire-artillery-less.html>.

KNUDSON Ole, « Cannon Artillery and Mortar Precision Effects », présentation au *Precision Strike 2009 Summer Forum*, 9 juin 2009.

OLIVERI Frank, « The Pentagon's GPS Problem », *CQ Weekly*, 9 février 2013, accessible à l'adresse : <http://public.cq.com/docs/weeklyreport/weeklyreport-000004218242.html?src=db>.

« US Army Wants 120 mm Guided Mortar Rounds for the Front Lines (APMI XM395) », *Defense Industry Daily*, 6 février 2011.

Informations aux lecteurs

Si vous êtes intéressé (e) par d'autres publications de la collection, veuillez consulter la section « Focus Stratégique » sur le site Internet de l'Ifri :

www.ifri.org/

Les derniers numéros publiés de la collection « Focus stratégique » sont :

- Daniel Ventre, « [La cyberguerre des gangs aura-t-elle lieu ?](#) », *Focus stratégique*, n° 60, août 2015.
- Antoine d'Evry, « [L'opération Serval à l'épreuve du doute, vrais succès et fausses leçons](#) », *Focus stratégique*, n° 59, juillet 2015.
- Magnus Petersson et Andres Vosman, « [European defense planning and the Ukraine crisis. Two contrasting views](#) », *Focus stratégique*, n° 58, juin 2015.
- Marc Hecker, « [Web social et djihadisme : du diagnostic aux remèdes](#) », *Focus stratégique*, n° 57, juin 2015.
- Pavel Baev, « [Ukraine: A Test for Russian Military Reforms](#) », *Focus stratégique*, n° 56, mai 2015.
- Olivier Schmitt, « [L'union ou la force ? Les défis des opérations multinationales contemporaines](#) », *Focus stratégique*, n° 55, mars 2015.
- Joseph Henrotin, « [Des armes à tout faire ? Modularité et polyvalence des équipements militaires](#) », *Focus stratégique*, n° 54, octobre 2014.
- Antoine d'Evry, « [Les chars, un héritage intempestif ?](#) », *Focus stratégique*, n° 53, septembre 2014.
- Guillaume Garnier, « [Les chasse-trapes de la remontée en puissance, défis et écueils du redressement militaire](#) », *Focus stratégique*, n° 52, mai 2014.