

Revue militaire GÉNÉRALE

Le combat
en zone urbaine

N° 59 - Juin 2024



Commandement
de Combat Futur

Le combat en zone urbaine

Illustration de couverture :

Marioupol, Ukraine - 2022/04/12.

Un homme passe devant un char T72 détruit dans les ruines du centre de Marioupol.

© Maximilian Clarke/SOPA Images/LightRocket via Getty Images.



**Colonel François-Régis
LEGRIER,**

chef du Pôle doctrine.

Saint-cyrien et breveté de l'école de guerre, le colonel François-Régis Legrier appartient à l'arme de l'artillerie. Il a notamment servi au 8^e régiment d'artillerie, au 93^e régiment d'artillerie de montagne et enfin comme chef de corps du 68^e régiment d'artillerie d'Afrique. Engagé à plusieurs reprises sur différents théâtres d'opérations, il a notamment commandé le détachement artillerie Task Force Wagram en Irak en 2018-2019. Il dirige depuis deux ans le Pôle doctrine du Commandement du combat futur.

ÉDITORIAL DU DIRECTEUR DE LA DOCTRINE

À l'heure des réseaux sociaux, des *youtubers* et des influenceurs, sans oublier les « experts » des plateaux télé, la Revue militaire générale peut sembler anachronique. Effectivement, elle l'est... Comme l'est la réflexion dans un monde où l'émotion et les éléments de langage dictent la conduite et la façon de penser.

Cependant, après deux années d'interruption, sa publication reprend car nous avons la certitude qu'il n'y a pas de grande action durable sans réflexion profonde et personnelle préalable. *Derrière les victoires d'Alexandre, on retrouve toujours Aristote* disait le général de Gaulle. Dans l'effervescence de notre époque, prenez donc le temps de vous poser et de réfléchir sur les enjeux militaires actuels en lisant la Revue militaire générale afin de rééquilibrer les informations plus ou moins éclairées que vous trouvez à foison sur internet et qui donnent l'illusion de la connaissance. Lisez avec un crayon à la main et faites-nous part de vos réactions. Nous n'avons pas vocation à servir du prêt-à-penser kaki.

Ce numéro est dédié à la guerre en milieu urbain. De l'Antiquité jusqu'au XVIII^e siècle, la guerre urbaine était d'abord une guerre de siège qui, sans exclure l'audace et la ruse¹, faisait la part belle à l'esprit de méthode et à la patience. Elle se concluait en général soit par l'abandon du siège et la

¹ Le célèbre cheval de Troie qui inspire à Virgile cette célèbre phrase qu'il met dans la bouche du Troyen Laocoon : « Quoi qu'il en soit, je redoute les Grecs, même porteurs de présents ».

négociation, soit par la capitulation et bien souvent la mise à sac de la ville, voire sa destruction. La prise de Carthage en 149 avant J.-C. en est sans doute l'illustration la plus frappante.

L'immensité urbaine propre à l'époque contemporaine fait de la ville un champ de bataille à part entière. Le siège étant devenu illusoire, il reste deux solutions non exclusives l'une de l'autre, soit la destruction méthodique des infrastructures, en espérant amener l'ennemi à capituler, soit la conquête quartier par quartier.

La première solution fut élaborée par l'*US Air Force* et sa célèbre théorie des cercles stratégiques² considérant l'ennemi en tant que système. Elle consiste à bombarder et détruire les infrastructures, spécialement celles fournissant de l'énergie, perçues comme le talon d'Achille des grandes métropoles. De la Seconde Guerre mondiale à Bagdad en passant par Belgrade, les exemples ne manquent pas. Cette doctrine est d'ailleurs mise en œuvre par les Russes en Ukraine depuis deux ans à base de drones et de bombes planantes. L'expérience prouve que, d'une façon générale, ces bombardements ne sont pas suffisants et qu'ils peuvent même avoir l'effet inverse à celui escompté, à savoir une plus grande cohésion de la population derrière son armée et son gouvernement malgré des conditions de vie très dégradées. La deuxième solution s'impose donc à un moment ou à un autre : cela donne Falloujah, Mossoul, Marawi et plus près de nous dans le temps, Marioupol et Gaza.

La culture militaire française, essentiellement tournée vers la guerre de mouvement – que l'on pense à l'opération Serval – éprouve une sorte de réticence instinctive devant la guerre urbaine qui nécessite patience, méthode et haut degré de technicité pour évoluer et combattre dans un environnement qui concentre toute la technologie dont l'homme est capable. Certes, l'armée de Terre, s'est dotée depuis 20 ans d'un pôle d'excellence, le CENZUB³, capable d'entraîner les échelons tactiques de niveau section à bataillon à combattre dans un environnement urbain mais du combat en localité à la guerre urbaine dans de grandes métropoles il y a un changement d'échelle dont il faut prendre conscience.

Il importe donc de construire une véritable doctrine du combat en zone urbaine intégrant la dimension multi milieux multi champs des engagements contemporains et conçue au niveau corps d'armée ou division. Cette doctrine présuppose une réflexion globale à la fois politique et stratégique

2 Théorie qui conçoit l'ennemi en cinq cercles : le pouvoir politique au centre, la nourriture et l'énergie, les infrastructures, la population et enfin les forces armées.

3 Centre d'entraînement aux actions en zone urbaine

pour bien mesurer les enjeux et le prix à payer. En effet, la ville n'est pas seulement un centre de pouvoir politique ou économique ou encore de rayonnement culturel mais un symbole qui attire la lumière médiatique à l'échelle planétaire. Un symbole tellement fort que l'on continue bien souvent à se battre dans des ruines et pour des ruines car, ne nous y trompons pas, la guerre urbaine engendre de façon quasi systématique des destructions considérables.

Nous laissons aux chercheurs en sciences sociales et politiques le soin de comprendre ce phénomène psychologique apparemment irrationnel qui consiste à se battre pour un bien dont il ne reste que des ruines pour nous concentrer dans ce numéro sur les exigences tactiques du combat urbain. Puissent ces quelques réflexions poser les premières briques d'une future doctrine et d'un renouvellement de la pensée militaire française sur ce sujet essentiel.

Bonne lecture.

Sommaire

5 **ÉDITORIAL
DU DIRECTEUR DE LA DOCTRINE**

10 **INTRODUCTION**

13 **DOSSIER
LE COMBAT EN ZONE URBAINE**

15 **Peut-on modéliser le combat en zone urbaine ?**
Bureau retour d'expérience du CCF

23 **Les mutations de la ville moderne et leurs conséquences sur
le combat en zone urbaine : l'exemple de la région parisienne**
Chef de bataillon Kévin Édouard

31 **Le combat de demain en zone urbaine**
Lieutenant-colonel Paul Sédivy

51 **L'innovation dans le combat en zone urbaine :
quels moyens et technologies pour vaincre ?**
Capitaine Mickaël Etasse

81 **La guerre électromagnétique et le combat en zone urbaine**
Lieutenant-colonel Manuel Baumhauer

89 **Innovations et stratégies pour combattre et vaincre
en milieu suburbain**
Chef de bataillon Roch Franchet d'Espèrey

97 **L'analyse et la compréhension du milieu suburbain grâce à la
géographie militaire**
Capitaine Romain Berhault

105 **Gaza et ses tunnels, quand la technologie appuie la manœuvre urbaine**

Chef de bataillon Benoit Dunoyer

113 **La bataille d'Avdiivka**

Mission de Défense Française à Kiev

127 **Le commandement des opérations en zone urbaine**

Colonel Frédéric Chamaud

137 **LIBRES RÉFLEXIONS**

139 **Drônes aériens de transport logistique. Quelles perspectives ?**

Chef d'escadron Alexandre Pellerin

153 **La maintenance dans une opération d'envergure : enjeu majeur de l'économie de guerre**

Lieutenant-colonel Thomas Arnal

167 **Disparaître du champ de bataille**

Colonel François-Régis Legrier

173 **Renouer avec la déception**

Capitaine Paul Davoust

183 **Interventions militaires françaises en Afrique : retour d'expérience**

Chef d'escadrons Olivier Hosotte

191 **NOTES DE LECTURE**

191 **Les limites de la guerre, l'approche réaliste des conflits armés au XXI^e siècle, *Mare&martin*, 2023**

Olivier Zajec

192 **Les opérations de déception. Ruses et stratagèmes de guerre, *Perrin*, 2022**

Rémy Hémez



**Colonel Pierre
SANTONI**

Commandant
l'École d'État-Major

Saint-cyrien, le colonel Pierre Santoni sert au 5^e régiment d'infanterie puis comme commandant d'unité de la 2^e compagnie du 35^e régiment d'infanterie de Belfort, il est chef du BOI du 152^e régiment d'infanterie et enfin chef de corps du CENZUB-94^e RI.

Il est projeté en Bosnie a plusieurs reprises, au Liban, au Kosovo et en Afghanistan. D'abord professeur au sein de l'école d'état-major de Compiègne, il en prend le commandement en 2022. Il a également servi au sein du Centre de Doctrine d'Emploi des Forces et du Centre Interarmées des Actions sur l'Environnement. Spécialiste du combat en zone urbaine, il est l'auteur de nombreux ouvrages de référence sur le sujet.

COMBAT EN ZONE URBAINE : IL FAUT BIEN QUE QUELQUE CHOSE CHANGE POUR QUE TOUT RESTE COMME AVANT¹

C'est une banalité affligeante de dire que le combat en zone urbaine revient à la mode depuis 1993. Depuis Mogadiscio, puis Grozny, puis Falloujah, puis les affrontements israélo-palestiniens, puis Mossoul, Alep ou Marawi... La liste est sans fin depuis bientôt trente ans. Nombreux sont les articles dans les revues spécialisées ou dans les médias grand public, les interviews, les reportages, sur ce type de combat, toujours un peu le même, jamais vraiment le même.

Oubliés, Belfast, Beyrouth ou Sarajevo et leurs duels de snipers ou de quelques miliciens en baskets vidant des chargeurs par-dessus des murs sur des vieilles dames revenant des courses. Pas vraiment des combats, plutôt des duels enserrés dans les quartiers et lignes de séparation interethnique ou interconfessionnelle dans lesquels les gangs et les milices font leur misérable loi.

Vient le temps où les armées modernes, occidentales ou russes, revenant sur Madrid en 1936 et surtout sur le mythe de Stalingrad en 1942 ont besoin de se réapproprié ce type de combat. Après les déboires initiaux (mais la victoire finale quand même...) russes à Grozny, de véritables centres de combat en zone urbaine voient le jour pour entraîner les troupes à ce combat, à la fois classique mais aux savoir-faire particuliers. Ce ne sont plus quelques villages réaménagés comme le célèbre

¹ Tomasi di Lampedusa (Giuseppe), *Le Guépard*. 1958.

Hammelburg à l'*Infanterieschule* en Allemagne bien connu des Français, mais de vraies-fausses villes spécialement conçues pour l'accueil d'unités à l'entraînement en rotations. L'apport de la simulation instrumentée vient alors décupler le réalisme de l'entraînement, reléguant ce qui se faisait avant dans les oubliettes de la préparation opérationnelle.

Le Centre d'Entraînement aux Actions en Zone Urbaine (CENZUB) de Sissonne voit alors progressivement le jour grâce à l'intuition d'officiers servant à l'état-major de l'armée de Terre. Le programme va durer plusieurs années et, sous la houlette des chefs de corps qui se succèdent sous le drapeau du 94^e RI, le centre prend progressivement forme et devient (tout chauvinisme exclu) une des références en la matière. Des pistes en béton au système économique d'ouverture des portes, des rampes d'escalier sécurisées à la station de métro, de la FORAD (Force d'action adverse) dirigée aux instructeurs spécialisés chargés non plus de sanctionner la troupe mais de la faire progresser, du centre de tir en zone urbaine (CT ZUB) à balles réelles aux expérimentations robotiques, le style CENZUB s'impose.

Pendant ce temps, la réalité continue de dévoiler des batailles de plus en plus importantes. L'Irak et la bataille de référence que devient Falloujah en 2004 puis les autres, de plus en plus nombreuses, de plus en plus longues, avec de plus en plus d'effectifs reflète une sorte de course effrénée à la démesure. La bataille d'Alep en Syrie entre factions rivales, une bataille de châteaux forts entre quartiers, dure plusieurs années, de 2012 et 2016. La bataille de Mossoul est plus longue que Stalingrad, elle dure d'octobre 2016 à juillet 2017 et engage des dizaines de milliers d'hommes des Forces de Sécurité Irakiennes soutenues par la coalition contre le proto État *Daesh*. La zone urbaine est alors le seul théâtre où se manifeste réellement la bataille, celle où les deux adversaires sont encore à peu près à égalité tactique, où leur écart s'amenuise et dans laquelle il faut manœuvrer et pas seulement cibler.

En ce sens, si l'Ukraine, engagée dans une guerre pour sa survie contre l'agresseur russe, expérimente le retour de la bataille classique entre armées de même pied, les batailles en zone urbaine continuent de fixer des milliers d'hommes et l'attention internationale. Alors que cette fois, la bataille se déroule sur l'ensemble du front, sur terre, dans les airs et sur mer, ce sont les noms de Marioupol (bataille titanesque dans un environnement suburbain de friches industrielles) ou de Bakhmout qui nous deviennent familiers, comme autant de Verdun ukrainiens afin qu'*on ne passe pas*².

2 Devise des défenseurs de Verdun.

INTRODUCTION |

Les techniques d’instruction, les technologies (robotique, drones, modélisation du terrain, techniques de combat, prise en compte des souterrains, du suivi psychologique, etc.) avancent, sont testées, font l’objet de retour d’expérience. Mais les tactiques de saisies de point d’ancrage, de bouclage-ratissage, d’attaques en ciseaux à œuf³ ou de coup de poignard ne changent pas vraiment.

La guerre sans pitié continue de plus belle après l’attaque surprise et les prises en otage de civils par le groupe terroriste Hamas le 7 octobre conduisant 5 divisions (constituées d’au moins deux à quatre brigades) des Forces de Défense Israéliennes à rentrer en force dans Gaza avec plusieurs milliers d’hommes et leur habituel triptyque char Merkava – VCI lourds Nemerah – Bulldozer blindé D9. Combats d’une ultra violence où la détermination des deux camps semble inébranlable.

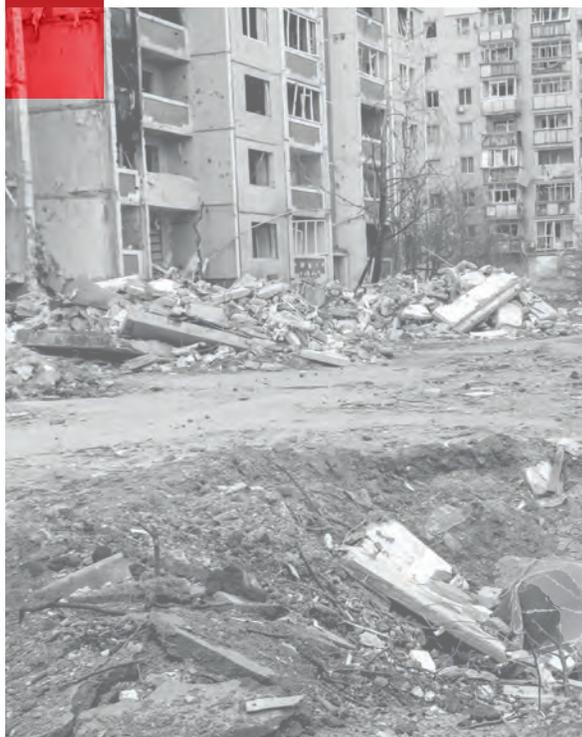
Tout change, rien ne change, sinon l’échelle et la durée des combats. Il faut continuer à s’entraîner, à réfléchir et à se doter des meilleurs matériels. Dans une bataille où la résilience ne sera pas un vain mot, où la quantité sera une qualité, il faut sans doute aller plus loin dans l’usage de la robotique pour compenser le faible nombre de combattants et la capacité à agir dans un milieu par nature abrasif, en particulier dans les friches industrielles.

Nous n’avons pas fini de parler de bataille en zone urbaine...

³ Chamaud (Frédéric) et Santoni (Pierre), *L’ultime champ de bataille. Combattre et vaincre en ville*. Pierre de Taillac. 2019. Pages 60 à 69.

DOSSIER

Le combat en zone urbaine



Conséquences de la guerre en Ukraine.
© Misu/AdobeStock.



Par le bureau retour d'expérience du Commandement du combat futur

Le bureau retour d'expérience de l'armée de Terre (RETEX) est responsable de la coordination et de la conservation du RETEX Terre. À ce titre, il participe aux travaux et aux échanges interarmées, internationaux et interministériels et contribue au processus d'adaptation réactive. Recueillant le RETEX des différentes opérations, missions et exercices, il diffuse les enseignements et bonnes pratiques sous forme de recueils. Il réalise des cahiers qui contribuent à la réflexion sur les grandes problématiques qui intéressent l'armée de Terre et viennent nourrir les travaux de doctrine.

PEUT-ON MODÉLISER LE COMBAT EN ZONE URBAINE ?

Quels sont les facteurs de victoire propres à la bataille en zone urbaine ? Cet article tente de dégager, en se basant sur des exemples historiques, les éléments qui permettent d'obtenir un rapport de force favorable en ville. C'est un exercice complexe car le milieu urbain est un environnement qui peut être grandement valorisé par les combattants. L'auteur aborde de nombreuses considérations tactiques et opérationnelles dans la phase de préparation comme dans celle du combat en ne limitant pas le prisme de sa réflexion à la seule action militaire. Face aux variables telles que le temps imparti à l'opération ou la surface à défendre ou à conquérir, l'auteur met l'accent sur la nuance à apporter à ces enseignements.

Selon une étude américaine¹, l'étalement urbain (i.e. la surface couverte par les zones urbaines) devrait progresser de façon significative d'ici 2100. Ainsi, selon les différents scénarii envisagés, la surface urbaine mondiale devrait représenter entre 0,75 et 1,5 millions de km² en 2040 (soit 1 % des terres émergées), contre 0,6 millions de km² en 2000. En parallèle, les prévisions de la Banque mondiale indiquent que d'ici 2050, près de 70 % de la population vivra en milieu urbain.

Ces études démographiques, couplées aux rôles économiques et politiques des villes, donnent à penser que la zone urbaine est et demeurera appelée à rester un enjeu majeur des conflits.

¹ Gao, J. O'Neill, B.C. Mapping global urban land for the 21st century with data-driven simulations and Shared Socioeconomic Pathways. Nat Commun 11, 2302 (2020).

Afin de mieux planifier les futures opérations en zones urbaines, il serait tentant de chercher à modéliser l'engagement d'une force en milieu urbain afin de définir des tendances. Le rapport de force de 6 contre 1 (voire 10 contre 1 localement²) est-il suffisant pour investir une ville ? Combien faut-il engager de soldats pour reprendre 1 km² ? Combien de temps cela prendrait-il ? Quelles seraient les pertes estimées ?

L'étude des principales batailles en zone urbaine depuis la fin de la Seconde guerre mondiale montre qu'il n'existe pas de paramètres constants dans cet environnement complexe. S'appuyant sur l'analyse de deux batailles, cet article développe quelques clés de compréhension du combat en zone urbaine pour relativiser la notion de rapport de force. En effet, il a fallu trois mois aux forces armées philippines pour reconquérir 1,2 km² avec un rapport de force 11 contre 1 et seulement 8 jours à la coalition conduite par les Américains pour conquérir les 25 km² de Fallujah avec un rapport de force de 3 contre 1.

La bataille de Marawi : un rapport de force écrasant pour un rendement limité

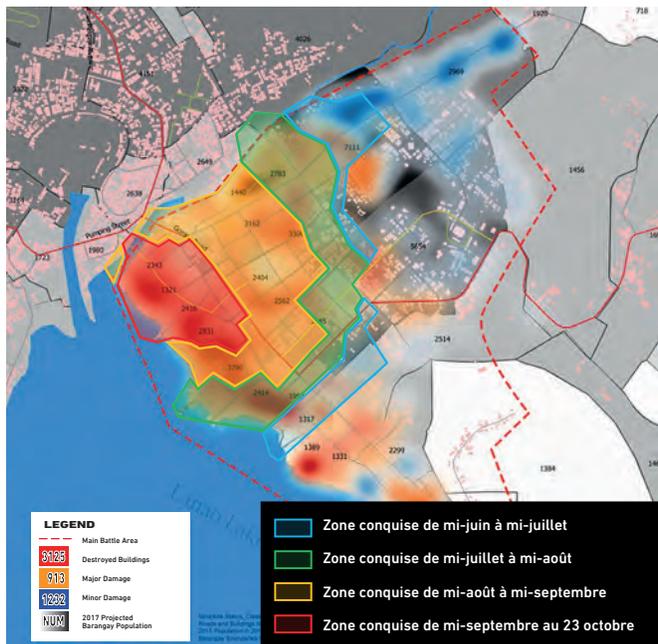


Figure 1. Rythme et taux de progression et volumes d'immeubles détruits par phase de combat.

² Rapport de force mentionné dans la Doctrine des forces terrestres DFT 3.2.11 – *Doctrine d'emploi des forces terrestres en zone urbaine et périurbaine*, 2012, page 37.

Le 23 mai 2017, l'État islamique aux Philippines (EIP) s'empare de la ville de Marawi et s'installe en défensive pour empêcher toute reconquête par les forces armées philippines (AFP). Après une phase de conquête des parties nord, l'AFP prend d'assaut les quartiers aux mains des djihadistes, en 4 phases d'environ 1 mois chacune, du 15 juin au 23 octobre. **Les quatre mois de combat ne concernent réellement que 1,2 km² de l'agglomération, soit à peine 1,5 % de la surface totale de la ville (84 km²).**

Le rythme de progression de l'AFP a varié au cours de la bataille. Le graphique ci-dessous présente le rythme de reconquête par l'AFP de la zone contrôlée par les djihadistes. Les superficies correspondent à l'empreinte au sol et non à la surface totale de la zone conquise. En effet, les surfaces des étages et des sous-sols ne sont pas comprises, car cette donnée, liée à la densité de l'habitat, est difficilement quantifiable sans une étude topographique très poussée et rendue quasi impossible *a posteriori* en raison des destructions occasionnées.

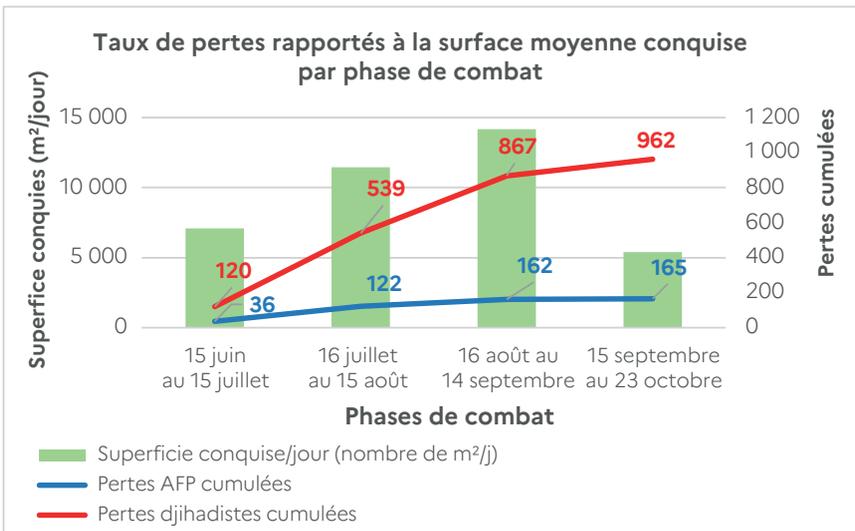


Figure 2. Taux de pertes rapportés à la surface moyenne journalière conquise par phase de combat.

Le nombre total de djihadistes reste inconnu. 962 corps ont été identifiés comme tels, mais le gouvernement philippin estimait qu'un certain nombre de corps supplémentaires n'étaient pas identifiables ou ensevelis sous les décombres. L'AFP a déployé dès la 2^e partie de la 1^{re} période 3 brigades, soit environ 11 000 hommes. **Le rapport de force a donc été globalement sur l'ensemble des combats de 11 contre 1, au profit de l'AFP.** Initialement de 3,

5 contre 1 dans les 15 premiers jours, il est passé à 11 contre 1 par la suite et s'est légèrement renforcé au fur et à mesure des pertes des djihadistes, qui n'ont pu recevoir de renforts.

L'étude du rythme de progression montre que celui-ci a été initialement très lent, en raison de l'engagement d'une seule brigade sur la moitié de la 1^{re} période. L'EIP a donc pu concentrer ses efforts sur cette unité, qui n'était en outre pas entraînée au combat en zone urbaine, rendant la progression de l'AFP très difficile. Dans les phases suivantes, le rythme de progression s'est accéléré, grâce à l'engagement des deux brigades supplémentaires, et à l'expérience acquise par les soldats, ainsi qu'à l'attrition infligée aux djihadistes.

Pour finir, la manœuvre de l'AFP ralentit dans la dernière phase, au fur et à mesure du rétrécissement de la zone tenue par les djihadistes. Ce ralentissement, qui débute vers la fin août, est très certainement la conséquence de la combinaison de plusieurs facteurs :

- la densification de l'habitat dans la zone où sont retranchés les djihadistes ;
- le rétrécissement de la zone de combat contraignant *de facto* la manœuvre et rendant le rapport de force peu exploitable ;
- des combattants de l'EIP résolus à se battre jusqu'au bout.

En conclusion, si un RAPFOR très favorable facilite le succès, il n'est pas le seul facteur à prendre en compte. En effet, malgré un RAPFOR supérieur aux abaque, face, qui plus est, à un ennemi asymétrique, le rythme de progression n'a pas été linéaire. Certes, l'accélération du rythme de progression peut être attribuée à l'attrition subie par les djihadistes. Cependant, le ralentissement du rythme dans la dernière phase, – alors que les effectifs djihadistes sont critiques –, infirme cette analyse, laissant la place à d'autres facteurs, tels que la réduction de la surface à défendre, mais aussi l'absence de possibilité de repli, ne laissant d'autre choix que le sacrifice aux derniers d'entre eux.

Aussi apparaît-il peu pertinent de chercher à quantifier le délai de reprise d'un kilomètre carré de terrain en zone urbaine. D'autant que les exemples de combats plus récents dans la bande de Gaza ou dans l'usine Azovstal à Marioupol (Ukraine) nous rappellent que le combat en zone urbaine n'est pas qu'un combat en surface, mais aussi dans les étages des immeubles et dans les réseaux suburbains, ce qui rend encore plus difficile une modélisation. Ainsi, à Marioupol, 2 000 combattants ukrainiens ont défendu une emprise de 12 km², en s'appuyant sur les 24 km de galeries souterraines de l'usine, fixant pendant 40 jours jusqu'à l'équivalent de 12 bataillons russes.

La bataille de Fallujah : surprise – combat interarmes et puissance de feu

De novembre à décembre 2004, les armées américaines et irakiennes ont conduit l'opération *Phantom Fury* ayant pour objectif de reprendre la ville de Falloujah, bastion de la rébellion sunnite. Après une phase de communication visant à encourager la population à quitter la ville, la coalition met en place un blocus de la ville entre le 14 octobre et le 7 novembre, date à laquelle les unités américaines et irakiennes lancent l'assaut.

Le nombre total d'insurgés présents à Falloujah à l'issue du siège est complexe à déterminer, les chiffres oscillant autour de 6 000 combattants, dont à peine quelques centaines d'étrangers. Face à eux, la coalition aligne près de 12 000 soldats américains³, 2 500 irakiens et 850 britanniques. **Le rapport de force (RAPFOR) initial est donc d'environ 3 contre 1**, ce qui semble en première approche défavorable, en tenant compte uniquement des abaques. Malgré cela, les coalisés remporteront une victoire incontestable au prix de combats intenses au sein de la ville entre le 7 novembre et le 23 décembre, date à laquelle la ville est rouverte à la population.

Si la victoire a pu être acquise malgré une faible supériorité numérique face à un ennemi retranché et connaissant parfaitement le terrain, c'est grâce à la **préparation minutieuse** menée par la coalition en amont de l'assaut. Ainsi, afin de discriminer la population des insurgés, une vaste campagne de communication opérationnelle a été développée afin d'inciter les habitants à quitter la ville. En parallèle, les armées américaines ont réuni les troupes et le matériel aux abords de la ville.

Ce pré-positionnement a eu pour effet de supprimer toute surprise quant à l'intention de la coalition. Dès lors, l'effort s'est porté sur la **surprise tactique** en dissimulant le jour et l'axe d'attaque. Pour ce faire, l'*US Marines Corps* a effectué des manœuvres de déception au sud de la ville à l'aide de bataillons de reconnaissance et d'attaques de drones armés. Ces coups de sondes ont eu pour effet de tromper l'adversaire qui avait estimé que l'axe d'assaut viendrait du Sud et qui a orienté en conséquence ses principaux bastions dans cette direction.

L'assaut a ensuite été donné en constituant des **détachements interarmes** (DIA) jusqu'au niveau compagnie. L'illustration parfaite de cette intégration reste le binôme char-infanterie, le premier appuyant le second par sa

³ En comptant les troupes réalisant le bouclage de la ville ainsi que celles assurant la sécurité des camps de réfugiés et des axes logistiques, la 1^{re} *Marine Expeditionary Force* comptera au total près de 45 000 hommes pour cette opération.

puissance de feu tandis que les fantassins guident l'engin blindé et assurent sa sécurité. La progression de ces entités est facilitée par le renfort d'équipes Génie qui utilisent leur bulldozer D9 pour ouvrir les axes tandis que les sapeurs sont mis à contribution pour progresser au sein des bâtiments, procédant à des effractions froides ou chaudes⁴.

Enfin, si le RAPFOR était initialement peu élevé, la coalition a pu s'appuyer sur un « **rapport de feux⁵** » important. La combinaison des différents appuis directs (équipes de tireurs d'élite, roquettes) et indirects (artillerie, hélicoptères d'attaque, bombardements aériens, avion AC-130 *Gunship*⁶) a permis d'appliquer un barrage roulant sur les positions ennemies. Tous ces feux indirects ont représenté environ 6 000 obus d'artillerie, 8 900 obus de mortiers, 318 bombes et 391 missiles ou roquettes largués par air (soit environ 100 tonnes de munitions aériennes) dans la phase de conquête.

Grâce à une préparation précise, à l'art de la déception et à une parfaite intégration interarmes, la coalition a pu s'emparer des 25 km² de Falloujah en 8 jours, avant d'entamer une phase de ratissage qui s'échelonna sur plus d'un mois. Pour l'armée américaine, cette bataille s'avère être la plus violente livrée par ses troupes depuis Hué en 1968. Cependant les pertes s'avèrent peu élevées au vu de l'engagement : 151 soldats américains sont morts durant l'assaut, tandis que près de 3 000 insurgés ont été tués. Les unités de l'*US Army* récoltent dans cette victoire les fruits d'une dizaine d'années d'effort d'instruction poussée et réaliste en matière de combat urbain ou de gestion des feux.

Des facteurs de succès versus des abaqués

Les officiers russes disposent d'un référentiel doctrinal commun fondé sur des exemples historiques connus de tous, issus majoritairement de batailles de la Seconde Guerre mondiale. Ce référentiel tactique repose sur des analyses à base de modèles mathématiques et des abaqués : tout est calculé pour déterminer la puissance adverse et le meilleur moyen d'y faire face. Cependant, l'application rigoureuse et méthodique de ces abaqués, pourtant éprouvés, dans la conquête de Marioupol, en Ukraine, a révélé leurs

4 En combat urbain, une effraction consiste en l'ouverture d'une porte ou fenêtre potentiellement piégée. L'effraction chaude est réalisée à l'aide d'explosifs tandis que l'effraction froide nécessite l'emploi de moyens non explosifs (vérin hydraulique, masse, bélier, coupe-boulon, ...).

5 Le rapport de feu artillerie (RAPFEUX) complète la notion de Rapport de force. Le rapport de feu ne compare pas seulement le nombre de tubes des deux adversaires, mais dépend aussi du stock d'obus ou de missiles disponibles, de la précision des artilleurs et des munitions.

6 L'AC-130 *Gunship* est un avion de transport Hercules transformé en plate-forme de tir avec un canon de 105 mm, un canon de 40 mm et deux canons de 25 mm. Les armes sont placées en sabord et l'appareil peut tirer jusqu'à 4 km de la cible en tournant à 300 km/h autour d'elle pendant des heures.

limites (presque trois mois pour conquérir la ville, avec un taux de pertes très supérieur aux abaques), malgré un rapport de force favorable de 4 contre 1 et surtout un rapport de feux écrasant.

Les exemples précédemment cités des deux succès tactiques de Marawi et de Falloujah montrent également que le combat en zone urbaine ne peut répondre à aucune modélisation statistique ni faire l'objet d'abaques, car le nombre de variables, telles que le niveau de préparation de l'adversaire, sa connaissance des lieux, son implantation dans la population, le temps accordé à sa propre préparation, l'hétérogénéité des zones urbaines, par quartier et par type d'infrastructure, rend l'équation RAPFOR-surface-temps quasi insoluble.

Cependant, la prise en compte d'un certain nombre de facteurs permet de maximiser les conditions de succès d'une opération en zone urbaine, tout en réduisant le diktat du RAPFOR. Ces conditions ont été testées avec succès lors des derniers conflits :

- une préparation exhaustive : une instruction spécifique des troupes qui vont être engagées au combat en milieu urbain ; un effort de renseignement sur l'adversaire et sur le terrain à conquérir ; des matériels de rechange, des stocks de munitions à proximité et en quantité suffisante, une campagne de ciblage ;
- une phase de déception visant à masquer l'axe d'attaque et l'effort porté ;
- la conduite des combats de jour, malgré la possession de matériels de vision nocturne, afin d'éviter les tirs fratricides, de mieux identifier l'ennemi, de garantir des phases de repos physiologique ;
- une progression méthodique et linéaire, durant laquelle les troupes sont en liaison permanente avec l'artillerie ;
- un appui par le feu de la progression, sous forme de barrage roulant ;
- une intégration interarmes jusqu'au niveau de l'unité élémentaire, voire en dessous ;
- la prise en compte des forces morales, s'appuyant notamment sur la légitimité de l'action et sur une préparation individuelle et collective minutieuse et exigeante ;
- l'évacuation de la population avant l'assaut, ce qui réduit à la fois les risques de dommages collatéraux et le recrutement de combattants parmi la population.

En conclusion, plutôt que de se référer à des modèles mathématiques ou à des abaques, à l’instar du modèle russe directement hérité de l’ère soviétique, il conviendrait, certes de garder le RAPFOR théorique de 6 contre 1 comme ordre de grandeur, mais surtout de privilégier la planification rigoureuse de l’assaut urbain, en s’assurant de facteurs de succès bien identifiés. Le nombre de variables à prendre en compte dans un tel assaut est en effet trop élevé pour que leur combinaison puisse être appréhendée par l’esprit humain (cf. ci-dessous une première recension). L’apport de l’intelligence artificielle au profit de la simulation pourrait éventuellement donner des axes d’approche pour appréhender des modèles statistiques pour ce type d’engagement.

Variables « milieu physique »		Variables « ennemi »		Variables « milieu humain »		Variables « opération »	
Nature de l'urbanisme	Type de bâtiments et nombre d'étages moyens	Nature de l'adversaire	Organisation générale	Volume de la population		Délais accordés/durée planifiée	
	Densité par zone/quartier		Type d'armement	Densité de population par quartier		Contraintes politiques	
	Nature par zone et dangers spécifiques		Tactique générale	Niveau d'efficacité des opérations d'influence		Taux de pertes acceptable	
	Nature et type d'axes et de rues		Comportement au combat*	Attitude de la population	Vis-à-vis des combats	Conditions du soutien sanitaire	
Présence de réseaux souterrains	Volume présent dans la ville	Vis-à-vis de la force	Conditions du soutien logistique				
Superficie de la ville	Dispositif		Répartition dans la ville	Vis-à-vis de l'adversaire		Délais de préparation disponibles	
		Densité par quartier	Présence en ville d'une organisation politique/sécuritaire		Volume de forces disponibles		
Nature et nombre des axes d'accès	Mobilité	Capacités spécifiques disponibles					
Nature de la périphérie urbaine	Puissance de feu/RAPFEUX	Nature et forme du dispositif	Conditions de préparation		Puissance des feux d'appuis/RAPFEUX		
		Forces morales*/Détermination*	Niveau de préparation/délais de préparation et valorisation du dispositif		Qualité de la troupe*		
Présence d'obstacles naturels (fleuve, rivière, falaise...)	Qualité de la troupe et des chefs*	Vulnérabilités*			Forces morales*		
Configuration géographique spécifique (port, littoral, montagne environnante, mangrove...)	Rapport à la ville défendue*						
	Niveau de préparation/délais de préparation et valorisation du dispositif						



Par le chef de bataillon Kévin ÉDOUARD

Saint-cyrien de la promotion « chef de bataillon Bulle », le chef de bataillon Édouard est affecté au bureau planification opérationnelle de la brigade des sapeurs-pompiers de Paris (BSPP) depuis 2022. Il sert tout d'abord en tant qu'officier adjoint à la 2^e compagnie d'incendie et de secours de 2014 à 2018, unité élémentaire chargée de défendre les 5^e et 13^e arrondissements de Paris ainsi que la ville d'Ivry-sur-Seine. De 2018 à 2022, il rejoint la 22^e compagnie, dont le secteur de responsabilité couvre le quart sud-ouest du Val-de-Marne. De 2020 à 2022, il commande cette unité forte de 250 femmes et hommes, dont la mission est de défendre plusieurs sites stratégiques comme l'aéroport d'Orly ou le Marché International de Rungis (MIN).

LES MUTATIONS DE LA VILLE MODERNE ET LEURS CONSÉQUENCES SUR LE COMBAT EN ZONE URBAINE : L'EXEMPLE DE LA RÉGION PARISIENNE

Face aux recompositions démographiques, au dérèglement climatique et au progrès technologique, les villes évoluent et imposent aux combattants en zone urbaine de nouveaux paradigmes. À l'instar de Paris, le développement des réseaux souterrains s'effectue en parallèle de l'accroissement de la hauteur des constructions. De plus, les matériaux utilisés sont de natures nouvelles. Choisis pour limiter l'empreinte environnementale des villes, ils sont aussi plus inflammables et moins résistants en cas de conflit. Enfin, l'utilisation massive de la donnée favorise le risque d'incidents technologiques et industriels et ouvrent un nouveau front : celui de la bataille informationnelle. Cet article se propose donc d'analyser les nouvelles caractéristiques de la ville pour se préparer à y combattre.

Introduction

Alors que Paris se prépare à accueillir les Jeux Olympiques, un événement mondial captivant l'attention de millions de personnes durant plusieurs semaines, un autre événement majeur se profile à l'horizon, bien moins médiatisé mais qui aura pourtant une influence considérable sur le futur de la capitale française : l'achèvement de la ligne 14 du métro, prévu pour juin 2024. Incarnant le nec plus ultra du transport automatisé, cette ligne illustre les tendances de fond qui animent aujourd'hui les villes modernes comme Paris : numérisation tous azimuts, interconnexion des réseaux...

Aujourd'hui, ces changements répondent principalement au défi suivant : comment gérer durablement les ressources dans un environnement pourtant très polluant, consommateur en énergie, et dont la densité de population ne faiblit pas¹ ? À l'image de Paris, un nombre croissant de villes dans le monde se développe à l'aune de cette question, en s'appuyant notamment sur l'usage de matériaux novateurs et les nouvelles technologies numériques ou en modifiant leurs paradigmes relatifs à l'urbanisation. Même si ce mouvement ne concerne pour le moment qu'un nombre limité de villes, en raison des investissements massifs que cela impose, plusieurs de ces évolutions semblent néanmoins préfigurer le visage des villes du futur. Par conséquent, au fur et à mesure que ces villes modernes évoluent, devenant plus denses et technologiquement intégrées, elles posent de nouveaux défis pour les opérations militaires en milieu urbain. Comment les forces armées peuvent-elles adapter leurs tactiques et technologies pour répondre à la complexité croissante des environnements urbains, à l'image des évolutions actuellement menées par la BSPP pour intervenir à Paris ?

Incontestablement, la ville moderne restera *L'ultime champ de bataille*², un terrain difficile pour tous les belligérants, et dont les fondamentaux du combat ne devraient pas être remis en question. Pour autant, les évolutions actuelles et futures imposeront aux soldats un combat plus décentralisé, où l'attrition risque de s'accroître et dans lequel la dimension cyber occupera une place prépondérante.

Une ville toujours plus cloisonnée et difficile d'accès

Pour les villes modernes, le premier moyen d'optimiser l'usage des ressources est de bâtir des bâtiments d'une hauteur accrue³. La hauteur permet la mise en place de nombreux systèmes pour rendre les bâtiments moins gourmands en énergie (installation de panneaux solaires etc.) et laisse libre le terrain pour d'autres activités plus écologiques comme les espaces verts⁴.

1 Selon ONU-Habitat, les villes comptent pour 78 % de la consommation énergétique mondiale et produisent plus de 60 % des gaz à effet de serre. Toujours selon l'ONU, si 50 % de la population mondiale vit aujourd'hui en ville, ce chiffre devrait atteindre 75 % d'ici 2050.

2 Frédéric Chamaud et Pierre Santoni, *L'ultime champ de bataille. Combattre et vaincre en ville*, éditions Pierre de Taillac, 2019, p. 264.

3 Cependant ce constat peut être nuancé en fonction des réglementations locales et des aspirations parfois différentes des populations.

4 Adopté par le conseil de Paris en juin 2023, le plan d'urbanisme local, qui doit dessiner le futur de la capitale à l'horizon 2040, prévoit notamment l'aménagement de 300 hectares supplémentaires d'espaces verts.

Paris et sa banlieue accueillent ainsi plusieurs projets emblématiques dont la hauteur avoisine ou dépasse les 200 m : la Tour Triangle et les Tours Duo à Paris, le projet Hekla dans le quartier de la Défense⁵.

Pour une unité engagée au combat dans un secteur comportant de tels édifices, cela engendre un supplément de complexité :

- la hauteur des bâtiments va provoquer une usure physique prématurée des combattants en raison des nombreux escaliers à gravir. En situation de combat, l'usage des ascenseurs est à proscrire en raison des risques liés à une rupture de l'alimentation et du développement du pilotage à distance de ces appareils, ce qui pourrait être fatal si l'adversaire prenait le contrôle de ses commandes⁶ ;
- au vu de ces nouvelles contraintes, la prise de ce type de bâtiment nécessitera l'engagement d'un volume de force élevé. À titre d'illustration, la doctrine opérationnelle de la brigade de sapeurs-pompiers de Paris (BSPP) prévoit un nombre d'engins beaucoup plus important⁷ dans un bâtiment dont la hauteur dépasse les 7 étages, et encore davantage dans un immeuble de grande hauteur (IGH)⁸, afin de limiter les difficultés liées à la hauteur (commandement à l'aveugle, potentiel physique, nombreux volumes...);
- la hauteur de ces bâtiments offrira davantage d'opportunités à l'ennemi en défensive pour observer, délivrer des feux et communiquer. Pour l'attaquant, ces bâtiments limiteront encore davantage la portée de ses armes et réduiront son champ de vision.

Le deuxième aspect de la ville moderne réside dans l'utilisation croissante des sous-sols, dont le potentiel est aujourd'hui considéré comme inexploité. Cela passe d'abord par la rénovation de locaux existants. En 2017, la ville de Paris a donc lancé un appel à projets urbains intitulé : « *réinventer Paris – les dessous de Paris* ». Lauréat de cette édition avec le projet « *AérogArt* », dans l'enceinte de la gare des Invalides, le célèbre architecte Dominique Perrault⁹ expliquait ainsi en 2018 dans une interview accordée au *Journal des Arts* « *qu'il*

5 La hauteur de la tour Triangle devrait atteindre 180 mètres alors que la tour Hekla mesure environ 200 m.

6 La société Thyssenkrup, un des leaders mondiaux de l'ascenseur, déploie aujourd'hui des cabines d'ascenseur intelligentes équipées de la technologie « MAX ». Ce système de contrôle à distance qui permet une meilleure maintenance, équipe ainsi plus de 24000 ascenseurs à Barcelone.

7 Le volume d'engins est doublé pour un engagement dans un immeuble par rapport à un bâtiment d'habitation inférieur à 7 étages.

8 Il s'agit d'un immeuble d'habitation supérieur à 50 mètres ou supérieur à 28 mètres pour les autres usages (bureaux...).

9 Il a notamment été l'architecte de la Bibliothèque Nationale de France (BNF).

faut que la verticalité de la ville se prolonge dans le sol ». En parallèle de ces grands chantiers, de multiples travaux voient le jour comme des entrepôts et des fermes souterraines¹⁰. Ce phénomène se matérialise également par l'extension des réseaux de transports souterrains existants à l'image du Grand Paris Express¹¹. Ces lignes plongeront jusqu'à une profondeur située entre 15 et 50 mètres par endroits. Certaines stations constitueront de véritables petites villes en sous-sol, à l'intersection de plusieurs réseaux de transport, et accueilleront de nombreuses activités annexes comme par exemple des centres commerciaux¹².

Le combat urbain de demain sera donc sans doute un combat où les dimensions verticales et horizontales se croiseront de plus en plus, sous l'effet de la hauteur croissante des bâtiments et de l'utilisation plus importante des souterrains. Le combat y sera donc plus exigeant, en raison des communications difficiles (étages, métros...) et du cloisonnement toujours plus important. En s'appuyant sur une démarche prospective visant à évaluer les conséquences de ces évolutions, la BSPP travaille aujourd'hui à faire évoluer ses modes d'action, dont les finalités peuvent également servir une troupe engagée en combat urbain :

- adaptation du « *command and control* » : les élongations croissantes imposées par des constructions toujours plus hautes et plus profondes imposent un commandement plus décentralisé. Agissant à l'aveugle dans ces bâtiments, car situé dans une zone non soumise aux effets directs du sinistre, le commandant des opérations de secours (COS) de la BSPP doit s'appuyer sur les comptes-rendus et actions des équipes engagées au contact. Pour pallier les difficultés évoquées précédemment, des études sont menées actuellement par le bureau études et prospective (BEP) de la brigade pour développer des bulles tactiques autonomes et des boîtiers de communication fonctionnant en « *deep indoor* » ;
- systématisation de l'usage de moyens robotisés dans les opérations de combat. Ils pourront appuyer notamment l'autonomie des groupes de combat en soutien et en capacités SIC, participer à la reconnaissance de tous les milieux, notamment les plus exigus et les plus dangereux comme les souterrains. La BSPP met en œuvre ce type de moyen lors des feux de parc de stationnement couvert en engageant le

10 Une ferme de 3 500 m² a vu le jour dans le 18^e arrondissement en 2017.

11 Il s'agit de la construction de quatre nouvelles lignes de métro automatisées qui s'étendront sur plus de 200 kilomètres. Ce chantier doit se poursuivre jusqu'en 2030 au moins et le coût total devrait dépasser les 40 milliards d'euros.

12 La station Gustave Roussy, située à Villejuif et dont la mise en service est prévue en 2024, sera le cœur d'une zone d'activités dédiée à la recherche médicale d'une surface de plus de 400 000 m².

robot PROM (plateforme robotisée multifonction) dans les tunnels souterrains du Grand Paris Express, dont la distance entre deux points d'accès peut s'étendre jusqu'à 2 km. Ce robot permet de remplir plusieurs missions comme le transport de matériels supplémentaires ou l'évacuation de victimes ;

- perfectionnement de l'analyse du terrain urbain. Lors d'une opération de lutte contre l'incendie, l'environnement doit être pensé comme un environnement quadridimensionnel¹³. La BSPP met en œuvre cette idée au moyen de croquis opérationnels pointus et de captures vidéo fournies par des drones. Cette méthode permet d'avoir une vue exhaustive des volumes et d'adapter la manœuvre en conduite.



27 avril 2023. Deux robots d'extinction engagés dans un feu de parc de stationnement à Aubervilliers. © BSPP.

Une ville plus écologique mais pas moins abrasive

Dans les villes modernes, la construction de bâtiments utilise de plus en plus des matériaux naturels comme le bois. À Courbevoie, le projet « Synapses », qui vise à construire deux tours de 45 et 39 mètres, devrait voir le jour en 2027. De nombreux autres projets sont actuellement en cours. Au-delà du

¹³ Réseaux souterrains, sols, étages et espace aérien.

bois, d'autres matériaux écologiques gagnent en popularité, tels que la brique de terre compressée, le bambou ou la pierre. De la même façon, les villes modernes ont de plus en plus recours aux énergies renouvelables et l'électricité y est utilisée massivement pour alimenter tous les nouveaux systèmes (domotique, stockage d'énergie...). Les panneaux solaires sont appelés à être généralisés sur les nouveaux bâtiments, intégrés aux toits et façades pour produire de l'électricité propre directement sur site. À Paris, la tour Montparnasse prévoit une rénovation qui inclut l'installation de panneaux solaires et d'éoliennes pour réduire sa consommation d'énergies fossiles. Ces nouvelles énergies comportent de nombreux risques pour le combattant, notamment d'explosions ou d'incendies¹⁴. Les panneaux photovoltaïques produisent ainsi de l'énergie en permanence, tant qu'il fait jour ou qu'ils ne sont pas obscurcis, ce qui fait courir un risque d'électrification très important pour le combattant !

En dépit de la « *douceur* » affichée par ces projets pour trancher avec l'image rugueuse de la ville bétonnée, le milieu urbain demeurera un théâtre d'opérations abrasif et dangereux pour le combattant. Dans les bâtiments bois par exemple, le risque en cas d'incendie est plus élevé que pour un bâtiment en béton du fait de sa masse calorifique très importante¹⁵. En raison d'une densité en revanche plus faible que le béton, un bâtiment en structure bois est beaucoup plus susceptible de s'effondrer en cas de tirs d'artillerie, car il ne peut pas absorber et diffuser aussi efficacement l'énergie d'un impact.

L'étude des caractéristiques majeures du bâtiment doit donc être un acte à systématiser pour le combattant, à l'image d'un chef de garde¹⁶ de la BSPP lorsqu'il s'engage pour un incendie.

14 Ces incidents peuvent se produire à cause d'une batterie défectueuse ou d'un court-circuit électrique par exemple.

15 Le bureau prévention a notamment rédigé une doctrine demandant de coffrer la structure en bois des constructions pour limiter ce risque. Ce sujet fait aujourd'hui l'objet de débats entre les services de l'État et les acteurs de la filière bois. La capacité thermique massique du bois est d'environ 2,3 à 2,5 kJ/kg °C alors que celle du béton est de 0,8 à 1,0 kJ/kg °C.

16 Il s'agit du premier commandant des opérations de secours. En fonction de la situation, le commandement peut ensuite être pris par des supérieurs hiérarchiques. La marche générale des opérations (MGO) qui régit l'engagement des secours, stipule ainsi que le premier acte réflexe à mener est la reconnaissance.



17 mars 2023. Utilisation d'un dessin opérationnel par un commandant des opérations de secours lors d'un feu de foyer dans le 18^e arrondissement. © BSPP.

Une ville plus connectée mais plus vulnérable

La « *smart city* », ou ville intelligente, est un concept qui désigne une ville utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour améliorer la qualité des services urbains et rendre la gestion de la ville plus efficace, tout en réduisant l'empreinte écologique et en augmentant la qualité de vie de ses habitants. Concrètement, cela se traduit par le déploiement de réseaux de capteurs de natures diverses (puces RFID, caméras...) dans toute la ville : parkings, espaces verts, bâtiments publics...

Cette nouvelle réalité place donc la dimension cyber au cœur des opérations futures. En agrégeant les données nécessaires à son fonctionnement depuis une multitude de capteurs, la ville devient plus vulnérable aux attaques cyber, chaque capteur étant un point d'entrée potentiel dans le système. Cette vulnérabilité est d'autant plus prégnante que la plupart des réseaux (eau, électricité, transports...) sont pilotés à distance. Un assiégeant aura donc tout intérêt à prendre le contrôle de ces réseaux pour semer le chaos dans la ville. Cela imposera aux forces militaires de disposer de solides capacités dans le domaine cyber. De plus, la « *smart city* » n'est pas qu'un simple système de recueil des informations. Elle est également un système qui les diffuse (écrans publics...) nécessitant des compétences dans le domaine

cyber-informationnel afin d'éviter le piratage de ces circuits. Les données numériques feront donc l'objet d'une compétition pour leur contrôle dans le cadre d'un affrontement en zone urbaine.



Concept visuel illustrant le projet d'anticipation « Paris 2050 » vu depuis Notre-Dame et développé par l'agence Setec Bâtiment et l'architecte Vincent Callebaut. © Vincent Callebaut Architectures. Source : <https://parisfutur.com/projets/paris-2050/>.

Conclusion

Les transformations profondes des villes modernes, dont Paris est un exemple révélateur, vont donc renforcer les difficultés inhérentes à ce milieu et faire naître de nouveaux risques. L'intégration de technologies avancées et l'évolution des paradigmes de construction constituent notamment les faits majeurs face auxquels les forces armées vont devoir s'adapter. Cela passera notamment par un combat plus décentralisé, des capacités cybernétiques et robotiques renforcées. Cette analyse de l'évolution du milieu urbain est ainsi au cœur de la mission confiée à la BSPP depuis sa création en 1811, afin de pouvoir mieux anticiper les risques et garantir la sécurité des habitants de l'agglomération parisienne.



**Par le lieutenant-colonel
Paul SÉDIVY**

Saint-cyrien de la promotion du Bicentenaire de Saint-Cyr, le lieutenant-colonel Sédivy sert dans l'infanterie depuis 2002. Chef de section de combat au 152^e régiment d'infanterie en 2003, il prend la fonction de brigadier au Centre National d'Entraînement Commando de 2006 à 2008. En 2009, il reçoit le commandement de la 2^e compagnie de combat au 126^e régiment d'infanterie. En 2011, il rejoint le Centre d'Entraînement aux actions en Zone Urbaine et contribue à la rédaction du manuel d'emploi du SGTIA en ZURB et au RETEX. Affecté au BOI du 152^e régiment d'infanterie de 2014 à 2019, il est en charge de la préparation opérationnelle et assure la transformation FELIN du régiment. En 2019, il effectue un séjour en Allemagne comme officier de liaison terre auprès de l'école d'infanterie allemande d'Hammelburg, de l'école des troupes aéroportées d'Altenstadt et du combat montagne et grand froid de Mittenwald. En 2022, il revient au Centre d'Entraînement au Actions en Zone Urbaine - 94^e régiment d'infanterie comme chef de la cellule études et prospective.

LE COMBAT DE DEMAIN EN ZONE URBAINE

Le combat urbain a été façonné par un enchaînement constant d'engagements qui en a consolidé les principes. Ceux-ci proposent des recommandations tactiques permettant de faire face aux défis d'un espace de manœuvre complexe exerçant un effet égalisateur. Toutefois, les nouvelles capacités offertes par la technologie, l'accroissement des champs de conflictualité et la question de la masse des armées incitent à identifier les adaptations à entreprendre. Force est de constater que, si le combat urbain peut être considéré comme le laboratoire du conflit de haute intensité, les évolutions à consentir sont importantes. Elles remettent moins en cause la méthode de la poliorcétique et la pertinence de porter le combat en ville que la nature et le volume de moyens pour s'y engager afin de garantir la puissance requise et les compétences exigées. Aussi, les pistes d'évolution mises en avant par les combats urbains les plus récents sont de nature à influencer la pensée du combat futur.

Le combat urbain est un phénomène séculaire qui demeure complexe et multiforme. Difficile à appréhender, il est en outre fortement influencé par la nature de cet environnement particulier, les types d'armement et de munitions utilisés par les belligérants et la taille des forces engagées dans ces opérations. Si les combats en ville ont été constants tout au long du XX^e siècle, le conflit en Ukraine et les dernières opérations à Gaza jettent une lumière accrue sur les opérations en zone urbaine (ZURB). Une vision prospective est donc nécessaire pour préparer au mieux l'armée de Terre à ce type d'engagement.

Si certains principes de l'action en zone urbaine (AZUR), façonnés par des siècles de mise en pratique, sont de nos jours consolidés, force est de constater qu'aujourd'hui encore, plus que les recommandations tactiques, ce sont les moyens de s'engager qui évoluent. D'abord le volume des forces armées (la masse), qui s'est drastiquement réduit dans les armées occidentales. Ensuite, les évolutions technologiques rapides dans le domaine des armes et munitions.

Aussi, une approche globale combinant la connaissance des principes éprouvés et la prise en compte des progrès technologiques (cyber, robotique/drone/munitions téléopérées, intelligence artificielle) semble indispensable afin d'offrir des solutions au chef militaire face au risque de blocage opérationnel. Après avoir évoqué les principes fondamentaux du combat urbain puis analysé l'influence des nouvelles technologies dans le combat urbain, cet article proposera des pistes de réflexion sur l'avenir de ce type d'opérations.

1. Les principes fondamentaux du combat urbain

La zone urbaine constitue un terrain singulier par sa physionomie : ses proportions et sa structure d'une part, ses réseaux matériels et immatériels d'autre part et enfin la présence plus ou moins importante de population. Plusieurs surfaces superposées en strates au niveau du sol, de réseaux souterrains et d'étagements verticaux confèrent à ce théâtre d'opérations qu'est la ville un caractère tridimensionnel. Dans cet espace et au milieu de cette population, chaque menace peut être omnidirectionnelle et d'intensité très rapidement variable. Aussi, ce terrain représente un espace de manœuvre incertain, disputé, cloisonné, très rapidement encombré exerçant un **effet égalisateur** qui vient défier les notions de parité et de rapport de forces.



Combat en milieu cloisonné.
Source : thefirearmblog.com.

Concentration et intrication des enjeux tactiques, opératifs et stratégiques

En outre, cet espace se singularise par la **concentration** et l'**intrication** géographique dans la ville des enjeux tactiques, opératifs, et stratégiques. En terrain ouvert, l'on peut chercher à organiser le champ de bataille en zones (*zone arrière, zone des contacts, zone dans la profondeur*) afin d'optimiser la synchronisation des effets produits par les différents acteurs du conflit. En ville, tous les efforts sont concentrés dans un même espace. Aussi, à l'abrasion exercée par l'environnement urbain s'ajoute la complexité du combat au milieu de la population sensible par essence aux manœuvres d'influence.

L'AZUR est également un défi logistique, moins en raison des élongations que des dommages humains et matériels, du volume des consommations, de l'éclatement des unités et des difficultés de progression en zone urbaine. Le combat en ZURB s'entend donc comme un engagement hors norme concentrant dans un espace très restreint tous les défis du combat.

La ville occupe ainsi une place particulière dans la manœuvre globale d'une force terrestre. Son rôle peut être envisagé de différentes façons en fonction des objectifs généraux de la campagne. La ville peut :

- être contournée pour préserver le potentiel et le rythme de la manœuvre. Dans ce cas la ZURB peut être dépassée considérant que la maîtrise de ses approches suffit à garantir le bon déroulement de la manœuvre ;
- être isolée par la mise en place d'un siège qui peut suffire dans la durée à en assurer le contrôle, voire la conquête ;
- être défendue afin de créer un point de fixation capable de générer une usure ;
- être conquise, en tant que lieu de pouvoir et de richesse ou pour sa nature symbolique ou tactique.

L'approche multi milieux multi champs (M2MC)

L'équation tactique du combat en ZURB, façonnée par des siècles de mise en pratique a peu évolué. Elle doit néanmoins être prise en compte dans son environnement actuel, à savoir celui d'une approche globale des opérations. Agir dans l'ensemble des milieux et des champs (M2MC) est une nécessité (en ville comme dans les espaces ouverts) pour vaincre malgré la multiplication des espaces d'affrontement. Le combat urbain doit désormais être pris en compte simultanément dans toutes ces dimensions. Cette prise en compte s'incarne dans une manœuvre unique produisant des effets dans les milieux et



Télépilotes de drones FPV
(*first-person view*).
© CENZUB.

les champs de l'électromagnétique, de l'influence, du cyber. Cette approche globale s'accompagne d'une nécessité de discriminer les zones, les fonctions, les acteurs qu'il faut atteindre, celles et ceux qu'il convient de détruire, de préserver ou d'ignorer, en identifiant en amont tous les facteurs susceptibles, soit de faciliter, soit au contraire de compromettre l'accomplissement de la mission.

Fort de l'ensemble de ces éléments, le combat urbain repose, comme toutes les autres formes de combat sur les principes généraux de la guerre et ses corollaires¹. Sa complexité impose néanmoins une adaptation de ces principes et procédés tactiques afin de faciliter l'**intégration interarmes** aux plus bas échelons, rendue nécessaire par l'isolement de combat se déroulant dans des espaces cloisonnés.



Manœuvre interarmes lors d'un exercice
de combat en zone urbaine.
© CENZUB.

¹ Les principes de la guerre de Foch sont la concentration des efforts, la liberté d'action et l'économie des moyens. La sûreté et la surprise peuvent être considérées comme des principes complémentaires.

En tenant compte du volume réduit des forces terrestres occidentales, et de la nature globale des effets à produire en ville qui dépassent le seul champ de l'action militaire, il apparaît de plus en plus opportun d'associer à la manœuvre militaire, dès sa phase de conception, les partenaires civils, les organisations gouvernementales et non-gouvernementales, ainsi que les acteurs internationaux. Cela doit permettre de synchroniser l'ensemble des effets à produire pour atteindre l'effet final recherché de la campagne. Cette synchronisation de l'ensemble des acteurs civils et militaires doit permettre de prendre en compte les aléas de la guerre pouvant avoir des causes autres que militaires. C'est ainsi que les forces terrestres ont besoin du concours d'acteurs non militaires pour faire face à une crise écologique, sanitaire, ou bien restaurer des réseaux ferroviaires ou de communications affectant directement la conduite des opérations.

La composante terrestre bien qu'occupant une place centrale dans les opérations en ZURB car elle en contrôle l'espace, doit favoriser l'intégration interarmées et interministérielle pour conduire au mieux son action. Les forces terrestres engagées en ZURB doivent pouvoir bénéficier :

- d'actions conduites ou soutenues à partir de la mer, des fleuves ou utilisant la troisième dimension ;
- d'opérations spéciales conduites par des unités très mobiles particulièrement pertinentes en zone bâtie pour neutraliser un objectif ou pour extraire des ressortissants ;
- des actions de préservation de l'ordre public conduites ou encadrées par la gendarmerie, en appui des forces locales de sécurité dans le cadre d'un partenariat ;
- enfin, d'actions sur les perceptions et sur l'environnement opérationnel relevant d'expertises interarmées particulières (coopération civilo-militaire et opérations militaires d'influence) participant directement au bon déroulement des opérations en ZURB et cela dès leur phase de conception.

Un C2 agile et résilient

Les principes généraux d'organisation du commandement, de planification et de conduite des opérations demeurent inchangés en ZURB. Toutefois, deux facteurs rendent l'appréciation de situation plus complexe. D'un côté, le terrain très cloisonné de la ville constitue un brouillard à la fois tactique (milieu hétérogène) et technique (propagation des ondes) **défavorable à la circulation de l'information**. De l'autre, la multiplication, la décentralisation et

l'imbrication d'actions très diverses imposent davantage d'ordres, de mesures de coordination et de comptes rendus de renseignement, **accroissant considérablement le besoin en analyse et donc en conclusions tactiques**. Pour pallier ces contraintes, le commandement d'une manœuvre en ZURB doit s'appuyer sur une préparation minutieuse prenant en compte d'emblée l'établissement de mesures de coordination détaillées et de procédures opérationnelles permanentes, un suivi méticuleux de la situation tactique de référence jusqu'au niveau groupe de combat, un *rehearsal*² de chaque niveau précisant dans le détail l'ensemble des mesures de coordination.

Sur le plan de son organisation, le C2 (*Command and Control*) d'une force engagée en ZURB doit faire preuve d'agilité et de résilience. Le besoin aigu en coordination impose une conduite centralisée de la manœuvre tout en déconcentrant physiquement les éléments engagés pour des raisons de sûreté. Cela impose une capacité de reconfiguration rapide et une aptitude à **suivre simultanément³ plusieurs situations opérationnelles de nature et d'intensité différentes**. La superposition des actions dans différents milieux et champs doit se traduire par des renforts interarmes et interarmées intégrés dans le C2 de la composante terrestre. La prise en compte de tous ces paramètres induit une charge cognitive très importante pour les chefs tactiques et les postes de commandement.

La surprise et les opérations de déception

Face aux risques de blocage opérationnel et tactique liés à la complexité croissante de l'environnement urbain (taille, typologie, réseaux) et au manque de masse de manœuvre des armées modernes, les combats d'envergure en ville (de type Stalingrad) ne sont certainement plus à la portée des armées occidentales. Le traitement préventif de la menace et l'approche indirecte par une succession de « micro sièges » localisés constituent l'alternative pour ne pas se laisser aspirer puis engluer en ville. Il s'agit soit de préserver le système urbain par une action ciblée, mesurée et éphémère, soit d'obtenir une asphyxie progressive et ciblée de l'adversaire en le privant de certaines ressources physiques et immatérielles essentielles à son action. Cette méthode se distingue de la pratique du siège par son caractère discriminant modulable et non linéaire. En outre, l'AZUR consacre le rôle de la **surprise**, principalement sous forme de déception combinant des actions planifiées et coordonnées destinées à placer l'adversaire devant un dilemme tactique.

2 Rejeu d'une opération tactique effectué avant le début de la mission.

3 Dans un article paru en octobre 1997 intitulé « *The three block war : fighting in urban areas* » le général Charles KRULAK (USMC) prévoyait déjà qu'à tout moment, dans des secteurs voisins, les forces armées pourraient être obligées simultanément de prendre soin de populations déplacées en fournissant une aide humanitaire, de séparer et d'isoler des factions adverses dans une logique de maintien de la paix avant d'engager le combat contre des éléments irréductibles. (<https://www.mca-marines.org/wp-content/uploads/1999-Jan-The-strategic-corporal-Leadership-in-the-three-block-war.pdf>).

Il s'agit de le fixer physiquement et psychologiquement dans une zone qui n'est pas celle de l'effort de la force amie pour le frapper alors que son cycle décisionnel est perturbé. Toutefois, son intérêt réside également dans l'effet produit sur le moral d'un adversaire. Dans le même temps, une réserve d'un niveau suffisant, à tous les niveaux, doit être constituée et les moyens rares protégés. Ces derniers doivent être prioritairement conservés aux ordres et positionnés sur le terrain afin de pouvoir intervenir dans les plus brefs délais.

Dans ce cadre, les principes du combat collaboratif proposés par la doctrine SCORPION semblent aujourd'hui adaptés. La valorisation de la subsidiarité est cohérente avec l'apparition de micro théâtres et de situations d'isolement. La déconcentration des moyens participe de la nécessité d'entretenir l'incertitude. Enfin, la rapidité du cycle décisionnel représente un atout dans un environnement défavorable à la circulation de l'information et accroissant le besoin en conclusions tactiques.

2. L'influence des évolutions technologiques sur le combat urbain

En perpétuelle mutation et très différent d'une zone à l'autre, l'environnement urbain se prête mal aux généralités. En effet, les modèles d'architectures urbaines évoluent sur des temps longs sous l'action des évolutions techniques et sous contraintes architecturales et financières. Aussi, la transformation de la configuration des villes s'opère sur plusieurs décennies de manière hétérogène en fonction de la topographie, de l'histoire locale et des fonctionnalités indispensables à des sociétés humaines à divers degrés de développement. Il en existe donc une grande variété. C'est pourquoi, chaque bataille urbaine est particulière et représente un nouveau défi.

Guerre urbaine – guerre au milieu des populations

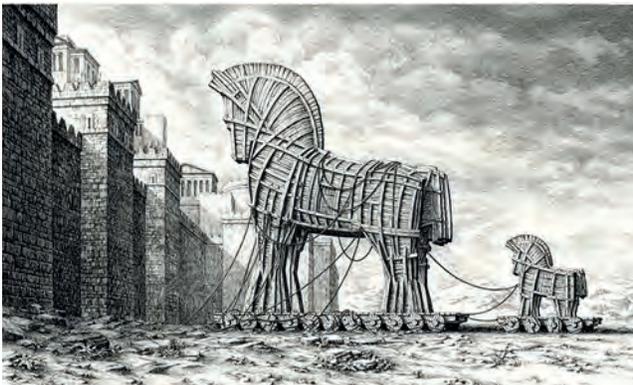
Les villes ont cependant en commun une concentration des activités humaines qui ne fait que s'accroître au XXI^e siècle. Les sociétés humaines se sont massivement urbanisées depuis les années 1960 et ce phénomène devrait s'accroître jusqu'en 2050. Aussi, la présence d'une population civile résiduelle est à considérer comme toujours avérée dans une ZURB. Elle constitue de ce fait un enjeu, en particulier sanitaire, mais également un risque de mise en échec de l'action, notamment en termes juridiques, d'influence et de légitimité à l'heure de l'hyper connectivité. En effet, cette population constitue un enjeu et peut représenter un obstacle par sa simple présence, son inertie, voire une menace. Au surplus, le comportement de la population constituée en foule peut être récupéré, manipulé et exploité par les adversaires en raison de son caractère irrationnel et imprévisible, ainsi que son émotivité.

Les formes d'action d'une foule hostile peuvent être par exemple des agressions et intimidations, des manifestations et barrages, des boucliers humains, la protection ou la dissimulation des adversaires. Cette évolution renforce par construction la vulnérabilité des équilibres que la ZURB cumule et qui constituent autant de facteurs de déstabilisation. En effet, l'interaction des activités humaines, le nombre et la complexité des réseaux sociaux, la précarité des services publics rendent la ville très instable et son organisation très fragile.

Tout engagement militaire entame plus ou moins profondément le système fonctionnel d'ensemble de la cité et entraîne des conséquences sur le plan économique, social et sanitaire, sécuritaire et politique. Il s'agit donc de préserver autant que possible les services de première nécessité et les infrastructures pour ne pas contraindre l'engagement militaire aussi bien dans sa manœuvre que dans sa légitimité. Un retour rapide à la normale de la vie de la cité permet de ne pas se limiter à la seule victoire tactique. Certains types d'habitats synthétisent l'ensemble de ces vulnérabilités. C'est le cas de l'habitat informel, de type bidonville, en forte expansion au niveau mondial et qui représente une extension inévitable de la ZURB, propice à des actions de types guérilla.

L'approche indirecte dans les champs numériques et informationnels

Dans ce contexte de transformation au long cours, la technologie constitue **le moyen d'une approche indirecte** dans la dialectique des volontés qui caractérise la haute intensité. En effet, si le but demeure de frapper le centre de gravité de l'adversaire tout en préservant la masse de manœuvre pour l'engager au moment opportun dans un environnement abrasif, les espaces numériques et informationnels constituent en ZURB des champs



Exemple d'approche indirecte d'objectifs stratégiques : le cheval de Troie.
Source : saintvictrice.fr.

d'action et de confrontation désormais incontournables qu'une approche directe tend à négliger. Alors que la distribution de données en masse et leur amplification par la connectivité croissante des objets et des personnes produisent un chaos opérationnel synonyme de défi cognitif, la domination technique tend dans le même temps à devenir relative dans les champs informationnel et cybernétique. Dans ce contexte, le rôle de **caisse de résonance médiatique** de la ZURB est renforcé. Son contrôle comme sa contestation constituent des objectifs prioritaires pour la compétition dans le champ des perceptions. Ce phénomène est facilité par la présence de population en ville en tant qu'auditoire cible et amplifié par la mondialisation des rapports entre sociétés, la densification des flux humains et l'expansion des champs matériels et immatériels qui conduisent à une contraction des espaces. Ainsi, si la mobilité matérielle permet de se mouvoir dans et à proximité de la ville, la mobilité immatérielle permet la connexion des acteurs de la ville, en temps réel avec le monde, donc bien au-delà des murs de la cité.

C'est pourquoi, l'espace numérique fournit un angle d'engagement supplémentaire à la disposition du chef. L'installation de réseaux de télécommunication hertzienne, la généralisation en cours de la fibre optique et le développement de la connectique par ajout de capteurs contribuent à connecter de plus en plus de systèmes collectifs et de constructions par Internet. L'innovation électronique en espace urbain connaît un fort développement dont les applications sont toujours plus vastes. La connectique s'applique d'ores et déjà au quotidien à de nombreux domaines critiques dans le bon fonctionnement d'une ville :

- gestion des réseaux d'infrastructures électriques, de distribution d'eau, de régulation du trafic urbain ;
- cartographie et localisation en temps réel des activités humaines ;
- pilotage à distance des réseaux de chauffage, d'électricité ou des systèmes de sécurité.

Le détournement de ces moyens peut aussi bien permettre la collecte de renseignement (détection, surveillance, reconnaissance) que la déstabilisation. La compromission de ces réseaux constitue un moyen d'attenter à distance et sous le seuil de conflictualité aux besoins essentiels de la population. Ceci permet de produire *in fine* sans trop s'exposer des **effets physiques, cognitifs et émotionnels** concourant à la prise d'ascendant.

La robotique : décroïsonner et compenser la masse

Parallèlement, le développement actuel de la robotique (robots terrestres et drones aériens) étend la furtivité et la précision au combat de contact. En effet, l'avènement des drones de contact⁴ et des munitions téléopérées⁵, conduit à une forme de transparence du champ de bataille en zone ouverte. C'est notamment le cas lorsque ces moyens sont associés à la guerre électronique, permettant une surveillance du champ de bataille efficace, préservant la ressource en combattants et pouvant être directement exploitée sous forme de harcèlement des unités retranchées et des vecteurs d'artillerie, logistiques ou de commandement. Aussi, si la ZURB constitue le dernier « clair-obscur » capable de limiter l'emploi combiné drone-guerre électronique, leur emploi se révèle néanmoins indispensable dans cet environnement afin de fournir un **point d'observation déporté**, au plus près, dans les trois dimensions, pour un recueil du renseignement destiné à une exploitation immédiate, indépendamment de la maîtrise de l'air et de la 3D.

Cette **capacité à partiellement décroïsonner la ZURB** et à conférer un supplément de compréhension et d'action au profit de petites cellules tactiques, donne à la robotique associée à la guerre électronique tout son intérêt en zone urbaine. En effet, la domination cinétique d'un adversaire s'exerce d'autant mieux qu'elle bénéficie de capacités de compréhension et de modélisation de l'environnement tactique, de modulation et de précision des effets⁶.



Robot sur le parcours
du challenge robotique.
© armée de Terre/SGT Arnaud W.

4 Micro drones et nano drones dont certains bénéficiant d'une interface FPV. Facilement accessibles et peu coûteux dans une logique d'économie de guerre, ces drones sont idéalement peu encombrants et d'une mise en œuvre aisée et rapide. Bien que fragiles et soumis aux aléas aérologiques, ils ont une empreinte logistique réduite et demandent peu d'entretien. Ils sont généralement considérés comme consommables par l'utilisateur au regard de l'exposition aux risques en ZURB.

5 Les MTO les plus modernes possèdent désormais des capacités d'acquisition comparables aux drones de contact allant jusqu'à la désignation d'objectifs secondaires pendant leur évolution sur la trajectoire d'attaque principale.

6 Les effets en jeu sont aujourd'hui cinétiques à travers les MTO. Dans un avenir proche, des effets supplémentaires de brouillage, d'influence et de lutte cyber seront envisageables.

En outre, considérant les effets de masse exigés par l'imposition d'un rapport de force favorable, le recours aux systèmes robotisés sur les fonctions d'investigation, de déminage, d'allègement et de soutien logistique est un atout majeur. L'effet de masse peut également être atteint par le recours à des solutions civiles, moins durcies mais efficaces et meilleur marché, comme en atteste le choix de certains de nos compétiteurs.

Sidération et action dans la durée

Dans un avenir proche, la technologie ouvrira de nouvelles perspectives dans le champ des effets. Les essais de drones sont d'ores et déjà identifiés, soit pour sidérer tactiquement, soit pour user les arsenaux de lutte anti drones souvent hyper technologiques et donc coûteux. Pour tendre vers l'effet de permanence et de masse, l'action des vecteurs téléopérés (drones/robots) devra être complétée par l'emploi massif de munitions téléopérées simples à mettre en œuvre.

Au-delà de la saturation, la technologie permettra d'agir dans la durée soit de façon continue (on parlera de *permanence*) ou discontinue (on préférera le terme de *persistance*) en s'affranchissant de l'abrasion propre au milieu urbain et en économisant le potentiel humain des unités que ce soit pour des actions de surveillance, de combat ou des missions logistiques au profit d'unités isolées.

En effet, l'intensité des engagements en ZURB ainsi que le recours aux opérations lacunaires (micro théâtre/isolement) nécessitent d'accroître substantiellement l'autonomie opérationnelle des unités. Outre une maîtrise des consommations et une exploitation éventuelle des ressources localement encore disponibles, ceci se traduit par une augmentation des dotations initiales au profit des unités de contact. Le poids logistique accru des unités de combat est un défi en soi, augmenté en ville par le chaos du terrain, la menace omnidirectionnelle et les engagements à très courte distance. Dans ce cadre, les innovations technologiques doivent proposer des solutions d'accompagnement logistique automatisé adossé à la numérisation de l'espace de bataille couvrant les trois fonctions logistiques⁷ dès le niveau groupe de combat.

En outre, l'engagement en ZURB se singularise par de fortes consommations et un taux élevé de pertes auxquels s'ajoutent des contraintes de dépannage et d'évacuation des blessés supérieures aux milieux terrestres ouverts. En dernier lieu, la *persistance* comprend également la capacité à poursuivre l'action tout en se protégeant des risques technologiques particulièrement

⁷ Soutien ravitaillement (RAV), soutien mécanique (MEC), soutien santé (SAN).

prégnants en ZURB. En plus des opérations de contre-mobilité adverses qui recourent au minage voire au piégeage, la ZURB concentre un grand nombre d'infrastructures industrielles, commerciales ou hospitalières ainsi que de nombreux réseaux d'approvisionnement qui peuvent représenter danger radiologique, biologique ou chimique. En ville, les effets des agents toxiques sont amplifiés par la nature confinée du milieu et la présence de population. En effet, les agents toxiques peuvent davantage se concentrer en espaces clos et souterrains et subissent moins les éléments naturels susceptibles de diminuer leur dangerosité (vent, UV). L'emploi préférentiel de robots en zone contaminée ou en espace confiné peut contribuer à préserver la force.



Combat souterrain.
© CENZUB.

Toutefois, comme le montrent les engagements de drones dans les conflits contemporains, les équipes d'opérateurs sont particulièrement exposées à l'ensemble de ces menaces, d'autant plus qu'elles ne peuvent pas assurer elles-mêmes leur sûreté rapprochée. **Les téléopérateurs doivent apprendre à agir en cellules**, à l'instar de la cavalerie, dont les cavaliers portés assurent la sûreté des chars de combat. C'est pourquoi, en définitive, des adaptations en organisation et en doctrine seront également nécessaires pour s'engager à l'avenir en ville.

3. Une nécessaire adaptation des capacités pour s'engager demain en zone urbaine

L'actualité récente rappelle la nécessité pour les armées occidentales d'adapter leurs capacités aux enjeux modernes de l'AZUR. Le conflit interétatique en Ukraine a rappelé le rôle d'objectif politique de la ville afin de sidérer une Nation (bataille de Kiev – aéroport d'Hostomel le 24 février 2022) ou d'objectif opératif pour amener la rupture d'une ligne de front (Kharkiv,

Marioupol, Bakhmout, Robotyne). Sous une autre forme, les opérations en cours dans la bande de Gaza ont également renforcé le rôle de la ville dans l'hybridation des conflits. En effet, depuis l'opération « *Plomb durci* » menée par Tsahal en 2009, la supériorité technologique ne suffit plus à terrasser l'adversaire. C'est pourquoi, la ZURB constitue sans doute aujourd'hui « l'ultime champ de bataille » dans lequel peuvent s'exprimer les conflictualités modernes. Presque tous les domaines sont bousculés, y compris le droit international humanitaire comme le montre l'opération « Mer d'Atlantide »⁸ à Gaza. À l'aune de cette évolution factuelle, il apparaît nécessaire d'identifier des pistes pour relever les défis du combat futur en ZURB.

Conserver et adapter le segment lourd

Cela passe par un **renouvellement du segment lourd** qui présente les meilleures aptitudes pour l'AZUR.

En raison de sa mobilité et de sa protection. En effet, les effets des armes en tirs directs et indirects sont responsables de la création rapide et durable d'obstacles qui entravent fortement la manœuvre. Gravas, cratères d'obus et autres structures métalliques abattues et déchiquetées sont autant d'obstacles qui facilitent de manière opportuniste la canalisation et le cloisonnement. Cette déstructuration de l'environnement participe de l'effet égalisateur. C'est pourquoi, à défaut de pouvoir limiter ces destructions, il s'agit de pouvoir s'en accommoder dans la manœuvre grâce à des engins chenillés à forte mobilité.

Outre **une densification et un durcissement des moyens du Génie**, des solutions techniques supplémentaires comme des *lamedozers* « en V » permettent d'accroître de manière significative cette capacité et l'autonomie des éléments tactiques. Amovibles et peu coûteux, ces dispositifs permettent de déblayer sans préparation des barricades, de percer des murs, voire de pousser sommairement des mines.

Ensuite parce que le segment lourd offre la meilleure protection. En effet, malgré la démocratisation des armes antichars d'une part et des drones et munitions rôdeuses d'autre part, le blindage conserve toute sa pertinence à condition d'en augmenter l'efficacité par l'adjonction de systèmes de protection périphériques et en surplomb et par un effort de camouflage. Ces dispositions structurelles doivent être complétées par une disposition

⁸ Afin d'éradiquer la menace associée aux tunnels édifiés par le Hamas dans le sous-sol de la bande de Gaza, l'armée israélienne a eu recours à différentes méthodes, incluant l'inondation des tunnels avec l'eau de la Méditerranée, ce qui a déclenché un débat éthique.

conjoncturelle associant la mise en place systématique de protection rapprochée dédiée et le recours aux positions de rechange en tant que fondamentaux tactiques. En outre, l'inviolabilité des engins doit être prise en compte avec le plus grand soin en raison des distances très courtes d'engagement et la présence de population.



Segment lourd
en zone urbaine.
© CENZUB.

Or, la conception des chars n'a que peu pris en compte son adaptation au combat urbain au cours de son évolution. Les tentatives faites par les Allemands à la fin de la Seconde Guerre mondiale n'ont pas laissé de traces après-guerre. Il a fallu attendre les engagements israéliens à Suez en 1973, au Liban en 1982, puis à Gaza pour voir apparaître des blindés israéliens adaptés au combat urbain. Les combats contre *Daech* n'ont fait que rappeler que les blindés ont besoin pour être engagés en zone urbaine :

- d'un surblindage à 360°, et non pas comme traditionnellement sur l'arc frontal, afin de résister à des embuscades multidirectionnelles ;
- d'une capacité d'observation à 360° vers les hauts et les bas ;
- d'un grand débattement des armements à la fois vers le haut pour prendre en compte les étages des immeubles et vers le bas pour toucher des embrasures en sous-sol ;
- des munitions spécifiques à effet de souffle (thermobarique), à effet lance-flamme ou au contraire à effets focalisés (explosif-incendiaire, brèchage) ;
- d'équipements de détection et de lutte anti drone pour augmenter la survivabilité au combat.

Cela signifie qu'une réelle adaptation des engins blindés au combat urbain devrait à l'avenir dépasser assez largement les quelques adaptations seulement basées sur le simple rajout d'un peu de blindage latéral, de caméras sur les côtés ou de tourelleaux téléopérés. Il faudrait sans doute imaginer des engins blindés spécialement adaptés au combat urbain, présentant sans doute des formes très différentes de celles prises pour le combat traditionnel en rase-campagne, si une telle voie pouvait être développée.

Généraliser le transport sous blindage et l'armement pour les échelons logistiques

L'intensité des engagements en ZURB ainsi que le recours aux opérations lacunaires nécessitent d'accroître substantiellement l'autonomie opérationnelle des unités. Ceci se traduit par une augmentation des dotations initiales, une maîtrise des consommations et une exploitation éventuelle des ressources urbaines encore disponibles. En outre, le soutien sanitaire doit être adapté selon le même principe par renforcement de l'autonomie sanitaire des unités et exploitation des infrastructures hospitalières locales. **Ainsi, au même titre que les engins de combat, tous les moyens de transport doivent disposer d'une protection de cabine.** Idéalement, les transports doivent s'opérer sous blindage afin de réduire les risques d'exposition et de destruction (risque d'explosion des transports de munitions ou de destruction des véhicules d'évacuation des blessés).



Automatisation de la logistique via la mule Probot. © CENZUB.

Par ailleurs, l'échelon logistique doit disposer d'un armement lui permettant de faire face lui-même à une menace rapprochée. Un équipement conséquent permet de réduire la demande de sécurité rapprochée auprès des unités de combat laquelle pèse sur la capacité opérationnelle globale de la force. Peu mobiles, concentrés sur leurs tâches de soutien et donc

peu aptes à l'auto-protection dans un environnement où la menace est partout, l'échelon logistique constitue une cible privilégiée. La ZURB augmente cette vulnérabilité par la factorisation des menaces au sein de cet environnement. L'échelon logistique constitue dès lors une cible privilégiée dont la destruction offre un gain tactique substantiel. En effet, l'engagement de la force en ville peut être remis en cause dans son ensemble si la sécurité rapprochée de l'échelon logistique n'est pas correctement assurée.

Revoir le sauvetage au combat

Dans le domaine du sauvetage au combat, un effort particulier doit être consenti afin d'être capable de conduire le relevage et la constitution de nids de blessés dans un environnement où la menace est omnidirectionnelle, quel que soit le niveau tactique considéré. L'extraction de blessés d'un véhicule endommagé ou détruit constitue par ailleurs un savoir-faire qui ne doit pas être négligé. Or, en dépit de leur sophistication toujours plus grande, aucun véhicule de combat n'intègre une capacité d'extraire et d'évacuer des combattants neutralisés, incapables de sortir de leur engin par leurs propres moyens.

L'impression 3D pour les pièces de rechange

En outre, dans cet environnement abrasif que représente la ZURB, aucune chaîne logistique n'est en mesure de pallier dans la durée l'usure soutenue des matériels. Une **capacité tactique de production de pièces de rechange** doit donc être développée à proximité de la zone d'engagement. À cet effet, l'impression 3D peut permettre la création d'unités de production mobiles au plus près des lignes de contact. Ce concept pourrait être étendu de la maintenance véhicule à l'armement et aux drones/MTO d'après les observations faites dans les engagements récents en Ukraine et au Moyen-Orient.

L'emploi tactique des drones et maîtrise du spectre électromagnétique

L'emploi des drones de contact, MTO et moyens de lutte anti drone (LAD) doit être envisagé comme une composante de la manœuvre à part entière en recherchant la combinaison de la maîtrise du spectre électromagnétique et la conquête de la supériorité aérienne au niveau tactique avec la dissimulation des forces amies (couvert des bâtiments, leurrage et concept de « *ville morte*⁹ »).

9 Afin d'entretenir l'incertitude dans l'appréciation de situation de l'adversaire, le camouflage du dispositif d'une unité déployée en ZURB repose sur le concept de « *ville morte* ». Il s'agit de limiter le moindre mouvement à découvert en créant au besoin des cheminements à travers une succession d'espace confinés, d'abriter les postes de combat et les véhicules dans les bâtiments qui s'y prêtent, de ménager des voies de communication entre les différentes positions de tir ou d'observation qui doivent être reconnues jusqu'aux plus bas échelons.

Cela implique d'adapter **les capacités de transmissions et de guerre électronique**. En effet, la verticalité des constructions, le resserrement des bâtiments, l'épaisseur et la nature des matériaux de construction perturbent la propagation des ondes électromagnétiques au détriment des capacités de commandement¹⁰. Plusieurs pistes sont à étudier :

Pour les transmissions,

- mise en place de relais transmissions à base de drones ;
- hybridation des réseaux avec utilisation des réseaux de communication civils existants.

Pour la guerre électronique et en complément des bulles de protection sol-air et anti drones,

- moyens de localisation des émissions ennemies ;
- moyens de brouillage et d'intrusion.



Brouilleur portable directionnel anti-drones.
© armée de Terre.

Les espaces souterrains

Compte tenu de l'évolution des technologies, les espaces souterrains deviennent un champ d'affrontement en raison de leur apport en termes de camouflage, de protection, de surprise, de furtivité. Plus que tout autre compartiment de terrain du milieu terrestre, la strate souterraine d'une zone urbaine permet de masquer les intentions et les dispositifs pour tenter d'échapper à la logique du duel de plateformes.

¹⁰ L'observation du phénomène de micro-théâtres en ZURB montre que l'isolement subi dans cet environnement procède davantage de l'absence de liaisons radio plutôt que de la rupture de liaison à vue.

En effet, la prise d'ascendant par la brutalité et la continuité des feux est un facteur déterminant pour la conquête des espaces confinés comprenant les souterrains. Elle repose sur l'emploi d'un armement et de munitions particuliers synonyme de létalité et de sidération par leur cadence de tir et leurs capacités de dispersion des projectiles. En complément, le recours à des lampes de très forte puissance à effet stroboscopique et à des lasers doit être envisagé tout comme la mise en œuvre de gaz fumigènes aux effets lacrymogènes, asphyxiants, somnifères ou vomitifs¹¹. En corollaire, le besoin en oxygène des combattants ne doit pas être négligé. S'il représente un moyen de neutraliser l'adversaire, il agit également sur la capacité opérationnelle de la troupe engagée. En espace confiné, l'utilisation prolongée d'armes à feu rend rapidement l'atmosphère irrespirable. Ce phénomène est renforcé par l'emploi d'artifices ou de gaz contre l'adversaire. En outre, la continuité des feux n'est possible que si la protection balistique et respiratoire des combattants est renforcée. La mise en œuvre de boucliers et d'appareils respiratoires comme le port de vêtements étanches et ignifugés sont nécessaires. Enfin, si la chaîne logistique doit être particulièrement renforcée et sécurisée en zone urbaine, elle doit être repensée pour composer avec les contraintes d'exiguïté des espaces souterrains.

Des munitions spécifiques

Parallèlement, des munitions à effet ciblé doivent venir compléter le panel disponible afin de gommer l'effet égalisateur de la zone urbaine tout en tenant compte de la présence de population et donc en limitant les dommages collatéraux. Le principal défi consiste alors à soumettre son adversaire à l'aide d'armes, mais également de munitions permettant rapidement **une application localisée du plus juste effet**. Le combat urbain nécessiterait pour le moins une optimisation des charges militaires des missiles antichars, avec des têtes adaptées à la production des effets recherchés : brèche (ouverture d'itinéraire dans les murs), souffle, explosif-incendiaire ou lance-flamme (thermobarique). Si l'on dispose pour l'heure de munitions perforantes ou à effet de surface, il manque à notre arsenal des munitions à effet volumétrique (munitions thermobariques). Elles ont démontré (*Grozny, Mossoul*) leur intérêt dans la mesure où elles obtiennent la neutralisation rapide des occupants de bâtiments ou de bunkers en produisant leur effet à l'intérieur des structures, en s'y introduisant par effet *Venturi*, mais sans les détruire, **limitant ainsi les dommages collatéraux et évitant de fournir aux défenseurs de nouveaux points d'appui**¹². La totalité des armes antichars ex-soviétiques disposent de telles charges depuis le

11 Sous réserve de cadrer leur emploi sur les plans éthique et juridique.

12 Les exemples de *Monte Cassino*, *Grozny* et du camp de *Nahr el-Bared* ont montré que la destruction indiscriminée et systématique des infrastructures en offensive avantage en définitive le défenseur.

lance-roquettes *RPG-7* en passant par toute la gamme de missiles antichars à moyenne ou longue portée et jusqu'au lance-roquette multiple d'artillerie *TOS-1 Buratino* (utilisé à *Mossoul* par les Irakiens) qui dispose de roquettes thermobariques de 220 mm. Certains missiles antichars américains (comme le *Hellfire*) existent également en version thermobarique.

L'emploi de l'intelligence artificielle (IA)

L'intelligence artificielle doit permettre l'automatisation de certaines tâches **facilitant le processus décisionnel**. C'est le cas, par exemple, de systèmes de surveillance par capteurs déposés capables d'identifier les attitudes hostiles de personnes isolées ou de foules en environnement urbain. L'IA doit permettre aussi d'envisager tous les scénarios et analyser les réponses possibles dans des délais surpassant les capacités humaines afin d'agir dans le bon *tempo* et compenser la volatilité de la situation tactique en zone urbaine. Elle doit enfin permettre de découpler la puissance des systèmes d'armes et des capteurs de renseignement mobilisés en optimisant le déploiement et en coordonnant leur emploi au sein d'un combat collaboratif en s'acquittant notamment du traitement massif de données. L'adaptation et l'intégration de cette nouvelle technologie en AZUR sont bien un enjeu de court terme.

En conclusion, si le combat urbain peut être considéré comme l'hyperbole du conflit de haute intensité, les apports technologiques continus ne semblent pas remettre en cause ses principes pour mener le combat en ville. Toutefois, force est de constater que les évolutions en cours imposent à l'avenir pour sa mise en œuvre des adaptations de modèles, le développement de compétences nouvelles ou à rétablir, ainsi qu'une capacité à anticiper les champs de confrontation supplémentaires que génère l'évolution des technologies. En cela, il constitue un front pionnier exacerbant les défis du combat futur.



**Par le capitaine
Mickaël ETASSE**

Officier issu du rang, le capitaine Mickaël Etasse débute sa carrière en 1996. Il sert au 501^e-503^e régiments de chars de combat, au 1^{er} régiment de hussards parachutistes puis au CENZUB-94^e RI (Centre d'Entraînement aux actions en Zone Urbaine). Il est le premier officier de marque de la section exploratoire robotique. Ceci l'a amené à s'intéresser au sujet des drones, des munitions rôdeuses, mais aussi aux évolutions futures du combat en zone urbaine. Il est l'auteur d'analyses technico-tactiques sur les conflits en Syrie et en Ukraine et sur la lutte anti-blindés. Il sert aujourd'hui à la section technique de l'armée de Terre, au sein du groupement Innovation (Battle Lab Terre).

L'INNOVATION DANS LE COMBAT EN ZONE URBAINE : QUELS MOYENS ET TECHNOLOGIES POUR VAINCRE ?

Comment l'innovation favorise-t-elle la victoire en zone urbaine ? Dans cet environnement multidimensionnel où le champ de vision est obstrué, les communications parfois empêchées, les sentiers encombrés et minés, la technologie offre des solutions pour se protéger, neutraliser et progresser. Les menaces, qu'elles viennent de l'ennemi ou de l'environnement, hostile par nature, s'appliquent tant aux personnels qu'aux matériels. C'est pourquoi l'auteur présente les forces et les faiblesses des véhicules, munitions, protections et moyens de communication testés et utilisés en zone urbaine. Du camouflage infrarouge à la protection face aux drones en passant par les opportunités qu'offre l'intelligence artificielle pour générer des représentations adaptées en temps réel de l'environnement, les moyens technologiques pour mener la guerre en milieu urbain constituent un terrain fertile pour l'innovation.

Depuis l'Antiquité, la zone urbaine a toujours représenté un remarquable défi pour toute armée qui s'y engage. *Organisme* à la fois minéral (béton, acier, verre) et vivant, bâti pour assurer l'activité politique, économique et sociale d'une région, la ville est un univers à la fois géométrique et multidimensionnel, conçu en réseaux pour favoriser la circulation des flux, des énergies et des échanges de toutes sortes. La vie sous toutes ses formes s'y concentre et s'y développe. En son sein, l'observation est réduite, les communications y sont difficiles pour les unités de combat et le tempo de la manœuvre ralenti. La grande complexité de l'action militaire en ville réside alors dans le

fait que l'on y rencontre à la fois l'ennemi qui veut nous détruire, un terrain qui canalise, cloisonne et entrave, des situations qui poussent à la dilution ou à la concentration de nos forces et de nos efforts au fur et à mesure des destructions, des infrastructures industrielles et installations techniques aussi vulnérables que dangereuses et enfin une population importante (sinon résiduelle) qu'il faut impérativement épargner et protéger des effets du combat. Phénomène d'adaptation permanent de volontés contraires, la guerre en zone urbaine pousse chaque belligérant à penser à de nouveaux modes d'action, au développement accéléré de nouvelles capacités et à l'amélioration autant qu'à la préservation de celles dont il dispose déjà. Passé le stade du **modèle théorique de l'entraînement du temps de paix**, le passage à la **réalité pratique du temps de guerre** impose d'utiliser ses propres ressources (matérielles, humaines, intellectuelles et morales) et le milieu mieux que l'adversaire pour le vaincre. La place de l'innovation sous toutes ses formes devient dès lors centrale.

Mais qu'appelons-nous « innovation » ? Il importe de décrire les différences qui existent entre « innovation » et « invention ».

L'invention concerne la création ou la découverte d'une idée ou d'un concept entièrement nouveau. C'est la première étape durant laquelle quelque chose de nouveau est imaginé ou découvert sans que cela n'aboutisse nécessairement à son adoption ou son succès dans le monde réel.

L'innovation va au-delà de la simple création pour inclure l'application réussie et la mise en œuvre pratique d'une invention ou d'une idée afin de créer de la valeur dans le monde réel. Elle implique souvent des processus plus larges tels que le développement, la commercialisation et l'adoption de l'invention pour répondre aux besoins ou aux opportunités du marché. L'innovation peut également inclure des adaptations, des améliorations ou des combinaisons d'idées existantes pour répondre à de nouveaux défis ou créer de nouvelles opportunités.

Sans prétendre à l'exhaustivité, et à la lumière des affrontements récents ou en cours, cet article vise à présenter un panorama de technologies utilisées ou en cours de développement, identifiées comme essentielles pour combattre en zone urbaine.

Progresser, se protéger et durer dans la zone urbaine

Progresser en exploitant toutes les opportunités offertes par le milieu et les évolutions technologiques



Sapeurs russes à Avdiivka.
© Battle Lab Terre.

Les axes étant souvent obstrués, les combattants débarqués doivent pouvoir franchir des coupures horizontales comme verticales. Pour cela, passerelles légères*¹ comme minitreuils* peuvent s'avérer particulièrement utiles. La guerre en zone urbaine est aussi la guerre des espaces confinés qui se mène dans les sous-sols pour échapper aux vues et aux frappes adverses. Une infiltration réussie sur les arrières de l'ennemi peut contribuer à la victoire tactique. Elle amène parfois à opérer depuis des endroits improbables comme ce fut le cas pour les sapeurs russes qui, lors de la **bataille d'Avdiivka** en janvier 2024,

ont parcouru pendant plusieurs jours **deux kilomètres dans une canalisation gelée**. Afin de ne pas être à court d'oxygène, ils ont dû percer des trous en différents endroits à l'aide de systèmes spéciaux comme des **lances exothermiques** qui permettent le découpage d'éléments en acier à une température très élevée d'environ 5 538 °C grâce à l'injection d'oxygène dans une baguette creuse. Par une action coordonnée au niveau du bataillon, le bruit de leurs travaux a été camouflé par l'artillerie qui s'est chargée de délivrer des feux dans ce secteur de manière continue. Environ 150 combattants russes ont ainsi pu déboucher dans la zone du parc Tsarska Okhota, au sud-ouest d'Avdiivka, derrière la première ligne de défense ukrainienne et s'en emparer par surprise.



Sapeurs russes en cours d'infiltration dans une canalisation au sud d'Avdiivka, juste avant sa prise. Source : <https://x.com/>.

¹ Tout terme auquel succède un astérisque dans ce texte indique qu'un matériel ou équipement semblable a été ou est en passe d'être testé par le Battle Lab Terre.

Franchir les obstacles et passer à travers les murs : vers un mix char de combat et engin du génie

Pour les engins : roues versus chenilles ?

Dans l'environnement hautement abrasif de la ville en guerre, les engins à roues sont mis à rude épreuve. Si les pneumatiques permettent à un engin de combat comme le VBCI d'aller plus vite, d'être bien plus furtif et économe en carburant qu'un engin de masse identique à chenilles, ils sont en revanche particulièrement **sujets à la perforation et à la lacération** dues aux **innombrables structures et équipements détruits**. Sur le plan logistique, cela implique des stocks de pneumatiques conséquents tout autant que des moyens lourds pour les acheminer vers l'avant et procéder à leur remplacement (poids lourds avec grue en raison de leur masse de plus de 200 kg par roue avec jante pour l'engin français). **Les pneus increvables**, comme le *Tweel* de Michelin, offrent de réelles potentialités dans le domaine même s'ils ne concernent pour l'heure que des engins de faible tonnage. La chenille reste encore ce qui répond le mieux aux contraintes de **mobilité dans la ville détruite** même si la rupture d'une seule condamne définitivement le blindé là où la perte d'une roue ne lui est pas systématiquement fatale.



Système de déminage tactique de *Pearson Engineering*.
Source : <https://x.com>.

Des voies souterraines éventrées peuvent laisser des trous béants à la surface du sol. Des masses colossales de gravats consécutives aux effondrements d'immeubles mais aussi des structures métalliques complètement déformées représentent parfois des obstacles à la manœuvre si importants que même les engins chenillés peuvent s'avérer incapables de

les franchir. Ajoutons à cela qu'en raison de leurs performances désormais très élevées et de leur abondance, les armements antichars d'infanterie actuels rendent les interventions des sapeurs extrêmement risquées. En raison de leur rôle capital (ils sont les couteaux suisses de toute manœuvre en zone urbaine), ils sont devenus des **cibles à très haute valeur et donc prioritaires**. C'est pourquoi, tenant compte de la dureté des engagements dans ce milieu, certaines tâches et moyens habituellement dévolues aux sapeurs comme aux cavaliers nécessitent dans une certaine mesure d'être redéfinis. Un char par peloton d'un escadron en tête devrait par exemple être équipé d'un système de déminage tactique comme le *Démeter* produit par KNDS France afin

d'offrir une capacité de bréchage efficace lors de l'assaut d'une ville (souvent minée dans sa périphérie comme à l'intérieur), particulièrement lors des phases de saisie de points d'entrée. L'adaptation de ces dispositifs sur des engins de mêlée permettrait à des chars d'assurer cette tâche en profitant d'une capacité à encaisser et à rendre les coups qui n'existe chez aucun autre véhicule de combat. De leur côté, les véhicules du Génie devraient pouvoir encaisser roquettes et missiles (munitions à haute létalité les plus courantes en zone urbaine) presque aussi efficacement qu'un char grâce à des blindages hautes performances et l'adjonction de systèmes de contre-mesures actives². Les pourvoir en outre d'une capacité d'agression semblable à celle d'un VCI (tourelleau avec canon automatique de 30x113 mm) et de munitions téléopérées permettrait aux sapeurs d'effectuer efficacement leur mission en étant capables d'assurer leur autoprotection dans des situations très tendues (cloisonnement et fixation) ou encore à des moments où un appui ou une couverture offerts par des unités de mêlée s'avèreraient insuffisants voire temporairement indisponibles (ce qui s'applique également mais dans une moindre mesure à nos véhicules logistique). Un tel ajustement des moyens et des actions est donc de nature à améliorer significativement la survivabilité et l'efficacité des différentes fonctions tactiques. Autre axe de réflexion : le terrain nécessite d'être lui aussi reconfiguré selon les besoins afin d'atteindre



les objectifs voulus tout en évitant ou en limitant le risque de la canalisation suivie de la destruction par l'adversaire. En cela, des engins robustes et puissants, semblables aux bulldozers *Caterpillar D9*, s'avèrent nécessaires (lire « *À travers les murs* » de l'architecte israélien Eyal Weizman pour appréhender le concept de « Géométrie inversée »). Enfin, l'emploi de moyens de creusage et d'excavation de la roche comme des mini-tunneliers doit être envisagé pour percer les lignes de défense adverses (en offensive) ou a contrario aménager des réseaux de communication (en défensive) afin d'échapper à la surveillance quasi-permanente et omnidirectionnelle des drones.

Se protéger : le bon effet au bon moment

Pour les combattants débarqués : protection balistique, respirateur, armement courte portée et détecteur laser

À la différence des véhicules, qui peuvent encaisser jusqu'à plusieurs coups avant d'être définitivement neutralisés, les combattants débarqués

² Équipement décrit plus bas dans le paragraphe « La protection des engins : « *hard kill* » et « *soft kill* ».



Bouclier de protection balistique.
Source : thefirearmblog.com.

sont **extrêmement vulnérables**, notamment lorsqu'ils doivent reconnaître en tête des espaces ouverts (place), clos (bâti) ou bien confinés (tunnels). À ce titre, l'emploi de boucliers de protection balistique* peut selon les cas s'avérer salutaire.

Leur surface, leur capacité à arrêter des projectiles plus puissants que les munitions courantes de 5,56 mm ou de 9 mm, la possibilité de les orienter en fonction du besoin du moment sont autant de caractéristiques qui améliorent la protection générale du combattant. En zone urbaine, ce besoin concerne toute la composante débarquée et particulièrement les unités spéciales. Des casques intégraux comme le *DEV Tac Ronin** sont à même d'apporter une protection crânienne intégrale qui, si elle n'est pas utile dans 100 % des situations (voire pénalisante dans la plupart des cas) peut s'avérer précieuse dans les engagements à très courte distance, ne serait-ce que pour limiter les effets mortels



Casque DEV Tac Ronin.
Source : aresmaxima.com.

des projectiles adverses mais aussi ceux du piégeage ou encore du grenadage.



Respirateur à oxygène
Wilcox Patriot 5510.
Source : tr-equipement.com.

Les éclats et arrachements de matière qui s'opèrent sur les différentes surfaces, additionnés à la toxicité des gaz de tir qui s'accumulent en zone non ventilée, génèrent une atmosphère très vite délétère sinon irrespirable et toxique en raison de la rapide concentration de particules de plomb, d'oxyde d'azote et de monoxyde de carbone dans l'air. Pour contrebalancer ce risque, l'emploi de respirateurs portables peut alors s'avérer vital.



Century Dynamics BF12 avec chargeur hélicoïdal.
Source : centurydynamics.com.

Aussi, les conditions de luminosité changeantes de la ville complexifient le combat de rencontre : on peut passer instantanément de la lumière la plus vive à l'obscurité la plus marquée. Les fusils automatiques de calibre 12 approvisionnés à l'aide de chargeurs hélicoïdaux à grande capacité (10, 20 ou 30 coups) sont en mesure de favoriser la prise rapide d'ascendant ou le dégagement rapide

grâce à la dispersion de leurs projectiles et leur cadence de tir élevée, là où des fusils d'assaut ou armes de poing standards ont un pouvoir couvrant bien moindre car nécessitant de tirer juste pour neutraliser la menace. Les calibres 12 s'avèrent en outre appréciables dans le dégondage des portes, très nombreuses. Enfin, à l'instar des engins, les hommes sont parfois illuminés par des faisceaux laser qui permettent à l'adversaire d'établir leur distance et d'introduire les bons paramètres dans leurs systèmes de visée et de tir mais également pour rendre compte de leur position exacte pour le déclenchement et le guidage de feux indirects. Des dispositifs optiques d'alerte, très légers, comme le système *Spider russe*, se fixent sur le casque et permettent aux combattants débarqués de savoir très rapidement qu'un danger les guette et de prendre leurs dispositions pour s'y soustraire.

La protection des engins : « Hard kill » et « Soft kill »



Système Rafael Trophy. Source : x.com.

Les chars offrent encore à ce jour la meilleure protection toutes catégories d'engins confondues. Cependant, ils sont loin d'être invulnérables et leur haute valeur symbolique en font des objectifs particulièrement recherchés et très vulnérables selon les situations. Ils doivent donc (comme toute la gamme de blindés de l'Avant) être équipés de systèmes de contre-mesures actives, encore appelés « APS » (*Active Protection Systems*). Parmi ceux-ci, nous distinguons deux grandes familles : les systèmes dits « *Hard-kill* », qui

ont une action cinétique contre les projectiles adverses et les systèmes « *Soft-kill* » qui ont une action incapacitante (ou limitante). Les deux peuvent se combiner.

Dans la famille des *Hard-kill*, on trouve deux sous-catégories : les systèmes articulés, qui intègrent des effecteurs robotisés (sophistiqués et coûteux) et les systèmes fixes, dont les effecteurs sont statiques et pré-orientés. Le plus emblématique des systèmes articulés est sans conteste le système *Trophy* de l'entreprise israélienne Rafael. Il n'est certes pas une innovation toute récente mais, au regard des innombrables destructions de chars en Ukraine et du nombre très réduit d'engins blindés qui en sont aujourd'hui équipés, l'intérêt d'une telle solution technique est très élevé. Inefficace contre les projectiles cinétiques, le *Trophy* est néanmoins très performant contre les roquettes et missiles antichars ou obus explosifs de chars. Ses quatre antennes radar à effet doppler, réparties tout autour de l'engin, analysent et détectent tout projectile menaçant à 360°. Une fois détecté et identifié, le projectile adverse est alors pris en compte par l'un des deux effecteurs rotatifs selon le côté de l'engin qui est visé (voire les deux côtés en même temps). Celui-ci s'oriente alors instantanément vers celui-ci et détonne pour envoyer une multitude de petites charges formées³ qui vont le neutraliser en vol dans la bande des 10 à 30 m autour du blindé. Des cas de non-fonctionnement ont toutefois été enregistrés au cours de l'intervention en cours de Tsahal dans la bande de Gaza. Dans certaines situations, les systèmes étaient vraisemblablement désactivés, probablement pour éviter une attrition involontaire chez les fantassins israéliens situés dans la proche périphérie des engins équipés (ce qui pose la question de l'emploi coordonné de tels systèmes entre la composante embarquée et débarquée). Dans d'autres situations encore, les *Trophy* étaient bien actifs mais les blindés israéliens visés (Merkava comme Namer) ont malgré tout été neutralisés en raison d'une distance d'engagement inférieure à la capacité de détection et de neutralisation de ces systèmes (lacunes techniques bien identifiées par les combattants palestiniens). En dernier

3 Une charge formée est un projectile métallique (cuivre, tantale ou autre) qui a le plus souvent la forme d'un disque concave au repos. Celui-ci est placé le plus souvent à l'extrémité d'une charge explosive qui repose dans une enveloppe tubulaire. Lorsque celle-ci est déclenchée, le disque se déforme dans la direction opposée sous l'effet Munroe et prend une forme hyperconvexe dans le sens opposé pour former un projectile qui frappe l'objectif distant à la vitesse de 1500-2000 m/s. Les effecteurs du *Trophy* sont constitués de minces plaques pré-fragmentées qui reposent sur une couche d'explosif. Après détection et orientation d'un effecteur vers la menace, une multitude de petites charges formées se constituent après explosion puis se chargent de dégrader le projectile adverse sinon de le faire détonner en vol. La technologie employée s'appelle « MEFP » : *Multiple Explosively Formed Penetrator*. Le principe d'action est cinétique. Il ne faut pas confondre la charge formée avec la charge creuse, qui lui est très proche, mais dont la formation du vecteur de pénétration se fait au contact de l'objectif (et non dès le départ du coup). La charge creuse emploie un cône de cuivre ou de tantale qui, grâce à l'effet Munroe toujours, s'inverse et passe à l'état de jet liquide au moment de l'explosion. La vitesse de propagation est de l'ordre de 6 à 8000 m/s. Si la charge creuse explose avant de toucher son objectif, son action est considérablement réduite voire nulle selon la distance qui la sépare de la cible visée au moment de son activation. C'est tout l'intérêt du *Trophy*.

recours, c'est la **forte épaisseur de blindage des engins israéliens** qui a permis à nombre d'équipages de survivre aux puissantes roquettes *Al Yassin 105* à charges en tandem (copies des redoutables *PG-7VR* soviétiques de 105 mm, qui ne percent pas moins de 600 mm d'acier à blindage). En outre, ces solutions de blindages, amovibles et facilement remplaçables sur le terrain, ont très probablement permis de maintenir la disponibilité technique opérationnelle (DTO) la plus élevée là où d'autres blindés, aux solutions de protection non amovibles, auraient très certainement dû être renvoyés au constructeur.



Roquette PG-7VR.



Attaque d'un Merkava 4M depuis les airs par un mini drone équipé d'une roquette AC Al Yassin 105, hors du champ pris en compte par les antennes radar et effecteurs. On distingue le système d'extraction d'urgence pour char « RUF » (*Rescue Under Fire*), monté à l'avant du char. Source : nicolascinquini.blog.

Les APS fixes comme le *Strikeshield* de Rheinmetall, proposent une approche différente mais potentiellement plus efficace en *zone urbaine* que les systèmes articulés : comme ces derniers, ils détectent les projectiles à 360° mais les neutralisent dans la proximité immédiate de l'engin, dans un délai de 0,1 s. environ (contre 0,3 s. pour le *Trophy*). Ainsi, qu'importent les distances d'engagement de l'ennemi ou les angles morts : c'est à quelques centimètres de l'engin que le projectile est détruit. D'autres blindés israéliens ont été pris à partie depuis les airs via des minidrones qui ont largué des roquettes antichars sur leur toit (action par gravité). Le *Trophy*, sans que son efficacité

face aux roquettes et aux missiles antichars tirés de manière standard ne soit remise en cause, a démontré d'autres limites : il s'est montré incapable de parer les coups arrivant à la verticale (secteur non pris en compte par ses effecteurs), ce qui a amené les Israéliens à prendre le même chemin que les Russes en adaptant des armatures anti-drones (*cope cages*) sur les toits de leurs tourelles. La protection active offerte par le célèbre APS est donc relative : à 360° certes, mais seulement « panoramique » et pas encore « hémisphérique », capacité pourtant indispensable en zone urbaine afin que soit assuré aux équipages de blindés un taux de survivabilité maximal.

Les systèmes *soft-kill* permettent de détecter les illuminations (détecteurs d'alerte laser ou DAL), mais aussi de perturber leur fonctionnement (aveuglement par munitions fumigènes, brouilleurs optiques contre les autodirecteurs à infrarouge ou brouilleurs électromagnétiques contre les liaisons de données des drones et MTO). Des kits de protection spécifiques pour la zone urbaine comme le kit « AZUR » (Actions en Zone URbaine) développé il y a quelques années pour le char Leclerc, offrent des solutions qui visent à limiter les conséquences des jets de cocktails Molotov sur les grilles de ventilation moteur (actions très fréquentes en basse intensité) ou encore l'application de grilles de protection statistique (plus connues sous le nom de *Slat Armor*). Celles-ci sont chargées d'entraver le déclenchement des munitions à charges creuses (roquettes, missiles), à défaut de les déclencher à portée suffisante du blindage principal de l'engin pour limiter considérablement leur capacité de perforation.



Prototype de char russe.

Source : www.instagram.com/reel/C6Et_vQOdWY/.

L'Ukraine a vu l'émergence de solutions inhabituelles mais à l'efficacité non négligeable comme ces chars russes totalement carénés (*Turtle tank*). L'un d'eux, début avril 2024, a fait sensation en encaissant des tirs d'artillerie à sous-munitions (HIMARS) et des attaques de drones FPV sans être arrêté.

Il a franchi des bouchons de mines puis pénétré une à une les lignes de défense ukrainiennes du village de Kranogorovka grâce à son imposante carapace d'acier surmontée d'un brouilleur anti-drones et à son système

de déminage tactique de type KMT⁴ monté à l'avant de l'engin. Couche physique importante, systèmes *hard-kill* et *soft-kill* sont donc absolument nécessaires pour assurer la survie du personnel embarqué.

Durer dans la zone urbaine : survivre dans un environnement hostile

Pour les combattants débarqués, durer dans un espace intrinsèquement défavorable



Filtre à Eau Katadyn
Pocket Tactical.

© katadyngroup.com.

Le manque d'eau potable en zone urbaine est un sujet de préoccupation majeure. D'une part, parce que les efforts physiques intenses imposés par le milieu décuplent les besoins d'hydratation du combattant. D'autre part, parce que les sources d'approvisionnement se raréfient rapidement au fur et à mesure des destructions. En outre, selon l'intensité des combats, la logistique peut ne pas arriver jusqu'aux divers éléments au contact, éparpillés et parfois isolés les uns des autres.

Des solutions de filtration portables au niveau du groupe deviennent donc indispensables afin de permettre aux combattants de se ravitailler en eau quelle qu'en soit l'origine. Parmi ces solutions, l'on compte des pompes filtrantes portables comme la *Katadyn Pocket Filter* et dont l'action est idéalement complétée par la lampe à ultraviolets *Steripen* du fabricant suisse



Filtre à Eau UV Steripen
Adventurer Opti UV.

© katadyngroup.com.

Katadyn. Ces dispositifs détruisent toutes les bactéries et micro-organismes les plus connus, rendant l'eau propre à la consommation.

Lorsque surviennent les blessures graves, les garrots-tourniquets ou les pansements compressifs israéliens peuvent s'avérer inadaptés selon l'endroit du corps d'où peuvent s'écouler d'abondantes quantités de sang. Des

4 Les kits de déminage soviétiques KMT (*Koleinyi Minnyi Tral* – pièges à mines antichars) s'adaptent optionnellement sur les blindés, qu'il s'agisse de BMP ou encore de chars de combat sans que ces derniers dépendent des unités spécialisées du Génie. Abaissés et relevés grâce à un dispositif pneumatique, ils sont de différents types : soit composés d'épaisses et lourdes roues en acier qui activent les mines par pression, soit de lames en acier disposées en biais vers l'extérieur qui neutralisent les mines par soulèvement et déplacement sur les côtés. Quel que soit le type, ces éléments prennent immédiatement place devant chaque chenille et imposent à l'engin de suivre une trajectoire parfaitement rectiligne pour brécher. On trouve parfois une barre horizontale entre les deux éléments (KMT-8) permettant de neutraliser les éventuelles mines dont l'activation se fait via un allumeur à bascule (tige verticale) et qui passeraient malencontreusement dans le vide laissé entre les deux éléments de neutralisation pour exploser sous le plancher du blindé.

solutions comme le système de pansement injectable *Xstat* de l'entreprise américaine *RevMedX* peuvent stopper sinon limiter grandement certaines hémorragies.

La quasi-transparence du champ de bataille étire les flux de toutes sortes. Aussi, une capacité à régénérer les matériels à l'avant est primordiale. Parce que la ville offre de nombreux abris (souterrains ou non), il est désormais possible de produire des pièces sur place grâce à des capacités de production *ad hoc*. C'est le cas de la solution *Rheinmetall Mobile Smart Factory*, qui intègre une machine hybride polyvalente capable d'imprimer des pièces métalliques en 3D mais également de les usiner grâce à une fraiseuse à commande numérique CNC (*Computer Numerical Control*) intégrée. Le 17^e groupement d'artillerie de Biscarosse a réalisé une initiative similaire dans le domaine de la fabrication de drones aériens appelée *Atelier de Fabrication Autonome Mobile FAM3D* qui permet de produire jusqu'à 100 drones par semaine.

Détecter sans être détecté

Limiter l'effet de surprise, réagir plus vite et mieux

L'imbrication étant systématiquement recherchée pour priver l'adversaire de ses appuis, les attaques ont souvent lieu à ultra-courte distance (bande des 10 à 50 m). **Les embuscades en ZURB** sont fugaces et extrêmement brutales. Les temps de réaction sont alors extrêmement courts. Elles génèrent un stress très élevé qui paralyse et limite toute reprise immédiate de l'ascendant chez les personnes visées, particulièrement chez les équipages de blindés car frappés en quelque sorte d'hypermétropie⁵. La raison est due à l'inadaptation de moyens optiques certes très performants pour la détection et le traitement des objectifs à longue distance dans les plaines, mais paradoxalement incapacitants en espaces cloisonnés car offrant une largeur de champ insuffisante et un débatement limité à ces distances d'engagement. À cela s'ajoutent les nombreux angles morts autour de leur engin qui génèrent une crainte systématique : celle d'*écraser des camarades par inadvertance avec le châssis ou la tourelle* ou encore de les *blaster* avec leur armement principal lors d'un tir d'urgence. Il faut enfin ajouter à ces difficultés, un gabarit qui empêche de se mouvoir avec aisance dans les méandres de la ville et donc d'aller se mettre à couvert lorsque le besoin devient urgent. Tout cela amène parfois à des actions individuelles

⁵ L'hypermétropie est un trouble qui affecte la vue et qui se traduit par une focalisation difficile des objets proches.

inappropriées et dangereuses⁶, surtout lorsque blindés et combattants débarqués combattent côte-à-côte comme lorsqu'ils forment un DIA⁷. Afin de pallier cette lacune, caméras d'observation *proximales* couplées à des tourelleaux téléopérés (TTO) sont fortement appréciés sur les toits des engins mais s'avèrent *in fine* insuffisants.



Vue augmentée à travers le blindage du système SETAS.
© hensoldt.net.

Des systèmes très élaborés comme le système *Antares* de Thales ou encore le SETAS (*SEe Through Armor System*) de Hensoldt sont conçus pour apporter une nette amélioration de la « conscience de proximité » (*situational awareness*). Ils permettent de détecter et d'alerter grâce à des capteurs disposés tout autour de l'engin qui analysent l'environnement proche en temps réel à 360°, dans le spectre visible et invisible. Les plus évolués de ces

6 Ces situations sont observables lors des rotations AZUR du CENZUB-94° RI. Elles ne débouchent fort heureusement sur aucun accident « réel » grâce à l'emploi de moyens de simulation et d'enregistrement performants ainsi que la présence permanente de formateurs AZUR sur le terrain aux côtés des entraînés.

7 Détachement InterArmes. Formation tactique de circonstance, articulée autour d'un pion de mêlée de niveau 6 (peloton de cavalerie/section d'infanterie), spécialement créée pour répondre aux besoins spécifiques d'une mission en zone urbaine et auxquels ne peuvent répondre efficacement les structures génériques. Un peloton de cavalerie peut par exemple se voir renforcer d'une demi-section d'infanterie, d'un groupe de sapeurs, de moyens cynophiles et de tout autre élément nécessaire à l'accomplissement de sa mission sans qu'existe pour autant une structure de DIA parfaitement définie. Le DIA est le noyau de base autour duquel s'articulent les unités qui vont s'entraîner au CENZUB-94° RI.

systèmes permettraient aux équipages de « voir à travers le blindage » grâce à l'emploi de masques de recopie couplés aux différents capteurs extérieurs, renvoyant aux équipages une image recomposée et sphérique (concept du « *glass tank* ») et s'appuieraient sur des algorithmes de reconnaissance évolués capables de déterminer la nature de l'objet observé, son suivi dynamique (et très certainement à terme *sinon déjà* son attitude, menaçante ou non), permettant aux opérateurs de comprendre ce qui se passe autour de leur engin et gagner de précieux délais dans les réponses à apporter selon les situations.



Juillet 2016. Alep. Attaque par minage perpétrée par des éléments hostiles au régime de Damas. 38 morts. Source : bbc.com.

Dans le cadre de l'*infovalorisation*, des systèmes d'identification AMI-ENI (IFF – *Identification Friend or Foe*), ainsi que des systèmes d'observation qui intègrent la réalité augmentée (RA) devraient amener à terme tous les acteurs du champ de bataille, débarqués comme embarqués, à visualiser les menaces, les plans

d'obstacles et de feux de leur niveau d'emploi et zone d'action, les objectifs à atteindre, mais également à se voir puis **se reconnaître les uns les autres** afin d'éviter les tirs fratricides comme les accidents (écrasements, blasts des canons de chars sur des fantassins amis, etc.), récurrents dans cet environnement complexe. Des systèmes semblables au masque IVAS (*Integrated Vision Augmentation System*) de Microsoft vont se développer plus encore et offriront très certainement à terme de telles performances dès le niveau individuel, réduisant les facteurs humains « *incertitude, peur et précipitation* ». Combattre en ville enfin, c'est aussi tenir une position et être capable de détecter les actions qui viennent du dessous. Si les radars à pénétration de sols ne sont pas employables lors des phases de combat, c'est lorsque la ville est sous contrôle de la Force que leur utilité revêt un caractère particulier. Couplés à des enregistreurs sismiques, des relevés répétés par des robots et/ou des drones dans la durée sont de nature à prévenir des attaques depuis les sous-sols comme celles, nombreuses, opérées par les groupes djihadistes en Syrie durant la guerre civile.

Être furtif

La ville dégage de grandes quantités de chaleur et absorbe une bonne partie du rayonnement solaire, créant des **îlots de chaleur urbains** (ICO). Ce rayonnement important est alors propice à ceux qui la défendent et pénalisant pour ceux qui veulent s'en emparer car il dégrade les performances de détection et de guidage de la plupart des capteurs et munitions. L'activité humaine de la ville (la guerre en est une) génère également un fond sonore qui *a contrario*, est plutôt favorable aux assaillants et pénalisant pour les défenseurs.

Pour les combattants débarqués, des solutions voient le jour en Ukraine et offrent des performances de très bon niveau comme les capes d'invisibilité. De tels équipements, servis à l'aide de moyens de communication adéquats, ne rendent pas invisible mais permettent d'atténuer la signature thermique dont tout combattant aimerait se défaire.



Invisibility cloak ukrainienne.
Source : ukrainianworldcongress.org.

À l'heure où des milliers d'aéronefs en tous genres (habités ou non) dotés de capteurs de haute technologie quadrillent en permanence les zones d'action, il est devenu très difficile pour tout engin d'échapper à la vigilance adverse. Les chenilles composites, à l'instar de celles produites par le canadien



Chenilles composites du canadien Soucy montées sur un véhicule de combat d'infanterie CV90. Source : soucy-group.com.

Soucy Defense avec ses *Composite Rubber Tracks*, équipent de plus en plus de blindés (jusqu'à 40T et 70 km/h de vitesse max.) et permettent dans la phase d'approche, de réduire le niveau de décibels et de vibrations habituellement très élevés chez les chenillés. Couplés à des motorisations hybrides diesel-électrique, les engins ainsi pourvus

pourront s'infiltrer dans les dispositifs adverses avec une signature thermique et acoustique réduite. Cela s'applique aujourd'hui à de petits véhicules tout-terrain, comme l'illustre le développement en cours du QRF* (*Quad de Renseignement Furtif*) sur la base d'un Polaris MV-850 et s'appliquera probablement demain à une large gamme de véhicules tactiques.

Neutraliser

La munition thermobarique



Roquette thermobarique TBG-7V du fabricant russe NPO-Bazalt.

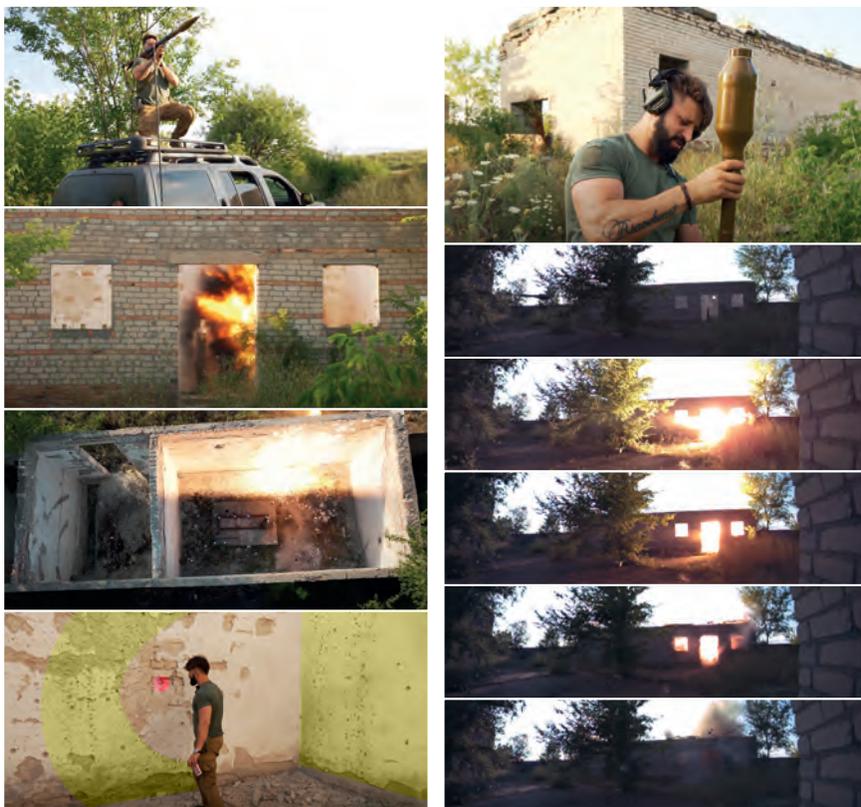
Les munitions thermobariques s'avèrent particulièrement efficaces pour lutter contre la menace de l'infanterie débarquée. Ces munitions combinent un double effet de pression et de montée en température instantané. Elles ont une efficacité qui est décuplée

en zone urbaine, particulièrement lorsqu'elles explosent dans un espace clos, grâce à leur **effet volumétrique** : la rigidité de la structure va en effet concentrer la pression générée, la canaliser et favoriser sa diffusion dans les moindres recoins et espaces vides, dont ceux du corps humain (bouche, oreilles, yeux), produisant des dégâts irréversibles sur les organes mous (poumons, cerveaux, etc.). Dans bien des cas, les occupants de la pièce visée (ou du tunnel) mais également ceux des pièces voisines finissent tragiquement explosés, brûlés puis écrasés sous les décombres là où une munition explosive classique du même gabarit (comme la très courante PG-7) n'atteint les personnes visées que dans la limite de son **cône d'efficacité** et avec des effets superficiels sinon nuls pour ceux situés dans les pièces adjacentes.

Les munitions thermobariques sont donc particulièrement létales en zone urbaine mais voient leur efficacité varier en espace ouvert (elles sont alors souvent moins performantes que les munitions explosives classiques). Russes et Ukrainiens en font grand usage. La roquette *TBG-7V* pour ne citer qu'elle, exerce une pression mortelle dans un volume d'environ 300 m³ en intérieur pour un poids de seulement 4,5 kg.

Les munitions téléopérées

L'emploi des munitions téléopérées* (MTO), que la France développe au travers des **programmes Colibri (MTO courte portée) et Larinaé (MTO moyenne portée)**, apporte une très grande flexibilité et une allonge aux unités débarquées ou embarquées. À la fois moyen de renseignement et



Montage de gauche : tir d'une roquette AC PG-7. Les effets sont très localisés.

Les éclats se remarquent en jaune par rapport au point d'impact, en rouge.

Montage de droite : tir d'une roquette thermobarique TBG-7V. Les effets volumétrique et thermique sont clairement visible. Ils occupent toute la pièce et au-delà, via les ouvertures.

Source : youtube.com.

de neutralisation (antipersonnel et/ou anti-blindés selon la munition), elles offrent un remarquable complément aux appuis indirects. Elles permettent à toute unité au contact de neutraliser une menace au-delà des vues directes en s'affranchissant des obstacles et des masques de la zone urbaine, avec un temps de mise en œuvre très court, sans dépendre de la priorité des feux indirects donnée à une autre unité au moment du besoin. Leur rapport coût-efficacité s'avère globalement plus intéressant qu'un missile antichar de dernière génération dont la trajectoire est rectiligne et le temps de vol de seulement quelques dizaines de secondes à peine contre une dizaine de minutes à plus d'une heure pour les MTO (avec automatisation possible de certaines tâches : aller à, voler au-dessus de telle position pendant X minutes, etc.). Elles présentent également l'avantage d'être récupérables selon les modèles. Au contraire de l'obus d'artillerie ou de la bombe d'avion, elles

peuvent être redirigées en cours de vol, limitant ainsi les risques de dommages collatéraux grâce à la liaison permanente entretenue entre ces systèmes et leurs opérateurs ainsi qu'à leur haute **manœuvrabilité**. Elles offrent en outre la **certitude du coup au but** via la **recopie vidéo** ainsi que la **certitude de la destruction** (ou non) lorsque leur action est supervisée par un autre drone distant (3^e œil). Prolongement de la révolution opérée par l'irruption des drones sur le champ de bataille, l'évolution technologique de ces systèmes d'armes n'en est encore qu'à ses balbutiements et devrait gagner rapidement en sophistication et offrir une plus grande diversité d'emplois.

Canons automatiques, canons de chars et munitions adaptées au combat urbain

L'armée de Terre dispose d'une panoplie très diversifiée de systèmes d'armes et de munitions. Celle-ci répond globalement aux besoins AZUR. Cependant, la complexité de l'environnement urbain et son indescriptible variété d'infrastructures rendent difficile le calibrage prédéterminé des effets des munitions tant ils peuvent varier d'une situation à l'autre (effets mais aussi course des projectiles selon les matériaux rencontrés). Combat extraordinairement **consommateur en munitions**, il importe de disposer de munitions en très grand nombre mais qui répondent à la fois au principe **d'efficacité terminale** et à celui de **stricte suffisance des effets**.



Tir fichant d'un NLAU ukrainien. La munition ne s'armant qu'à compter de 25 m, le T-72 B3 russe, situé à une quinzaine de mètres seulement, sera touché mais poursuivra sa route comme si de rien n'était.

Montage réalisé à partir de prises de vues successives depuis la vidéo de la chaîne YouTube « WarLeaks » intitulée « Ukraine War – Russian T-72 Tank Survives Close Ukrainian NLAU Ambush During Combat In Marioupol ».

Les conflits en Syrie et en Ukraine le démontrent : les canons automatiques sont les mieux adaptés. Ils sont à la fois puissants (à partir de 30 mm sinon plus), permettent une élévation en site très importante face à un ennemi qui pratique les **tirs fichants**⁸ et s'avèrent aussi très polyvalents. Le **40 mm CTA** (*Cased Telescoped Armament*) qui équipe le nouvel engin de reconnaissance français Jaguar par exemple, peut engager des adversaires retranchés dans des constructions grâce à son obus OET-CHR (Obus Explosif Traceur-CHRonométrique – perçant jusqu'à 210 mm de béton armé à 1000 m) mais également des blindés, légers sinon lourds, grâce à ses obus OLFT (obus flèches traceurs – percent 140 mm de blindage à 1500 m). L'incident de janvier 2024 à Stepove où un M2A2 Bradley de la 47^e brigade d'infanterie mécanisée ukrainienne neutralise un T-90M à l'aide de son canon de 25 mm *Bushmaster* M-242 est particulièrement éclairant. Les chars de leur côté, restent des éléments centraux dans la manœuvre urbaine en raison de leur puissance de choc. Leur capacité à encaisser et à porter des coups instantanés, brutaux et précis ne se dément pas, surtout s'ils bénéficient d'une protection rapprochée efficace. Cependant, ils n'emportent que peu de coups prêts à l'emploi (ceux stockés en nuque de tourelle ou dans le chargement automatique) et ne peuvent se permettre d'emporter trop de munitions spécialisées comme les obus flèches dont l'intérêt en ZURB est très relatif. Pour cela, les munitions multimodes de 120 mm comme l'**IM3M de Nexter** (*Insensitive Munition 3 Modes*) ou encore la **M-1147 AMP** (*Advanced Multipurpose Round*) américaine apportent puissance et polyvalence grâce à la possibilité de sélectionner un effet à l'impact, en court-retard ou fusant (*airburst*), ce qui élargit les possibilités et accroît les effets terminaux sans avoir à redoubler ou tripler un tir pour s'assurer de la neutralisation de l'adversaire (économie des moyens).

Drones, LADA et robots : des machines contre des hommes

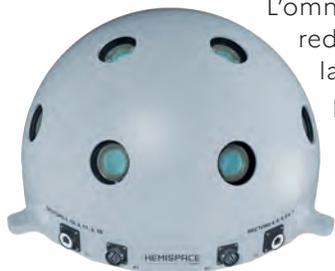
C'est dans la **région syro-irakienne** que l'usage des microdrones de loisir autant que leurs modifications particulières façon DIY (*Do It Yourself* ou bricolage) à des fins militaires semble avoir émergé de manière significative. Ils ont permis aux troupes gouvernementales syriennes (Armée Arabe Syrienne – AAS) de réaliser des surveillances en zone urbaine en s'affranchissant de la complexité du terrain par l'utilisation de drones initialement dédiés aux loisirs. Face à elles, les **groupes djihadistes** en ont perfectionné l'emploi. D'abord en créant

8 Un tir fichant est un tir qui est réalisé en dessous de 0° à l'horizon, soit en angle négatif. Les tirs fichants sont particulièrement meurtriers en zone urbaine et sont privilégiés pour des tirs à l'arme antichar à ultra-courte distance pour venir à bout des blindés les mieux protégés. Si les armements occidentaux ont une sécurité d'armement d'une vingtaine de mètres selon les modèles, une roquette de RPG-29 (charge creuse en tandem de 105 mm) est active dès sa sortie de tube. Le tir fichant ne doit pas être confondu avec le tir plongeant qui est un tir réalisé à un angle compris entre 240 et 800 millièmes, soit entre 13,5 et 45° à l'horizon.

des dispositifs rudimentaires mais parfaitement fonctionnels de largage de grenades à la verticale, permettant de frapper à n'importe quel endroit, mais seulement de jour. Ensuite et surtout en utilisant ces systèmes pour **prendre et préciser le contact** depuis les airs grâce à la capacité offerte par le drone à révéler très rapidement les contours et les faiblesses des dispositifs de l'AAS, ce qui permettra alors de guider avec une remarquable précision des véhicules-suicides bourrés d'explosifs sur des concentrations de l'AAS et occasionnera des pertes spectaculaires suivies presque systématiquement d'un puissant effet de sidération généralisé tout en maintenant un sentiment d'insécurité permanent. Avant l'apparition de ces drones, seules des armées modernes disposaient de cette capacité grâce à des moyens 3D plus lourds comme les hélicoptères, les avions ou encore les drones MALE⁹. Peu coûteux, faciles à prendre en main et modifiables à souhait, ces engins confèrent à la fois don d'ubiquité (surveiller et agir à distance) ainsi qu'un formidable pouvoir égalisateur (agir depuis les airs sans nécessairement avoir la maîtrise du ciel). Ils n'ont cessé depuis de se perfectionner et de se militariser. La **guerre du Haut-Karabakh** de septembre 2020 (guerre des 44 jours) a mis en lumière l'extraordinaire diversité et sophistication des drones de conception israélienne et turque. Les plus évolués intègrent aujourd'hui des algorithmes qui leur permettent d'analyser et comprendre leur environnement et d'y évoluer de manière automatisée. C'est le cas du *X10D** de l'américain Skydio. Les Ukrainiens de leur côté, ont franchi un palier en 2022 en détournant de leur fonction originelle des drones de course (racers) en les équipant de roquettes antichars ou antipersonnel pour en faire des munitions volantes télépilotées avec des masques de recopie FPV (*First Person View* – ou pilotage en immersion). Ces engins **hautement manœuvrables** ont depuis réalisé d'innombrables destructions de blindés russes qui n'auraient pas été possibles avec autant d'efficacité à l'aide de moyens plus conventionnels. Ils ont poursuivi sur leur lancée en développant des **algorithmes** permettant de suivre en temps réel plusieurs objectifs à la fois, de manière automatisée, d'en sélectionner un et de le détruire sur ordre de l'opérateur, réduisant considérablement la boucle décisionnelle (ou **cycle de Boyd**). Dans la bande de Gaza, l'unité spécialisée du génie **Yahalom** a mis en œuvre des drones de reconnaissance *indoor Robotican Rooster** employés avec des chiens robotisés Vision 60 de *Ghost Robotics* pour effectuer sa reconnaissance et conquête des tunnels du Hamas. Alors que la zone urbaine représente un frein à l'efficacité des armes à tirs tendu ou courbe, les drones, par leur mobilité, permettent de s'affranchir des limites géographiques de la

9 MALE : Moyenne Altitude Longue Endurance. Il s'agit d'un drone lourd de la catégorie des *Reaper* américains (2 220 kg env.) en service au sein de l'Armée de l'Air et de l'Espace (AAE). Ce drone vole entre 5 000 et 30 000 pieds et jusqu'à 24h. Il est équipé de puissants capteurs optroniques et emporte des munitions diverses comme des missiles antichars AGM-114 *Hellfire* (8 000 m de portée) ou encore des bombes à guidage laser de type GBU-12 (250 kg). Selon diverses sources, le prix unitaire s'élève à environ 30 millions de dollars par unité, soit une capacité totalement hors de portée d'acteurs non étatiques.

zone urbaine. Ils offrent la possibilité de renseigner et d'agir dans *presque* n'importe quel recoin de la ville, sur n'importe quelle face ou étage d'un bâtiment, de façon très précise.



Système de télé-détection Hemispace.
© Lerity. Source : defense.gouv.fr.

L'omniprésence des drones et leur efficacité redoutable rendent d'autant plus impérieuse la nécessité de trouver les moyens de s'en prémunir. La première tâche essentielle dans la lutte anti-drones (LAD) consiste d'abord à les détecter. L'offre de **solutions à base de radars portables** se développe mais reste encore limitée et utilise un principe dit « actif » : le rayonnement électromagnétique qui peut trahir la présence et l'activité d'une unité. Des solutions de détection françaises très discrètes apparaissent, comme le système électro-optique *Hemispace* développé par *Lerity* qui permet la détection (avec une latence de 0,1 s.) et le suivi de drone grâce à une demi-sphère à l'intérieur de laquelle sont placées 12 caméras haute résolution. De son côté, *Sesale acoustics* présente une solution de détection acoustique à partir de smartphones à l'intérieur desquels sont intégrés des algorithmes de reconnaissance spécifiques, qui sont disséminés en différents endroits du terrain (avec ou sans l'aide de drones ou directement sur les combattants) et forment un système de surveillance capable de détecter, d'alerter et suivre la progression de drones, mais également de véhicules, de les catégoriser ou encore de déterminer la distance et l'origine de départs de coups (armes légères, artillerie, etc.).

Deuxième tâche essentielle : la neutralisation, qui repose sur plusieurs approches. Les **lasers** tout d'abord, bien que très prometteurs (mais très fragiles), restent à développer et à miniaturiser sous peine de ne pouvoir être employés qu'à partir de véhicules qui, nous le devinons, seront très facilement identifiables et deviendront rapidement des objectifs prioritaires en ZURB. Les **fusils électromagnétiques**, voire les **brouilleurs installés sur véhicules**, offrent à ce jour des performances satisfaisantes, privant les drones de la liaison avec leurs opérateurs. Néanmoins, il faut s'attendre à ce que les forces adverses s'adaptent rapidement face à ce type de systèmes comme en témoigne l'emploi par les Russes des antennes *Kometa* qui résistent efficacement au brouillage. Des contre-mesures sont ainsi développées pour permettre l'utilisation de drones télépilotés en espace électromagnétique contesté. Le projet turc *Kerkes* par exemple, vise à donner aux drones qui en seront pourvus la possibilité de déterminer leur position et d'exécuter leur

mission en se passant du signal GPS¹⁰. Des technologies comme la capacité CECMS (*Counter Electronics Countermeasure Seeker*) permettent à des MTO de s'orienter automatiquement vers des sources de rayonnements en vue de les détruire même si plus aucune communication n'est assurée avec l'opérateur. L'emploi de fusils « anti-drones » et autres systèmes de brouillage peuvent dans ce cas s'avérer très dangereux pour leurs servants. Face aux drones, la réponse cinétique reste encore la plus sûre mais probablement la moins facile à mettre en œuvre. Il faut en effet pouvoir détecter, suivre et prendre en compte à temps des engins toujours plus furtifs, rapides et manœuvrants tout en gardant un **impeccable sang-froid**.

Les armes légères d'infanterie équipées de systèmes d'aide au tir comme les *Smartshooter** israélien, sont efficaces pour neutraliser des drones d'observation peu rapides mais s'avèrent inadaptées face à des drones FPV, ultra-rapides et hyper-manœuvrants. Les fusils automatiques de calibre 12 approvisionnés à 20 ou 30 coups cités *supra*, sont probablement en mesure d'offrir un début de **réponse crédible** au sein des groupes de combat sinon une solution en dernier rideau.

Concernant les véhicules, l'emploi de munitions « *airburst* », que l'on présente parfois comme une réponse radicale à cet épineux problème n'est accessible qu'à partir d'un certain calibre (25 mm) et sous conditions de détection, de télémétrie de la menace préalable puis de suivi automatique et continu de celle-ci afin d'assurer un déclenchement optimal de la munition. Dans les faits, une telle probabilité d'atteinte ne peut être obtenue que par un système qui intègre un radar ou des systèmes optroniques dopés aux algorithmes d'interprétation d'image et de suivi, le tout couplé à une conduite de tir automatique qui engage le vecteur menaçant après validation de l'opérateur sinon automatiquement selon les paramètres et la situation.

Ajoutons enfin que drones et MTO n'agissent pour le moment que de façon individuelle, **au coup par coup** ou en salves mais de manière non coordonnée. Il faut cependant s'attendre à l'apparition à court ou moyen terme d'essais sur les champs de batailles urbains. Ceux-ci permettront d'assurer la permanence de l'observation et des feux puis, dans une certaine mesure, la préservation du potentiel de la Force. Le développement d'escadrilles aériennes de « **drones de chasse anti-drones** » mais également d'escadrilles anti-blindés, anti-personnel (voir **anti-hélicoptères**) est à envisager très

10 En plus de capteurs spécifiques comme ceux de pression atmosphérique par exemple, les drones ont besoin du signal GPS pour déterminer leur position dans l'espace en X, Y et Z mais également afin de pouvoir se stabiliser (multi-rotors). *Kerkes*, grâce à des algorithmes qui tiennent compte des spécificités propres à chaque système mais aussi par le biais de l'apprentissage automatique qui ouvre la reconnaissance d'objets et de points, permettrait de s'affranchir de ce signal de positionnement pour que le drone exécute sa mission même sous brouillage GNSS.

sérieusement. Parallèlement à cette capacité aérienne en pleine expansion, s'en développe une autre, sur le segment terrestre cette fois-ci : celle des robots.

Les robots

Le développement de robots terrestres accuse un certain retard par rapport aux drones. La difficulté de leur télé-opération en est la cause principale. Cela s'explique par la complexité des environnements dans lesquels ils doivent progresser, où les ruptures de liaisons tout autant que les perturbations radioélectriques sont bien plus courantes et pénalisantes que dans les airs. Aussi, la diversité des sols et leurs configurations sont très grandes. Cependant, ce segment poursuit un fort développement. Des solutions finiront par être trouvées, tant dans le développement de moyens de communication opérateur-robot plus robustes que de briques d'autonomie plus élaborées et des capacités motrices toujours plus performantes.



Robot de combat Elbit MCR-V ROBUST.
© Ministère de la Défense israélien.
Source : timesofisrael.com.

Des engins comme le Type X de l'Estonien Milrem ou encore le MRC-V de l'Israélien Elbit donnent un aperçu de ce que pourraient être les robots de combat de demain. Leur rapport taille-masse-puissance de feu impressionne déjà, ils sont très probablement en passe de remplacer à terme

les chars de combat tels que nous les connaissons. Cependant, ceux qui ont été déployés en conditions réelles jusqu'à présent n'ont pas encore donné satisfaction. À ce stade, ceux déployés en Ukraine l'ont été pour réaliser des tâches très simples : **miner le terrain, détruire des installations, ravitailler des positions** ou encore **monter à l'assaut**. Vers le 30 mars, dans la région de Berdychi, les Russes se sont lancés dans ce qui doit être considéré comme la première attaque de robots¹¹ de l'histoire. Ils ont ainsi déployé plusieurs robots équipés de lance-grenades AGS-17 et qui auraient envoyé plusieurs centaines de grenades sur des positions adverses avant d'être tous détruits par des drones FPV de la 47^e brigade mécanisée ukrainienne. Leurs dimensions interpellent car ils sont très éloignés des robots présentés dans les salons d'armement.

¹¹ Dans la terminologie de l'armée de Terre, un drone est un système aérien sans équipage à bord et un robot un système terrestre sans équipage à bord.

Comme pour les drones, il faut s'attendre à un développement « munition » des robots : les **munitions roulantes**. Il faut imaginer des engins téléopérés voire autonomes¹², rapides et agiles, capables de manœuvres d'évitement, se faufilant sous les véhicules blindés pour les détruire sur leur face la plus vulnérable (le plancher) grâce à une puissante charge formée (type mine antichar à Haut Pouvoir de Destruction). Un tel développement est à attendre si les APS des blindés habités deviennent trop performants pour être détruits avec les moyens actuels et à venir. Plus petits que les engins habités, hybrides, dégageant moins de rayonnements IR, la furtivité des robots permettra de détecter, identifier et neutraliser avec une plus faible empreinte que les engins de combat actuels. Ils fourniront également un appui essentiel pour assurer les flux logistiques et santé avant et arrière, pour reconnaître en tête tous les environnements dangereux ou difficilement accessibles, comme les tunnels et canalisations, avec une **grande facilité**. Couplés aux drones aériens, cet écosystème d'engins et de munitions décuplera vraisemblablement les capacités des unités engagées en zone urbaine tout en préservant leur potentiel humain par la masse générée et la possibilité de commander ces systèmes à distance.

Commander et Communiquer

Garder la liaison toujours et partout

Fortement cloisonnées, parfois même isolées dans de véritables canyons urbains, les unités engagées dans la ville se retrouvent souvent coupées de leurs échelons de commandement. La ville détruite présente l'étonnant paradoxe d'amener des individus parfois très proches géographiquement les uns des autres à se sentir isolés. Les raisons s'expliquent par les importantes limitations à la propagation des ondes radio mais également par les fortes perturbations générées par les champs magnétiques environnants. Cela a pour conséquence de ralentir voire de geler littéralement la manœuvre avec des conséquences parfois critiques (isolement, inhibition puis destruction). Les besoins en moyens de communication de nouvelle génération sont

12 Le sujet de l'autonomisation des systèmes d'armes est épineux. L'homme devenant jour après jour de moins en moins apte à combattre individuellement ces systèmes automatisés qui se perfectionnent de jour en jour, il importe de garder à l'esprit que d'autres pays que la France ont sur ce sujet des considérations morales très éloignées des nôtres et dont nous devons absolument tenir compte afin de ne pas être *surclassés* le moment venu. C'est lors du **Comité d'éthique de la Défense d'avril 2021** qu'une analyse de ces capacités nouvelles a été réalisée et qu'une nette distinction entre deux familles de systèmes a été retenue. Il a alors été établi que la France ne devrait développer, produire et employer que des systèmes respectueux des principes fondamentaux du Droit International Humanitaire (DIH) qui sont désignés sous l'acronyme de SALIA (Système d'Arme Létal qui Intègre de l'Autonomie) et vis-à-vis desquels l'opérateur reste dans la « décision » et de renoncer à développer, produire et employer des SALA (Système d'Arme Létal Autonome) qui sont des systèmes ayant la capacité de redéfinir leurs propres règles ainsi et surtout que celle de décider de la sanction ultime à l'endroit d'un humain de manière autonome.

donc capitaux. Ils doivent permettre un échange d'informations facile à mettre œuvre, être adaptatifs et garantir des flux d'échanges de données permanents par le biais de bandes passantes les plus larges possible. Les systèmes les plus évolués intègrent désormais des protocoles de routage automatique, comme le MANET (*Mobile Ad hoc Network*). Il s'agit d'un type de réseau sans fil autonome et auto-organisé où les nœuds mobiles communiquent entre eux sans l'aide d'une infrastructure centralisée comme un routeur ou un commutateur. Dans un MANET, chaque nœud peut agir à la fois comme un émetteur et un récepteur de données et les nœuds peuvent se déplacer de manière dynamique, entraînant des changements fréquents dans la topologie du réseau. Une forme d'onde adaptée comme la TSM (*Time Synchronized Mesh Protocol*) est conçue pour améliorer les performances des réseaux sans fil ad hoc, y compris les réseaux MANET, en fournissant une synchronisation temporelle précise entre les nœuds du réseau. Son intégration offre un débit réseau amélioré, une vidéo HD mono et multi-diffusion, une bande passante flexible ainsi qu'une adaptation et une portabilité de la forme d'ondes, indispensables en pareil environnement.

Les moyens de communication LiFi (*Light Fidelity*) se développent eux aussi. Il s'agit de systèmes de transmission de données par la lumière via des LED (voire des faisceaux laser) qui peuvent répondre aux besoins d'échanges en situation d'urgence comme c'est le cas pour les véhicules blindés pris sous le feu en environnement brouillé ou en l'absence de bande passante disponible¹³. Grâce à un tel dispositif, ceux qui se trouvent en vue directe les uns les autres (LOS – *Line of sight*) et à faible distance (inférieure à 200 m), pourront continuer de se coordonner sans que leur équipage ait à s'exposer en sortant la tête dehors, situation de grande vulnérabilité que l'on retrouve très fréquemment en zone urbaine où le besoin de communication de proximité est primordial mais peut s'avérer impossible pour les raisons citées *supra*. Une telle technologie s'appliquera avec une grande utilité aux postes de commandement, leur permettant de réduire drastiquement la complexité et la masse de cordons électriques nécessaires à l'interconnexion de leurs systèmes d'information et de commandement tout en diminuant le temps de mise en place et de démontage.

13 Tous les engins et groupes de combat qui font partie d'un sous-groupement tactique interarmes à dominante blindée (SGTIA BLD) communiquent sur un même et unique réseau. Si l'on se réfère au schéma d'organisation 3+1 de la PFT CAV 3.2.06/05 à sa page 14, cela représente au bas mot une cinquantaine d'abonnés. La priorité au réseau est toujours donnée par le commandant d'unité au peloton/section qui est au contact. Situation quasi-systématique en zone urbaine, les choses deviennent dès lors très compliquées lorsque plusieurs pelotons/sections sont pris sous le feu adverse en même temps et doivent malgré tout donner leurs ordres et se coordonner.

Tout voir, tout comprendre, mieux décider, plus vite

Le caractère multidimensionnel de la ville est très certainement ce qui représente la chose la plus difficile à appréhender. Maîtriser tout ce qui se trouve à la surface du sol et au-dessus (constructions) dans un compartiment donné de la ville ne signifie pas pour autant avoir la maîtrise de son environnement comme c'est le cas en plaine : il faut s'occuper également du dessous. La conquête n'est effective qu'une fois l'ensemble de ces dimensions entièrement reconnues et tenues. De plus en plus de systèmes d'information et de commandement intègrent une représentation en 3 dimensions des zones d'opérations. La numérisation d'une ville peut être réalisée de différentes manières :

- à l'aide de satellites d'observation, dont les images multispectrales peuvent être fusionnées par IA pour reproduire une zone donnée en trois dimensions ;

- à l'aide de drones ou de robots (pour les souterrains) équipés de LIDAR (*Light Detection And Ranging* – **téledétection par faisceaux laser**) ou de **caméras multispectrales**. Le LIDAR permet de réaliser une reproduction très détaillée de la zone scannée sous forme de **nuages de points** et les caméras une reproduction détaillée grâce à



Drone équipé d'un LIDAR scannant une surface de terrain.
Source : studidrone.com.

une multitude de clichés pris au-dessus de la zone d'intérêt, sous différents angles grâce à une technique de mesure appelée « photogrammétrie ». Celle-ci utilise des images pour reconstruire la géométrie et les caractéristiques des objets et des surfaces, permettant ainsi de créer des modèles numériques précis du terrain, des bâtiments, etc.

La création de ces relevés à l'aide de ces deux technologies demande encore des délais importants et incompressibles, incompatibles pour l'heure avec une exploitation au contact. À cela s'ajoute un post-traitement qui nécessite une puissance de calcul considérable et donc des délais supplémentaires également mais les progrès techniques à venir (comme le développement de l'informatique quantique) permettront de traiter ces énormes volumes de données en des temps très brefs et d'adapter de tels appareils « de série » sur les engins de l'avant.

Ces relevés peuvent d'ores et déjà être exploités à l'aide de **caisses à sable numériques*** et de la **réalité augmentée**. Reliées à tous les acteurs de la bataille, elles permettront à terme aux chefs tactiques des différents niveaux



*Holographic Tactical Sandbox d'Airbus DS
avec masque de réalité augmentée Microsoft HoloLens.
© Airbus Defense and Space.*

d'avoir une appréciation très fine de la situation grâce à une **représentation en temps réel et en trois dimensions de la zone** d'action (terrain + acteurs amis/ennemis) et de transmettre ces informations au plus grand nombre par le biais de conférences ou de retransmissions. En plus de favoriser la connaissance de la zone d'action, ces technologies favoriseront la dispersion des PC et rendront moins nécessaires les regroupements de forces, particulièrement vulnérables en zone urbaine.

IA et Internet du champ de bataille

L'**intelligence artificielle** a révolutionné le monde de la **logistique** et celui de la **maintenance industrielle**. Elle est en passe de le faire avec le monde militaire.

La multitude de capteurs dont disposent les armées, aux performances de plus en plus élevées, n'améliore pas nécessairement la compréhension de la situation si les données collectées s'accumulent trop rapidement et qu'aucun traitement efficace ne leur est appliqué. Vient toujours le temps de l'exploitation des données qui, s'il se superpose à celui de la conduite des opérations, peut provoquer une rapide surchauffe des différents niveaux



Capture d'écran du système Lattice d'Anduril.
Source : anduril.com.

de décision et provoquer des erreurs d'interprétation qui peuvent mener à des décisions tactiques inappropriées. L'**Internet des objets militaires** (IoMT – *Internet of Military Things*) permet de connecter entre eux capteurs, calculateurs, engins, systèmes et hommes. L'entreprise américaine Anduril a développé Lattice¹⁴, un OS (*Operating System* – Système d'exploitation) capable de fusionner toutes ces informations et de les trier selon les besoins. L'IA par sa capacité à prendre en compte d'innombrables **données froides** (empiriques) telles que la structure d'une ville dans toutes ses dimensions, (morphologie physique, géographie humaine, types d'infrastructures, etc.), de suivre tous les acteurs connectés en temps réel, leurs performances techniques et leur état technique, sera en mesure de proposer des **options possibles** et des **approches** diverses afin d'atteindre les buts recherchés avec la ressource connue du moment tout en tenant compte de son état (adaptation réactive).

Si l'informatique périphérique se développe de plus en plus, une telle masse de données nécessitera très certainement d'être acheminée via une liaison satellitaire sécurisée pour être traitée par un *data center* situé bien en dehors de la zone d'opération puis renvoyée à l'expéditeur. Les **comportements**

14 La France n'est pas à la traîne dans le domaine, en témoigne la création de *cortAix* de Thalès, le plus puissant laboratoire d'IA critique selon l'industriel lui-même. https://www.thalesgroup.com/fr/monde/securite/press_release/thales-accelere-lia-defense.

humains eux (données que l'on qualifiera de **chaudes** comme les qualités que sont le courage, la détermination, l'esprit de sacrifice, etc.) ne pourront eux, probablement jamais être modélisés avec précision par la machine. La connaissance des hommes (ceux que l'on commande comme ceux que l'on combat) restera *de facto* au cœur même du commandement. Les utilisateurs et bénéficiaires de l'IA devront cependant toujours tenir compte des biais de la machine et garder la main dans la décision qui consiste à appliquer la sanction ultime. La guerre devra rester une affaire humaine de bout en bout.

Que ce soit par facilité ou **effet de mode**, les algorithmes ne doivent pas nous amener à céder au mirage de l'efficacité absolue. L'IA de ciblage *Lavender*, utilisée par l'armée israélienne dans l'affrontement en cours à Gaza, a démontré que l'atteinte de ce but était illusoire et pouvait *a contrario* conduire à d'innombrables bavures : nombre de personnes visées ont été tuées sans que leur appartenance ou soutien au Hamas n'ait été prouvée, **la Machine** n'étant pas encore apte à comprendre la complexité des rapports humains.

Conclusion

Il importe pour nous de trouver une juste répartition entre d'une part des matériels qui intègrent des technologies de pointe (indispensables pour assurer une part de notre supériorité) et d'autre part l'extrême nécessité que ceux-ci soient résilients, fortement évolutifs et accessibles en termes de coûts (acquisition et MCO¹⁵). Leur technicité doit rester en deçà d'un certain seuil afin de ne jamais être un frein à leur service (qui doit rester aisé) mais également de former rapidement de nouveaux utilisateurs (en grand nombre si nécessaire) et qui devront en avoir une maîtrise constante dans le temps. À ce titre, le monde des jeux vidéos de combat (*First Person Shooter* – FPS) et son imaginaire fécond représentent une remarquable source d'inspiration qui doit retenir notre attention. Cet univers trouve de surcroît un écho particulièrement significatif parmi les jeunes générations. Il doit nous amener à prendre en compte certains de ses codes et caractéristiques, particulièrement intéressants et potentiellement capables de répondre à la plupart de nos besoins : commandes et interfaces utilisateurs remarquablement claires et ergonomiques conçues par des développeurs talentueux ; modes d'action très efficaces en multijoueur, élaborés par des joueurs passionnés sur le temps long, des millions de fois, sur des êtres certes « virtuels » mais qui sont commandés

15 Maintien en Condition Opérationnelle.

à distance par des hommes en chair et en os. Ces modes d'action sont donc potentiellement transposables dans le monde réel car validés en tenant compte de réactions et de comportements bien humains, eux, et ressentis comme tels au moment du jeu¹⁶.

Au-delà des destructions de l'affrontement physique, la guerre est également une course technologique, une confrontation autant physique qu'intellectuelle et systémique (systèmes de production de puissance). Les innovations comme les expérimentations revêtent donc un caractère précieux. Si certaines d'entre-elles peuvent présenter une forme d'extravagance **à première vue**, il arrive parfois que l'on ne comprenne pas tout de suite leur portée mais que celles-ci pourtant finissent par façonner l'avenir comme ce fut le cas du premier engagement de chars (*Mark I* britanniques), le **15 septembre 1916, à Flers-Courcelette**. Les balayer d'un revers de la main, sans examen approfondi, par manque de profondeur de vue voire d'intérêt, peut parfois priver une armée tout entière d'un précieux avantage faute d'avoir su percevoir son plein potentiel au moment opportun. Dans le champ des idées, le conformisme et son corollaire sécurisant qui réside en « l'application absolue des règles » sont tout aussi préjudiciables que le manque d'imagination et de curiosité. Si l'observation des règles est indispensable en temps de paix, elle ne doit toutefois pas être un facteur limitant au processus créatif car cela mène dans un premier temps à la stagnation et ensuite au déclassement. Or, l'innovation se nourrit d'esprits agiles, enthousiastes et imaginatifs qu'il convient de mettre dans les meilleures conditions pour qu'ils s'expriment, se stimulent et s'enrichissent entre eux pour créer un processus vertueux et fécond d'innovations. Celui-là même qui conduit à la victoire.

*BONA IDEA DE OMNIBUS TRIUMPHAT*¹⁷.

¹⁶ Un VCI n'engage qu'exceptionnellement un char de combat de face à très courte distance. Pourtant, le tireur du M2A2 Bradley qui a neutralisé un T-90M à Stepove dit s'être souvenu de ses parties de *World of Tanks*. Il n'a fait qu'appliquer un procédé que l'on ne lui a jamais enseigné dans le monde réel mais dont il avait vu les effets significatifs dans le monde virtuel sur des joueurs probablement situés à l'autre bout du monde.

¹⁷ Une bonne idée triomphe de tout.



Par le lieutenant-colonel Manuel BAUMHAUER

Le lieutenant-colonel Manuel Baumhauer est officier de l'arme des transmissions et diplômé de l'École de Guerre. Il sert à trois reprises au sein du 54^e régiment de transmissions (RT) puis du 44^e RT, occupant des fonctions de commandement et de renseignement dans la guerre électronique tactique puis électromagnétique. Après une scolarité à Télécom Paris dans le domaine des réseaux de télécommunications, il est officier de programme Cyberdéfense à la section technique de l'armée de Terre. En 2023, il rejoint l'état-major de l'armée de Terre comme officier correspondant d'état-major en charge de la préparation de l'avenir pour les grands programmes de renseignement et de guerre électronique.

LA GUERRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE ET LE COMBAT EN ZONE URBAINE

La guerre électromagnétique rencontre de nombreux défis en zone urbaine. La densité des infrastructures fait de cette dernière un milieu propice au camouflage des signatures électromagnétiques et la concentration des moyens de transmission est une caractéristique à exploiter ainsi qu'une vulnérabilité. La bataille se mène dans les champs informationnel et électromagnétique. Les téléphones portables des combattants, les outils d'aide à la décision ou les systèmes d'armes guidés à distance sont désormais vulnérables. La guerre électromagnétique est aujourd'hui peut-être encore plus qu'hier un facteur clé de supériorité opérationnelle.

Dans un article du 25 janvier 2024¹, Oleg Tchernych évoquait le succès de la guerre électronique ukrainienne, et plus particulièrement du système *Pokrova*, contre deux douzaines de missiles russes lancés le 13 janvier contre les principales villes ukrainiennes, incitant le groupe de réflexion américain *Institute for the Study of War* à qualifier cet événement de véritable tournant pour cette capacité ukrainienne jusqu'alors dédiée à la neutralisation des drones russes. Au-delà du message d'influence que sous-tend cet article de BBC Ukraine, cet épisode du conflit provoque un questionnement légitime sur l'opportunité de développer la guerre électronique (GE) en zone urbaine (ZURB) pour les forces terrestres françaises.

Si la GE, désormais appelée guerre électromagnétique dans l'OTAN, relève d'une « action

¹ <https://www.bbc.com/afrique/articles/cw0revrw121o>.

militaire qui exploite l'énergie électromagnétique pour assurer la connaissance de la situation et créer des effets offensifs et défensifs² », donner une typologie exacte de la ZURB devient un véritable défi sémantique en raison de l'absence de définition précise. La ville en tant que « milieu géographique et social formé par une réunion importante de constructions abritant des habitants qui travaillent, pour la plupart, à l'intérieur de l'agglomération »³ ne couvre que partiellement l'imaginaire collectif de la ZURB qui s'étend souvent aux zones industrielles périphériques en incluant des notions économiques, politiques et sociales plus ou moins symboliques dans l'identité nationale, comme la capitale d'un État. En outre, pourquoi traiter de la GE dans ce milieu en particulier et pas d'une autre fonction opérationnelle ? Après tout, les « Fantômes de Falloujah » étaient majoritairement des fantassins plus ou moins rompus au combat urbain.

Certes, il faut admettre des spécificités « électromagnétiques » propres à ce milieu, comme le mentionne fort justement le Cahier du RETEX n° 3 en précisant que « la ville est (...) un environnement dans lequel les communications passent mal, entraînant des difficultés à se repérer et à communiquer à l'aide de moyens électroniques »⁴. Mais dans les huit règles du combat en zone urbaine définies par John Spencer⁵, aucune n'évoque clairement l'avantage de disposer de moyens de GE. Peut-être qu'à cette époque, la maîtrise du spectre électromagnétique (la couche 4D de l'espace de bataille) n'avait-elle pas encore été identifiée comme le centre de gravité des forces conventionnelles numérisées ?

Il semble que la GE en ZURB ne puisse plus être ignorée au regard de l'évolution des conflits où ces zones peuvent devenir des objectifs opératifs, voire stratégiques. Pour autant, il convient de rester mesuré dans l'effort à y consacrer lorsqu'il se fait au détriment de programmes majeurs visant à optimiser la GE dans son milieu de prédilection qui demeure le terrain ouvert. Comme les autres fonctions opérationnelles, la GE se doit de développer des modes d'action propres à la ZURB lorsque cette dernière porte de forts enjeux opératifs et stratégiques. Mais au vu des effets recherchés, il faut également admettre que l'investissement semble disproportionné pour des résultats souvent éphémères face aux capacités d'adaptations de nos adversaires. Ainsi, il s'agit de rester mesuré dans le besoin de développer les capacités de GE en ZURB des forces conventionnelles en identifiant

2 Définition extraite du site de terminologie OTAN.

3 Définition de la ville du dictionnaire Robert.

4 Cahier de recherche et d'enseignements doctrinaux n° 3. *L'armée de Terre française en zone urbaine : nouvelles missions, nouveaux modes d'action ?* Par Antonin Tisseron, page 36/99.

5 *The Eight Rules of Urban Warfare and Why We Must Work to Change Them* de John Spencer (12 JAN 2021) <https://mwi.westpoint.edu/the-eight-rules-of-urban-warfare-and-why-we-must-work-to-change-them/>.

précisément les critères de décision qui pourraient justifier un investissement particulier potentiellement ajustable par l'acquisition sur étagères de certains équipements.

* *
*
*
*

L'étude des conflits en ZURB démontre effectivement que la GE y jouera un rôle croissant au point de devoir réfléchir à des modes d'action propres à ce milieu dit « évolutif ».

À Falloujah, « les contraintes physiques de la zone urbaine ont posé un grand nombre de problèmes dans le domaine des communications, les liaisons étant rendues très difficiles dès lors qu'il n'y avait plus de vues directes. Des relais ont dû être installés mais, du fait des menaces d'infiltrations, ceux-ci ont dû être protégés »⁶. À l'image des mesures palliatives adoptées par les Américains, la GE doit également adapter ses modes d'action en s'appuyant davantage sur ses capacités aéroportées pour mieux cibler les insurgés bénéficiant d'un milieu propice au camouflage optique et électromagnétique du fait de la densité des bâtiments qui perturbent la propagation des ondes radioélectriques et permettent d'opérer à couvert. Lors de la bataille de Falloujah, la zone aérienne supérieure (au-delà de 21 000 pieds) était réservée aux appareils de GE, posant des problèmes de coordination 3D dans les HIDACZ⁷. Cette évolution des modes d'actions de la guerre électronique en ZURB, mettant davantage en œuvre ses capacités aéroportées contre les réseaux radios des troupes tactiques, s'observe également dans le domaine de la GE utilisée en appui des opérations d'influence.

L'usage déraisonné du *smartphone* par le combattant moderne en fait une proie idéale pour la GE. Ainsi, lors de l'invasion de la Crimée et du Donbass en 2014, des actions d'opérations psychologiques à base de *SMS bombing* visant à démoraliser les forces armées ukrainiennes ont été menées par les forces armées russes⁸. Ce mode d'action devient de facto plus systématique en ZURB, où l'abondance des réseaux mobiles et des appareils connectés par l'internet des objets (*Internet of Things – IoT*) démultiplie les failles potentielles à exploiter pour atteindre psychologiquement les combattants et leurs familles. Comme « le milieu urbain dense favorise la défense et que les effectifs de part et d'autre sont à la fois trop équilibrés et trop faibles (entre

6 Les fantômes de Falloujah, page 81/120. Chapitre sur les systèmes d'information et de commandement.

7 *High Density Airspace Control Zone*. In *Les Fantômes de Falloujah*, pages 106 et 107/120. Chapitre Combat Indirect.

8 <https://lerubicon.org/publication/le-combat-cyberelectronique-russe-en-ukraine/>.

15 000 et 20 000 hommes) pour obtenir une décision »⁹, on comprend mieux pourquoi les opérations d'influence à base de GE ont pleinement leur place dans la création de rapports de forces favorables par la diffusion de messages visant à encourager le combattant connecté à se rendre ou à désertir. Mais le développement de modes d'action de GE de surveillance électronique et d'influence en ZURB reste marginal en comparaison des efforts produits pour trouver des modes d'actions offensifs toujours plus novateurs dans ce milieu.

Lors de la bataille de Falloujah, « deux appareils de guerre électronique brouillent les communications téléphoniques et les commandes des dispositifs explosifs improvisés »¹⁰. Cet exemple explique à lui seul le potentiel que possède la GE dans sa fonction d'attaque du spectre électromagnétique adverse où « le combat en zone urbaine requiert l'emploi de munitions guidées (GPS et laser) (et) met en avant l'importance de l'emploi de la haute technologie (...) pour permettre des prises de décision en temps réel indispensables »¹¹.



Smart city. © DR. Source : www.technogym.com.

La forte densité de moyens de transmission en ZURB représente une véritable aubaine, autant qu'un véritable défi en matière de gestion de cette masse d'informations, pour tout spécialiste GE équipé des systèmes adaptés à la caractérisation, à la localisation, et à l'attaque des moyens C4I¹²

9 Cahier du RETEX. *La Bataille d'Alep*, mars 2020, page 13/84.

10 *Les Fantômes de Falloujah*, page 59/120, chapitre 2.2. sur les Raids urbains.

11 Cahier du RETEX. *La Bataille de Mossoul*, mars 2020, page 66/100.

12 C4I : *Command, Control, Computers, Communication and Intelligence*.

adverses. Et si l'hybridation des réseaux (utilisation par la force des réseaux tant militaires que civils) offre une capacité de résilience accrue de nos moyens de communication, elle offre également davantage d'opportunités en augmentant la surface d'attaque et en favorisant des opérations via le cyberspace, compte tenu du lien fort entre les moyens de communication civils et le réseau Internet.

Dans le cadre de campagnes ayant pour objectif la conquête de zones urbaines, il pourrait être tentant pour les armées disposant de capacités de guerre électronique d'adapter celles-ci spécifiquement à ce type de combat particulier. Cela serait alors une erreur dans la mesure où les investissements (capacitaires notamment) seraient disproportionnés par rapport aux gains escomptés.

*

Tout d'abord, gardons à l'esprit que l'attaque électronique et la surveillance électronique sont des modes d'action toujours facilement contournables en milieu urbain.

« *La bataille de Mossoul pose le problème des transmissions qui font à la fois appel à la technologie de pointe – qui parfois passe mal en ville – mais aussi à des systèmes traditionnels comme les communications filaires qui présentent l'avantage de ne pas être facilement interceptées ou brouillées* »¹³. La résilience de nos communications repose effectivement sur notre capacité à les rétablir par la mise en œuvre d'autres moyens lorsque nos mesures de protection électroniques ne suffisent plus. En outre, à l'instar de toutes les autres fonctions opérationnelles, il faut aussi tenir compte d'un besoin accru en termes de ressources humaines, d'équipements et de R&D à consentir pour permettre à la GE de rester efficace en ZURB.

En effet, comme le mentionne à juste titre le Cahier du RETEX : « *la zone urbaine apparaît comme un espace dans lequel les technologies des armées des pays développés perdent de leur efficacité* »¹⁴. Durant la bataille de Mossoul, le rythme d'adaptation réactive de l'ennemi dans un environnement technologique très évolutif nécessitait l'emploi de nouvelles capacités, en particulier l'acquisition de nouveaux équipements (au besoin, sur étagère), au risque de perdre la supériorité opérationnelle, notamment en matière de GE, de lutte anti-drone et de C.IED¹⁵. Ces investissements restent d'autant

13 Cahier du RETEX. *La Bataille de Mossoul*, mars 2020, page 50/100.

14 Cahier de recherche et d'enseignements doctrinaux n° 3. *L'armée de Terre française en zone urbaine : nouvelles missions, nouveaux modes d'action ?* Par Antonin Tisseron, page 36/99.

15 Lutte contre les engins explosifs improvisés (*Counter improvised explosive device*).

plus relatifs lorsque la ZURB ne pèse en rien dans l'atteinte des objectifs opérationnels de la campagne ou lorsque d'autres domaines apparaissent plus efficaces pour obtenir du renseignement.

Déjà M. Timothy L. Thomas, dans son article « *Grozny 2000 : Urban Combat Lessons Learned* » évoquait la supériorité de la recherche humaine tchéchène sur le renseignement d'origine électromagnétique russe¹⁶. La conquête d'une ZURB, du fait des ressources qu'elle mobilise, devient un objectif opérationnel plus que discutable si la simple mise en œuvre des procédés liés à la poliorcétique¹⁷ suffisent à faire tomber cette « place forte » sans avoir besoin de l'investir. Il serait alors plus efficace d'utiliser la GE en mode d'action de la poliorcétique pour priver la ZURB de toute communication vers l'extérieur plutôt que de risquer d'y perdre des systèmes déjà coûteux servis par des spécialistes en nombre compté. Développer la GE en ZURB ? Peut-être, mais pas à n'importe quel prix... Surtout lorsqu'il s'agit de détourner une capacité initialement conçue pour le combat en zone ouverte.

*
* *



Krasukha-4. © Sputnik/Pavel Lisitsyn/Go to the mediabank. Source : sputnikglobe.com.

16 Timothy L. Thomas, *Grozny 2000 : Urban Combat Lessons Learned*, art. cit. page 8.

17 Technique du siège des villes.

La GE russe s'est développée en ciblant nos propres moyens. Par exemple, « le système *Krasukha-4* brouille les radars de surveillance des satellites militaires, les radars au sol et aériens de type AWACS et ceux montés sur des drones ; il crée un "bouclier d'invisibilité" pour les objets dans les airs et au sol dans un rayon de 300 km »¹⁸. De la même façon, nos systèmes de GE sont conçus pour cibler prioritairement les systèmes de communication tactiques de nos adversaires en terrain ouvert. Le conflit russo-ukrainien en cours ne fait pas exception : la GE russe qui cible les drones ukrainiens reste déployée le long du front sur une certaine profondeur pour rester efficace. Si elle ne fait pas l'objet d'un effort particulier comme à Rostov-sur-le-Don où l'armée russe a déployé des systèmes de protection de guerre électronique, la ZURB n'est vue que comme un milieu favorisant davantage le camouflage des systèmes utilisés.

Au final, la GE en ZURB semble davantage relever des services spéciaux que des forces conventionnelles, aussi spécialisées qu'elles puissent l'être, en raison de leurs capacités à capter rapidement l'innovation civile au profit d'un emploi tactique.

En effet, durant la bataille de Mossoul, « le rôle du C-130 *Compass Call* est capital dans la guerre électronique livrée à Daech, aussi bien dans le brouillage électronique, la lutte anti-drones que contre les centres d'opérations des *Djihadistes* »¹⁹. Ainsi, seules les forces non-conventionnelles et les services secrets restent en mesure de suivre un rythme d'innovation et d'acquisition de matériels sur étagère suffisamment agile pour cibler des objectifs utilisant des NTIC²⁰ dont l'usage reste limité ou détourné (domotique en RCIED²¹) dans une ZURB transformée en champ de ruines.

Si le financement de SYMETRIE²² prévu dans la LPM en cours pourrait ne répondre qu'imparfaitement aux exigences du milieu urbain, ce programme optimisera tout de même significativement la GE des forces terrestres en terrain ouvert. Peut-être ses potentielles lacunes en ZURB seront-elles alors couvertes par des systèmes pris sur étagère et mis en œuvre par des unités spécifiquement entraînées aux opérations dans ce milieu ?

Le pragmatisme s'invite donc dans cette réflexion : il nécessite de mener au préalable une étude approfondie de nos adversaires et des milieux dans lesquels nous allons combattre pour envisager le possible financement

18 Cahier du RETEX. *La Bataille d'Alep*, mars 2020, note 49 en page 46/84.

19 Cahier du RETEX *La Bataille de Mossoul*, mars 2020. Page 59/100 chapitre 4.6.1 La composante aérienne de la coalition.

20 Nouvelles technologies de l'information et la communication.

21 *Remote Control Improvised Explosive Device*.

22 SYStÈME Tactique de Roem Interarmées.

d'équipements sur étagère et les efforts en R&D à consentir. La ZURB n'est qu'un milieu parmi d'autres dans lesquels les moyens de GE actuels semblent moins adaptés que d'autres disciplines du renseignement ou d'autres unités plus en pointe dans le ciblage des NTIC, lesquelles seront probablement les premières ciblées en cas de conflit avant de passer à l'attaque des réseaux V/UHF plus classiques. Si l'usage de moyens de GE dans les opérations dans le cyberspace garde toute sa pertinence en terrain libre, en ZURB, il s'agira de savoir distinguer les modes d'actions ciblés propres aux forces spéciales de ceux propres aux forces conventionnelles. Pour ces dernières, les travaux capacitaires pour intégrer la miniaturisation croissante des capteurs et l'intelligence artificielle vont permettre de mieux faire face à un adversaire symétrique numérisé et capable de déployer une architecture de réseaux multi-senseurs multi-effecteurs (RM2SE). Si ces développements vont améliorer l'efficacité de la GE en terrain ouvert, ils seront également de nature à répondre à certains facteurs de complexité associés à la ZURB.



**Par le chef de bataillon
Roch FRANCHET
D'ESPÈREY**

Après un début de carrière au 2^e régiment de Hussards, le chef de bataillon Roch Franchet d'Espèrey sert ensuite dans l'arme du génie. Plongeur de combat, il est également qualifié en fouille opérationnelle spécialisée. En 2020, il mène une expérimentation d'un mois en milieu libre sur le thème « Le génie en maîtrise du milieu suburbain ». Il publie en 2018 dans la revue Défense & Sécurité Internationale une analyse intitulée « Combattre en milieu suburbain, la carte du génie ». Il poursuit aujourd'hui ses travaux de réflexion sur cette thématique, au sujet de laquelle il intervient régulièrement dans les médias et dans le monde universitaire.

INNOVATIONS ET STRATÉGIES POUR COMBATTRE ET VAINCRE EN MILIEU SUBURBAIN

Le milieu suburbain présente des risques particuliers et des difficultés intrinsèques qui complexifient considérablement le combat. Intoxication, effondrement ou problème de mobilité rendent la décision tactique beaucoup plus difficile qu'à la surface. Pour vaincre dans cet espace naturellement hostile, il s'avère nécessaire de développer des doctrines et procédés spécifiques. Former les soldats au combat en milieu suburbain est également essentiel tout en soutenant l'apparition de technologies adaptées à ce milieu.

L'actualité internationale le confirme : les milieux suburbains sont des terrains qui gagnent à être réinvestis et exploités de façon plus ambitieuse. En Ukraine, l'hypervitesse des attaques de drones exige un repli pratiquement immédiat dans des abris souterrains. De manière plus frappante encore, à Gaza, le Hamas a su mettre en œuvre un réseau efficace de tunnels surnommé « le métro de Gaza » conçus exclusivement à des fins militaires par Mohammed Sinwar, (le frère du chef du Hamas, Yahya Sinwar) qu'il exploite en logistique comme en commandement. Mais il ne s'agit cependant en rien d'une nouveauté : du Japon de la Seconde Guerre mondiale au Vietnam des années Soixante-dix, l'histoire militaire regorge d'exemples de cas d'étude d'utilisation déterminante des souterrains. La domination de l'environnement suburbain (dite aussi la 3D- « 3D moins ») est donc désormais toujours plus intégrée dans les processus décisionnels des armées, que ce soit au niveau stratégique, opératif ou tactique. Bien que l'armée de Terre maîtrise ce milieu par le biais d'un faible nombre de spécialistes, il mérite d'être mieux connu

pour être intégré dans les processus décisionnels dès la phase de planification et de garantir la mise à disposition des moyens spécifiques indispensables à sa conquête et sa maîtrise¹.



FS2 Plongeur de Combat du Génie, instruction des chefs de détachements à la maîtrise du milieu suburbain (ville d'Angers). © CEMST/CBA Franchet d'Espèrey.

Les défis et les impératifs de l'intervention en milieu confiné : comprendre, protéger, agir

En milieu suburbain, le premier risque, c'est d'abord l'environnement. Car si son contrôle est une nécessité vitale, la pertinence d'y séjourner ou d'y combattre, c'est-à-dire d'y faire rester des combattants un certain temps, est délicate. Les espaces confinés exposent en effet l'homme à des risques importants pour sa santé et sa sécurité.

Encadrée par le système législatif français², l'intervention des spécialistes opérant en milieu confiné est soumise à des normes strictes. La France déplore, chaque année, plusieurs décès liés à des accidents industriels et agricoles : asphyxie lors du nettoyage de cuves, empoisonnement lors de réparations dans des réservoirs de château d'eau...

1 Compte-rendu sur l'expérimentation « 3D- » n° 2203/ADT/3DIV/31RG/BOI/SEC/NP du 29 juin 2021.

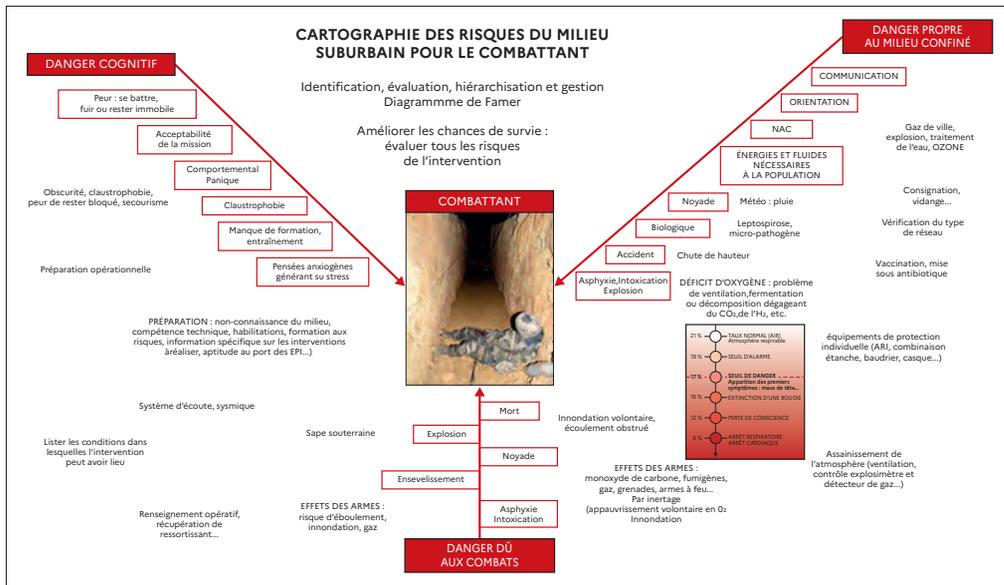
2 Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) Santé et sécurité au travail. © <https://www.inrs.fr/risques/espaces-confinés/ce-qu-il-faut-retenir.html>.

Un espace confiné se définit comme un volume, tel qu'un bâtiment ou une installation, non prévu pour une occupation permanente, mais pouvant être temporairement investi pour des opérations de maintenance ou de nettoyage. Ces espaces présentent des risques pour la santé et la sécurité en raison de divers facteurs tels que leur conception, la ventilation, les matériaux qu'ils contiennent ou les travaux qui y sont réalisés.

L'expertise des milieux suburbains en zone urbaine est largement répandue dans le monde civil. Les services municipaux de l'eau assurent la distribution sécurisée et fiable de l'eau potable, tandis que les services municipaux d'égouts gèrent la collecte, le traitement et l'élimination appropriée des eaux usées. Les entreprises de distribution de gaz domestique fournissent un approvisionnement stable en gaz de ville. Les entreprises de plomberie interviennent dans l'installation et la réparation des systèmes de plomberie souterrains, tandis que les entreprises de traitement des eaux veillent à ce que les eaux usées soient correctement purifiées avant d'être rejetées dans l'environnement. Les services d'inspection des conduites surveillent l'état des conduites pour détecter les problèmes potentiels, tandis que les services de réparation interviennent en cas d'urgence pour maintenir l'intégrité du réseau. En travaillant de concert, ces services garantissent des infrastructures fiables et sécurisées, essentielles au bien-être et à la qualité de vie des habitants suburbains.

Avant même les effets de la guerre, les dangers associés à une atmosphère appauvrie en oxygène, toxique ou explosive, sont bien réels dans ces environnements, s'ajoutant à d'autres dangers comme les chutes de hauteur ou la noyade, souvent à l'origine d'accidents graves, voire mortels. Toute intervention dans ces espaces nécessite une analyse préalable des risques afin de définir les mesures de protection adéquates et ainsi réduire les risques d'accidents ou d'en limiter les conséquences.

Il est également crucial de prendre en compte les difficultés potentielles de secours et d'évacuation des victimes, notamment en raison de l'accès restreint, de la topographie défavorable, du manque d'éclairage ou de l'encombrement des lieux. La rapidité d'intervention des secours revêt une importance capitale en cas d'intoxication par des produits neurotoxiques, de syndrome de détresse respiratoire aiguë ou d'insuffisance cardiaque.



Cartographie des risques du milieu suburbain pour le combattant.
© CEMST/CBA Franchet d'Espèrey.

Pour le commandement, un critère déterminant qui aura un impact direct sur la mission, sera le choix de préserver les infrastructures souterraines essentielles au transport des énergies domestiques, de l'eau potable et à l'évacuation des déchets. Le maintien en état des infrastructures souterraines est vital pour les populations vivant dans la zone de conflit, car elles s'en servent également pour se protéger des effets de la guerre. De plus, cela facilitera une évolution plus rapide vers la phase de normalisation du conflit. Dans cette perspective, aucune galerie ne doit être condamnée de façon hermétique ou imperméable, la libre circulation des eaux de pluies ou usées doit pouvoir se faire sans encombre au risque d'inonder des zones et de favoriser l'insalubrité des lieux avec le développement des organismes micro-pathogènes, source de maladies contagieuses.

À cette première contrainte de préservation des infrastructures s'ajoute une difficulté supplémentaire qui est d'identifier les individus qui circulent dans ces réseaux : réfugiés, belligérants, travailleurs, animaux, etc. L'alerte est donnée en premier lieu par la propagation du son à plusieurs centaines de mètres de distance. Dans une galerie, l'identification visuelle n'est possible qu'à quelques mètres, distance critique en termes de rayon de sécurité. La question de la neutralisation d'individus hostiles à aussi courte distance d'identification nécessite une adaptation des règles d'engagements à ce cas spécifique.

La présence de belligérants apporte dans les réseaux souterrains les dangers de la guerre : piégeages en tout genre, grenadages et explosions, tirs, incendies à l'essence... La moindre explosion peut entraîner la neutralisation complète d'une équipe de combat par un simple effet de blast alors même qu'elle se trouve loin de la source d'explosion.

Exceptionnellement, les équipes opérantes spécialisées dans l'action en milieu souterrain peuvent être amenées à combattre dans l'espace 3D- si le gain est stratégiquement avéré (libération d'otage, renseignement...). Dans le contexte des espaces confinés, le principe de unités combattantes présente des similitudes avec la « théorie des jeux ». Il est possible qu'une victoire apparente se traduise en réalité par une situation de perte. En effet, la simple utilisation d'une arme à feu ou d'une grenade génère des quantités considérables de monoxyde de carbone, intoxicant ainsi immédiatement celui qui l'utilise tout comme son adversaire. Il est donc crucial de comprendre que l'engagement des unités sous terre ne peut se concevoir qu'à partir d'une évaluation fine des risques et des mesures de protection, et ne doit être envisagé qu'en dernier recours. Il est aisé de comprendre la vulnérabilité à laquelle est confronté un groupe d'hommes qui évolue en ordre de combat dans un conduit d'un mètre de diamètre sans variantement possible, avec une sortie unique à son extrémité.

Pour pallier ces difficultés, il faut remplacer autant que possible l'intervention des soldats par des technologies actuellement en plein essor (drone, robot mule, etc.). Celle-ci confère un avantage décisif à celui qui la maîtrise. Pour garantir leur survie et obtenir la supériorité au combat, ces soldats doivent disposer du matériel adapté permettant de communiquer, de reconnaître une zone, d'explorer des galeries, de transporter du matériel et d'évacuer des blessés, de surveiller et d'alerter en cas de mouvement suspect, et surtout d'être appuyé dans leur progression par des drones ayant des moyens d'alerte et de défense répondant instantanément aux menaces rencontrées (piégeage, présence hostile, asphyxie de l'air...). Cette robotique à vocation militaire dans le combat souterrain est un appui indispensable. Elle permet de détecter une menace sans exposer immédiatement les combattants.

Procédés applicables pour contrer les menaces adverses

Les états-majors, actuellement dépourvus de document doctrinal de référence sur le sujet, dépendent largement des contributions des officiers issus des équipes de fouille opérationnelle spécialisée (FOS) ou des plongeurs de combat du génie (PCG) des régiments du Génie et des forces spéciales. Ce personnel est peu nombreux aussi il convient d'être attentif à la bonne gestion de cette ressource humaine (notamment au sein des cellules 3/2D des états-majors).

Dans le processus décisionnel, il est pertinent d'associer le conseil d'experts des services civils travaillant dans l'environnement suburbain, qui jouent un rôle crucial dans la gestion et la maintenance de ces infrastructures.

Dans les opérations offensives, telles que la reprise de Mossoul par les forces gouvernementales irakiennes et les forces de la coalition internationale, ou la conquête de Gaza par Tsahal, la destruction systématique des entrées et sorties découvertes des tunnels s'est avérée cruciale pour se prémunir contre les assauts et les contre-attaques ennemis.



Tunnel du Hamas.

Source : <https://www.idf.il/en/mini-sites/idf-press-releases-regarding-the-hamas-israel-war/february-24-pr/a-10-kilometer-long-terror-tunnel-passing-underneath-a-hospital-and-a-university-idf-troops-located-an-underground-tunnel-network-connecting-the-north-and-south-of-gaza/>.

La réduction de la mobilité adverse souterraine est une priorité, par le ciblage des voies de repli ennemies. Les galeries sont systématiquement gazées : dès qu'une entrée est découverte, des grenades fumigènes ou lacrymogènes sont jetées pour débusquer les occupants. Les drones aériens surveillent les alentours pour repérer les dégagements de fumée. Si le terrain n'est pas tenu en surface, l'emploi de drones pour repérer les conduits d'aération et les sorties permet ensuite d'identifier les systèmes de communication physiques souterrains et offre des options de frappe air-sol ou sol-sol pour les détruire sans exposer de combattant. Une unité positionnée à la sortie

empêche la fuite de l'ennemi. Le génie est également sollicité pour provoquer l'effondrement des tunnels ou les piéger, ce qui réduit les risques et les délais liés aux fouilles méthodiques.

Dans les opérations défensives, l'objectif est de rendre les positions inexpugnables en maîtrisant, quand cela est possible, l'ensemble de la surface. En Syrie et en Irak, les djihadistes ont réduit la distance entre les bâtiments grâce à des tranchées ou des tunnels, cette imbrication rendant alors difficile les frappes aériennes ou l'artillerie. Le plan de défense doit prendre en compte la dimension 3D-, avec un système d'obstacles et de surveillance, surveillé par des caméras afin d'éviter d'avoir des équipes opérant sous terre.



31^e Régiment
du génie,
expérimentation
3D, poste de
surveillance.
© CEMST/CBA
Franchet d'Espèrey.

Une écoute sismique des sols permet de localiser les travaux souterrains, permettant de se prémunir contre les tunnels d'attaque ou l'installation des mines souterraines.



2014, Syrie, Wadi
Deif, explosion
du poste par
minage souterrain,
revendiqué par le
Front Islamique.
© www.dailymotion.
com/video.

L'utilisation de technologies dérivées de la géologie pour la détection des cavités ou des bruits souterrains peut permettre d'établir des actions de lutte à partir de la surface. Les zones de combat et d'intervention étant de plus en plus complexes, il est indispensable de connaître à l'avance les terrains où les militaires devront intervenir. Les radars de sol permettent d'afficher en temps réel tous les réseaux enterrés, métalliques ou non, sans distinction, facilitant ainsi l'évaluation de la traficabilité et de l'aptitude à l'enfouissement.

En conclusion, l'univers des opérations en espaces confinés présente des facettes multiples qui peuvent à la fois fasciner et susciter la crainte. L'approche de ces missions, tant sur le plan tactique qu'analytique, nécessite une préparation minutieuse sans jamais sous-estimer les risques encourus par les équipes opérant dans ce milieu particulier. La priorité doit être accordée à la préservation de ces équipes, en évitant d'engager du personnel non préparé aux dangers qu'il pourrait rencontrer.

En amont, l'analyse du terrain, enrichie par l'utilisation des technologies, devient un outil indispensable. Cette démarche permet non seulement de dépasser les limites traditionnelles de l'analyse urbaine, mais aussi de former efficacement les équipes spécialisées pour assurer le succès des missions. L'intégration des compétences à la fois civiles et militaires dans cette analyse est cruciale pour fournir une compréhension approfondie des enjeux, ce qui est essentiel pour que le commandement puisse prendre des décisions éclairées.

Mais les Armées ne sont pas les seules concernées par cette maîtrise du milieu suburbain, les forces de sécurité intérieure (FSI) le seront tôt ou tard sur le territoire national dans des zones où le séparatisme est grandissant. Déjà confronté à cette problématique aux États-Unis, le Sénat américain a présenté le 8 mai 2024 une proposition de loi prévoyant 80 millions de dollars alloués à la collaboration avec Israël sur la question des infrastructures souterraines. Un des objectifs majeurs est de pouvoir traquer les nombreuses galeries souterraines qui offrent aux cartels et autres organisations criminelles la possibilité de franchir illégalement la frontière avec le Mexique³.

Le milieu suburbain, dernier bastion passant sous le spectre de la surveillance, poursuivra sa pleine croissance dans les années à venir et deviendra un des enjeux majeurs à maîtriser pour les Armées et les FSI.

3 *Intelligence Online* du 10/01/2024, du 09/04/2024 et du 23/04/2024.



**Par le capitaine
Romain BERHAULT**

Officier sous contrat spécialiste de la promotion 2017 « Capitaine Lartéguy », le capitaine Romain Berhault est le chef du centre géographique d'appui aux opérations (CGAO) du 28^e groupe géographique. Son parcours l'amène à participer à des missions sur le territoire national (SENTINELLE) ou à l'étranger (Nigéria, Bande Sahélo-Saharienne). Il est titulaire d'un Master en Ressources et Géomatique et d'un DESS en Exploration et Gestion des Ressources non Renouvelables.

L'ANALYSE ET LA COMPRÉHENSION DU MILIEU SUBURBAIN GRÂCE À LA GÉOGRAPHIE MILITAIRE

« Ne pas subir », devise du maréchal de Lattre de Tassigny, s'applique aujourd'hui au milieu particulièrement hostile pour le combattant que sont les espaces souterrains. Devenue clé dans la conduite de la bataille en zone urbaine, l'exploitation du milieu suburbain est une nécessité pour l'armée de Terre. Pour y évoluer il convient de pouvoir cartographier ces espaces opaques et limitant intrinsèquement la mobilité du soldat. Les évolutions technologiques sont nombreuses et la robotisation semble offrir de nouvelles perspectives.

L'observation des récents conflits armés, lorsqu'ils s'étendent sur des environnements urbanisés, témoigne de la complexité d'opérer dans un milieu multicouches, véritable zone de « canyon » à laquelle s'additionne l'étendue souterraine. Longtemps considéré comme une zone lacunaire, que le commandement devait s'évertuer à cloisonner pour s'en affranchir, le milieu suburbain a pourtant montré toute son importance dans les récentes batailles majeures, aussi bien dans le cadre d'une force conventionnelle faisant face à des actions de guérilla (Syrie, Gaza), que lors d'affrontements entre deux puissances armées (Marioupol, Bakhmout).

Ce milieu, parfois totalement ordonné, parfois protéiforme, permet d'acquérir un avantage décisif dans des actions tant offensives que défensives. Sa connaissance et son exploitation par l'analyse de sa structure et de l'avantage décisif qu'il peut conférer, procure aux combattants la possibilité de pallier les contraintes des rues mortifères et des zones cloisonnées.

Un milieu inhospitalier à conquérir

Pour autant, le suburbain ne se conquiert pas facilement. Exigeant, contraignant, abrasif, il met à mal tant la technologie que l'homme. En premier lieu, sa nature quasi hermétique aux propagations d'ondes est un véritable challenge pour les technologies exploratoires. Manque de luminosité, mais aussi impossibilité de capter le réseau GNSS (*global navigation satellite systems*, permettant la navigation par satellites) pour s'orienter, compliquent l'utilisation de drones autonomes. Associées aux difficultés de transmission de données sous terre, ces contraintes forcent l'humain à s'exposer à un environnement comportant ses propres dangers, apportés par le confinement en lui-même (difficultés respiratoires, intoxication par la présence de gaz), mais aussi selon un prisme sanitaire (infections, bactéries propres aux profondeurs, « maladie du rat »¹). La configuration même de ce milieu reste le danger principal auquel peuvent être confrontées les unités opérant en souterrain : éboulements, noyades, chutes. Au sein de l'armée de Terre, les plongeurs de combat du Génie (PCG) et les équipes de fouille opérationnelle spécialisée (FOS) sont les seules unités formées aux interventions dans ces milieux, ayant reçu l'entraînement et l'équipement adaptés pour progresser en sûreté (moyens de respiration autonome et détecteurs 4 gaz en particulier).

Ce constat initial ne permet cependant pas d'obtenir une cartographie exploitable de cet espace de conflictualité si spécifique. Celle-ci ne peut s'obtenir qu'en opérant des outils de mesure précis permettant d'associer le réseau suburbain à des points de référence à la surface, afin de pouvoir lier les deux milieux et permettre de raisonner en itinéraires de variantement. À ce titre, avant tout engagement suburbain, les géographes militaires du 28^e groupe géographique interviennent en phase préalable afin de constituer une image des réseaux existants à partir de toutes les données disponibles, selon trois cas de figure qui orienteront leurs recherches :

- cas n° 1 : il existe des réseaux souterrains entretenus (canalisations, conduits de services, réseau d'évacuation des eaux) et documentés, que la force peut récupérer auprès des institutions responsables de leur entretien et de la mise à jour de leur cartographie ;
- cas n° 2 : il existe un réseau souterrain mais la documentation manque ou a été volontairement soustraite pour entraver l'action de la Force ;

1 Aussi appelée leptospirose.

- cas n° 3 : il n'existe pas d'infrastructure suburbaine créée ou entretenue par l'homme dans la zone de manœuvre, et toute action d'aménagement ou de création de réseau (galerie, conduit) s'effectue pendant les opérations en cours.

Dans le premier cas, le travail de compilation de la donnée géographique va pouvoir s'opérer, associé à un nécessaire travail de vérification de l'actualisation de l'information. C'est ici qu'intervient l'analyste géographe, qui a pour tâche de vérifier la pertinence des informations qu'apportent les différentes sources (cartographie du réseau d'écoulement des eaux usées, du réseau métropolitain) et de les compiler pour mettre en perspective les différentes hauteurs d'évolution de chaque sous-réseau (principe d'un « mille-feuille » organisé). Cet étagement des réseaux souligne les limites du recours à la cartographie en 2 dimensions, qui doit être adaptée pour rester exploitable.

Dans le deuxième comme dans le troisième cas, le réseau doit être impérativement cartographié *in situ*, par des processus d'exploration impliquant une recherche des points d'entrée/sortie, et l'arpentage des conduits, en prenant en compte les contraintes de transmission de l'information, de celles de l'endurance des capteurs, et de traitement de l'information pour un usage tactique.

La mise en place de missions de recueil permet dans un premier temps de répondre aux besoins de connaissances de la géométrie du réseau, sans notion de géoréférencement et de corrélation avec la surface (notion de positionnement relatif, avec la connaissance d'un point connu : entrée et sortie, points intermédiaires). Dans un second temps, l'association à des points de référence en surface permet le raccordement entre les deux milieux, générant une cartographie complète des différents espaces de bataille urbains.

La technologie actuelle en appui du spécialiste et du combattant

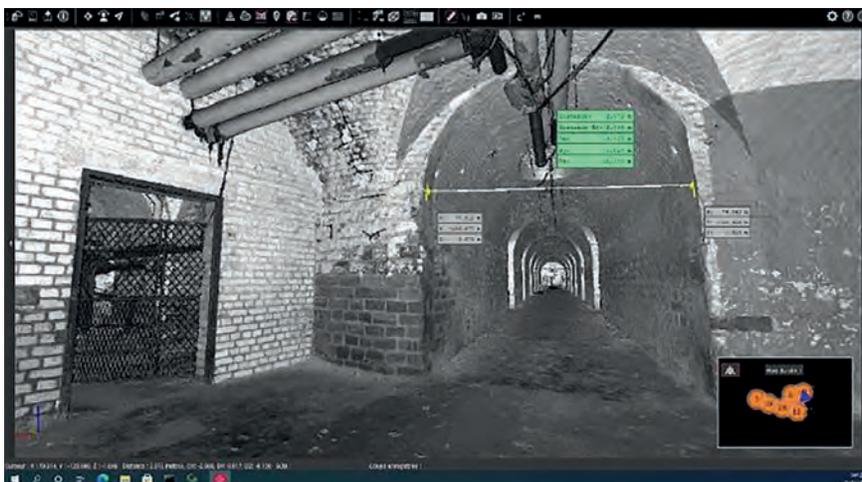


RTC 360.

© Leica Geosystems AG

Aujourd'hui, l'utilisation de capteurs LIDAR (*Light Detection And Ranging* : technologie de mesure de distance et de positionnement se basant sur le laser et le GNSS) permet de scanner véritablement l'environnement souterrain. Créant un nuage de points de précision millimétrique, avec un champ de capture allant de 50 cm à 100 m de distance, le scanner fonctionne en statique ou en version portable, accroché sur le sac à dos d'un opérateur. Le 28^e GG s'étant doté d'un tel appareil (RTC 360 de l'entreprise Leica Geosystems), il est en mesure de produire des

modèles 3D de réseaux souterrains d'une précision incroyable (la résolution permet d'apprécier jusqu'à la texture d'un mur comportant des inscriptions à la peinture, dans l'obscurité la plus totale).

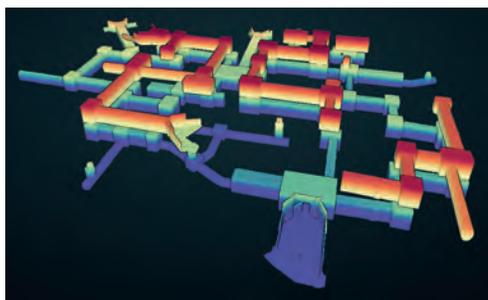


Exploitation du nuage de point généré par le capteur dans les souterrain du fort Ney.
© 28^e groupe géographique.

Cet outil a été utilisé dans les phases de préparation opérationnelle de forces, notamment au Centre d'entraînement aux actions en zone urbaine (CENZUB), afin de cartographier l'extension souterraine du centre d'entraînement, et a également été expérimenté au fort du Hochwald sur la ligne Maginot, en Alsace. Ce procédé comporte néanmoins encore quelques inconvénients, notamment un temps d'acquisition de 1 à 5 minutes par point de stationnement, limitant ainsi son emploi tactique à un contexte défensif, afin de recueillir les données sans risquer de contact avec l'ennemi.



Reconstitution 3D des tunnels de l'ouvrage fortifié du Hochwald (ligne Maginot).
© 28^e groupe géographique.



Cartographie 3D de la zone d'entraînement en combat souterrain réalisée par le scanner 3D.
© 28^e groupe géographique.

Cela exclut notamment aujourd'hui l'utilisation de cet outil lors des phases de reconnaissances dans lesquelles la modélisation 3D trouverait un grand intérêt opérationnel pour préparer la manœuvre interarmes.

Dynamiques technologiques : vers un progrès de la protection et des capacités de reconnaissance

Demain, les recherches et développements sur l'autonomie des capteurs doivent s'accompagner de réflexions sur l'utilisation de matériaux plus légers, plus facilement transportables par l'homme (par exemple, le capteur BLK2GO, très compact, permet de travailler tout en se déplaçant, en étant tenu à la main ou fixé sur un drone quadricoptère). Les capteurs sont ainsi plus simples d'utilisation, tout en étant de plus en plus précis, souples d'emplois et moins coûteux. Il reste malgré tout indispensable de tester les nouveaux outils disponibles sur le marché, dans des conditions proches du besoin opérationnel, pour juger de la capacité des capteurs civils à appuyer efficacement une équipe de reconnaissance.



Capteur BLK2GO à main.
© Leica Geosystems AG.



Capteur LIDAR à main Hovermap ST-X.
© Emesent Pty Ltd.

L'apport de technologies déjà connues (centrales inertielles embarquées) ou en développement (SLAM : *Simultaneous Localization And Mapping*, permettant de cartographier l'environnement en se localisant grâce aux points de repère qu'il trouve lui-même) vise à remédier aux contraintes d'orientations relatives à la perte de signal GPS en profondeur.

Dans une logique de préservation du personnel, pour atteindre des milieux hostiles (semi-permissifs à non permissifs), l'utilisation de drones autonomes portant un capteur LIDAR et pouvant s'orienter seuls grâce à l'apport

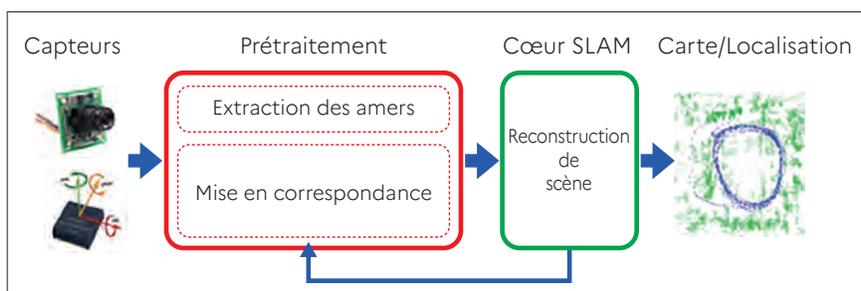
des technologies précédemment présentées, permettrait l'acquisition de la géométrie et de la position absolue, après traitement, des réseaux officiels et artificiels irriguant le couvert urbain. Ces engins, conçus pour résister aux chocs pouvant survenir en milieu exigü, se présenteraient sous plusieurs formes, allant du quadricoptère jusqu'à l'engin chenillé ou roulant, offrant une large gamme de vecteurs adaptables à chaque cas d'usage. L'automatisation de la collecte d'informations d'environnement par un robot capable de transmettre les données collectées lors de son retour à sa station de recharge, permettrait de préserver le capital humain et d'optimiser ainsi les ressources contraintes et spécialisées, comme les plongeurs de combat du génie. La robotisation reste aujourd'hui le principal défi à relever sur le plan technologique pour exploiter pleinement les progrès des capteurs souterrains.



Version autoportée du capteur BLK2GO sur drone quadricoptère.
© Leica Geosystems AG.



Capteur LIDAR Hovermap ST-X sur drone aérien.
© Emesent Pty Ltd.



Système SLAM : fonctionnement par acquisition d'amers (points d'accroche générés pour « border » l'environnement).
© *Simultaneous Localization And Mapping: Present, Future, and the Robust-Perception Age*, C. Cadena and al. 2016.



Cartographie à partir des points de repère déterminés par le système SLAM.

De la science-fiction au présent, le milieu suburbain n'est plus si lacunaire grâce à la géographie militaire

Certes, l'efficacité des engins flottants du film *Prometheus* de Ridley Scott, scannant un tunnel et transmettant leurs données en direct sous forme de carte 3D holographique reste encore du domaine de la science-fiction. Cependant, de nouveaux outils apportent un appui déterminant pour naviguer en milieu suburbain, recueillant leurs données en toute autonomie et fournissant des informations tactiques déterminantes pour la force terrestre en surface. L'effort doit maintenant porter sur la capacité à rendre opérationnel ces outils issus du monde civil en les testant en conditions réelles. Demain, les rotations au CENZUB ne se feront plus sans équipe d'appui géographique, pilotant leurs drones ou déployant leurs capteurs à main pour fournir la cartographie du réseau souterrain aux unités tactiques.



**Par le chef de bataillon
Benoit DUNOYER**

Saint-cyrien, le chef de bataillon Benoit Dunoyer sert dans les formations militaires de la sécurité civile. Il effectue une première partie de carrière à l'unité d'instruction et d'intervention de la sécurité civile n° 1. Il est déployé à plusieurs reprises sur le territoire national pour des interventions en sécurisation NRBC de grands événements, à la suite de catastrophes naturelles (inondations, tempête) ou sanitaires ainsi que dans le cadre du dispositif estival de lutte contre les feux de forêts. Affecté au Commandement du combat futur (CCF), il est officier traitant au bureau retour d'expérience.

GAZA ET SES TUNNELS, QUAND LA TECHNOLOGIE APPUIE LA MANŒUVRE URBAINE

À la suite de l'attaque perpétrée par le Hamas le 7 octobre 2023, les forces de défense israéliennes (FDI - Tsahal) lancent une grande offensive terrestre sur la partie nord de la bande de Gaza. Durant la première phase de cette guerre toujours en cours, le Hamas a pu s'appuyer sur un réseau de tunnels conséquent, creusé dans toute la bande de Gaza pour servir ses intérêts politiques et militaires. Déjouant les plans du Hamas, Tsahal remporte de nombreuses victoires tactiques grâce à son appréhension tactique et technologique du milieu suburbain. Cet article vise à présenter les enseignements majeurs de l'engagement des FDI dans cet espace particulier.

« We are fighting in a complex area, above ground and underground, with an enemy that has prepared for a long time to defend in an organized manner ».

Lieutenant-général Herzi Halevi, chef d'état-major des Forces de défense israéliennes

Le 7 octobre 2023, le Hamas lance une attaque depuis la bande de Gaza contre les villages et *kibboutzim* israéliens frontaliers ainsi que contre les participants à la *rave party* Supernova qui se déroule à Re'im. Par son ampleur et sa barbarie, l'opération « Déluge d'Al-Aqsa » provoque une onde de choc au sein de la population israélienne mais aussi à l'échelle internationale.

Le bilan total fait état de 1160 morts du côté israélien (dont 36 enfants et presque 70 étrangers) tandis qu'environ 250 otages sont emmenés dans la bande de Gaza.

À la suite de cette attaque, l'État d'Israël déclenche l'opération « Glaives de fer » dont les objectifs sont de détruire le Hamas, libérer les otages et rétablir une zone de sécurité autour de la bande de Gaza. Cette opération se déroulant principalement en zone urbaine est riche d'enseignement sur les combats dans ce milieu particulier.

La bande de Gaza, témoin de la guerre urbaine au XXI^e siècle

Depuis son occupation par Israël en 1967 lors de la Guerre des 6 Jours, la bande de Gaza, territoire densément peuplé de plus de deux millions de Palestiniens, est le théâtre de l'opposition permanente entre Israël et divers groupes palestiniens, en particulier le Hamas. Cette région est particulièrement marquée par la concentration de 78 % de la population au sein des villes et camps de réfugiés, qui représentent moins de 50 % du territoire et peuvent avoisiner les 21000 habitants au km² (dans la ville de Gaza, soit l'équivalent de Paris). Depuis le début du XXI^e siècle, cette zone de 365 km², a déjà été l'objet des opérations « Plomb durci » (2008-2009), « Pilier de défense » (2012), « Bordure protectrice » (2014) et « Gardien des murs » (2021).

La bande de Gaza est donc un terrain d'engagement connu et déjà pratiqué par les forces de défense israéliennes (FDI) bien que celles-ci doivent s'adapter à l'évolution de la conflictualité au fur et à mesure des avancées technologiques et aux réactions de l'opinion internationale.

Le « métro de Gaza », une seconde ville à conquérir

Depuis quarante ans, le sous-sol de la bande de Gaza a été transformé en un gigantesque labyrinthe de galeries, initialement destinées à la contrebande avec l'Égypte afin de contourner le blocus israélien. Dès les années 2010, le Hamas a multiplié les tunnels avec le double objectif stratégique d'atteindre le territoire israélien à couvert pour pouvoir le frapper et soutenir ses opérations.

Ainsi, près de 1500 tunnels constellent maintenant le sous-sol de la bande de Gaza. Ces tunnels d'une longueur totale de 500 km créent ce que les FDI appellent le « métro de Gaza » (à titre de comparaison, le réseau du métro parisien totalise 227 km de galeries). Si la plupart sont destinés au passage de troupes, certains peuvent permettre la circulation de véhicules¹. L'ensemble est équipé de moyens sophistiqués de communication, d'éclairage ou encore de ventilation.

¹ Le 17 décembre 2023, Tsahal annonce avoir découvert le plus grand tunnel creusé par le Hamas dont l'un des puits se situait à seulement 400 m du point de passage d'Erez. Long de 4 km et d'un diamètre de 3 m, il a notamment servi lors de l'attaque du 7 octobre 2023.



Des soldats israéliens dans un tunnel du Hamas utilisé pour attaquer le point de passage d'Erez, dans le nord de la bande de Gaza, vendredi 15 décembre 2023. © Ariel Schalit, AP. Source : www.france24.com.



Lors d'une visite de presse organisée par l'armée israélienne le 15 décembre 2023, des soldats se tiennent à l'entrée d'un tunnel que le Hamas aurait utilisé pour attaquer Israël par le poste-frontière d'Erez le 7 octobre. © AFP - Jack Guez. Source : www.france24.com.

« Détruire le Hamas signifie détruire ce réseau de tunnels » déclare Tsahal sur X (ex-Twitter). Les FDI font donc effort sur la conquête de cette « ville sous la ville ». Ainsi, les forces aériennes israéliennes pilonnent les zones susceptibles d'abriter des tunnels à l'aide de bombes anti-bunker (de type GBU 28) mais celles-ci ne peuvent atteindre que des cibles jusqu'à 30 mètres de profondeur (là où certaines portions de tunnels peuvent descendre jusqu'à 70 mètres). La pression psychologique est cependant importante pour les combattants du Hamas, qui risquent de se faire ensevelir dans les galeries secouées par les bombardements intensifs.

Au sol, le génie militaire israélien tient une place essentielle dans cette guerre souterraine. Les bulldozers sont utilisés pour exhumer les entrées de tunnels, tout en détruisant les pièges protégeant les dispositifs d'accès. Les unités de sapeurs se sont depuis longtemps familiarisées avec le combat suburbain et la menace de piégeage associée, prégnante dans le sous-sol gazaoui. Ainsi, lors d'une allocution, le leader du Hamas à Gaza, Yahya Sinwar, a évoqué les « centaines de milliers de pièges » placés dans ces tunnels.

Selon John Spencer (co-directeur du *Urban Warfare Project* au sein du *Modern War Institute* américain), Tsahal est une des armées les mieux préparées au monde pour mener une guerre en milieu souterrain². Elle dispose d'unités spécialisées comme l'unité du génie *Yahalom* (« diamant » en hébreu), dédiée à la recherche, au dégagement et à la destruction de tunnels. Cette unité comprend notamment des unités cynotechniques ainsi que la sous-unité *Samur* (« belette » en hébreu) composée de soldats entraînés à entrer dans ces tunnels pour les détruire de l'intérieur.

Ces unités disposent de moyens spécialisés pour remplir leur mission : des capteurs terrestres et aériens pour repérer les tunnels, des radios et technologies de navigation fonctionnant sous terre et des lunettes de vision nocturne et/ou thermiques.

Les FDI utilisent aussi des robots télécommandés et des drones pour reconnaître les tunnels sans engager de personnel. La perte de connexion entre le drone et l'opérateur reste une problématique majeure, tant le réseau est grand. Cependant, les nouveaux drones utilisés par les FDI peuvent également mettre en place leur propre réseau de communication souterrain³, chaque drone faisant ainsi office de station relais pour le suivant.

2 Spencer, John : *Gaza's underground: Hamas's entire politico-military strategy rests on its tunnels*, 2024 <https://mwi.westpoint.edu/gazas-underground-hamass-entire-politico-military-strategy-rests-on-its-tunnels/>.

3 Le LEMUR 2 utilise le LiDaR (*Light Detection and Ranging*) en l'absence de signaux GPS pour construire une image du paysage, et le « réseau maillé » pour permettre à une flotte de drones de communiquer avec un opérateur au sol. <https://inews.co.uk/news/world/drones-foam-bombs-israel-war-hamas-underground-empire-2808781>.

Afin d'empêcher toute possibilité de réutilisation des tunnels par le Hamas, les FDI ont développé plusieurs solutions pour condamner les accès aux souterrains. La procédure prévoit ordinairement l'engagement du génie pour détruire les entrées à l'aide d'explosifs ou de bulldozers. Cependant, ce procédé présente l'inconvénient d'être long et coûteux à mettre en œuvre en raison du nombre de tunnels et de leur étendue. Aussi, dans le cadre du projet Atlantis, les FDI ont commencé à noyer les tunnels en y injectant de l'eau de mer grâce à cinq pompes de grand débit (plusieurs milliers de mètres cubes par heure), installées sur la côte gazaouie. La communication des FDI sur le début des opérations de pompage en janvier 2024 a entraîné les premières redditions en masse peu de temps après, démontrant ainsi au moins son efficacité psychologique et opérationnelle.

Enfin, le développement de « bombes éponges » représente une alternative aux précédents procédés. Ce système à base de mousse expansive serait capable de remplir et de condamner des zones de plusieurs dizaines de mètres cubes en quelques secondes, de manière à rendre les tunnels définitivement inutilisables et est, en outre, ininflammable, résistant à l'eau et aux produits chimiques.

Le conflit Israël-Gaza, laboratoire de la guerre urbaine

Le *lawfare*⁴ en soutien de l'*urban warfare*

L'un des défis majeurs de Tsahal, opérant dans un milieu spécifiquement urbain, est la nécessité de préserver la vie des civils tout en poursuivant ses objectifs militaires. Les combattants doivent constamment naviguer dans un paysage où les infrastructures civiles vitales, telles que les écoles, les hôpitaux et les habitations, sont étroitement intriquées avec des positions militaires ennemies. Le Hamas n'hésitant pas à colocaliser ses infrastructures avec des lieux protégés par le droit de la guerre⁵, les FDI doivent en permanence collecter du renseignement extrêmement précis tout en assurant une communication minutieuse à l'issue des frappes.

Prenant en compte le besoin de se protéger contre les accusations de crime de guerre dans un environnement opérationnel sensible, Tsahal peut compter sur l'unité *Hapraklitut hatzvait* (ou *Military Advocate General* – MAG)

4 Le *lawfare* désigne l'utilisation du droit visant à établir, pérenniser ou renverser un rapport de force dans le but de contraindre un adversaire. Il peut aussi être entendu comme l'utilisation du droit comme une arme durant un conflit.

5 Fin octobre, les FDI accusaient déjà le Hamas d'abriter des tunnels sous l'hôpital Al-Shifa, plus important hôpital de l'enclave palestinienne. Ces accusations ont été démenties par le groupe islamiste.

composée de juristes qui conseillent l'état-major et justifient l'emploi de la force conformément au droit des conflits armés. L'ancien chef de la branche internationale du MAG, Ahaz Ben Ari, déclarait dans une conférence à Tel Aviv en 2007 : « *notre travail est de laisser l'armée opérer* ⁶ ». Le largage de tracts ou les envois de SMS détaillant les zones à évacuer avant un bombardement, ainsi que la méthode du *roof knocking*, consistant à larguer une charge légère ou inerte sur le toit d'un immeuble pour prévenir de sa future destruction, sont autant de techniques qui illustrent de quelle manière Tsahal a intégré dans ses opérations la particularité de la zone urbaine qui plus que tout autre amène à combattre au milieu de la population.

La concrétisation du plan *Momentum*

En 2019, les FDI présentent deux documents majeurs. D'un côté, l'*Operational Concept for Victory* détaille la menace qui pèse sur le pays et les axes principaux de développement des armées. De l'autre, le *Momentum Plan*⁷ est le plan pluriannuel qui cadre les investissements capacitaires sur les cinq années à venir.

Après des années de réduction des coûts, l'effort est désormais porté sur l'amélioration de la capacité du renseignement militaire à localiser des cibles en territoire ennemi, l'équipement des soldats de Tsahal avec des armes et du matériel de meilleure qualité et en plus grand nombre ainsi que sur l'approche multi-milieus / multi-champs (M2MC).

Lors de cette opération, Tsahal a engagé dans la bande de Gaza son unité 888 *Refaim* (« fantôme » en hébreu), autrement appelée *Multidimensional Unit*. Cette unité interarmées, constituée d'éléments d'infanterie, de cavalerie blindée, de génie, de renseignement et d'aviation, allie les techniques de combat traditionnelles avec l'expérimentation de nouvelles technologies. Ses membres ont ainsi pu tester en situation des nouveaux protocoles de boucle renseignement-feux impliquant des drones et des munitions de précision. Véritable unité intégratrice du M2MC, elle a pour ambition d'éclairer Tsahal sur la guerre de demain et de préfigurer la structure opérationnelle de celle-ci, ses procédures tactiques et sa trajectoire capacitaire.

6 Cité par A. Cohen, « *Legal Operational Advice in the Israeli Defense Forces: The International Law Department and the Changing Nature of International Humanitarian Law* », Connecticut Journal of International Law, vol.26, n° 2, 2011, p. 382-383.

7 <https://www.idf.il/en/mini-sites/dado-center/vol-28-30-military-superiority-and-the-momentum-multi-year-plan/going-on-the-attack-the-theoretical-foundation-of-the-israel-defense-forces-momentum-plan-1/>.



L'unité *Refaim* est une unité interarmées préfiguratrice du combat futur.
© Israel Defense Forces. Source : www.timesofisrael.com.

Si les autorités israéliennes peuvent indiquer fin novembre 2023 avoir frappé plus de 15 000 cibles en 35 jours, elles doivent en partie ce bilan à un programme informatique couplé à une intelligence artificielle (IA). *Habsora* (« Évangile » en hébreu) représente une « usine à cibles » capable de traiter des masses de données très hétérogènes issues de renseignement d'origines diverses en vue d'identifier les cibles potentielles de la campagne de ciblage, mais aussi d'estimer à l'avance les dommages collatéraux, dont le nombre de civils, afin de procéder au tir ou de le reporter. Ce programme semble avoir été développé par l'unité 8200, à l'origine d'autres programmes tels qu'*Alchemist* (facilitant les tirs de contrebatterie en cas d'attaque visant le territoire israélien), *Depth of Wisdom* (logiciel de cartographie des sols et des sous-sols de la bande de Gaza) ou *Fire Factory* (qui génère en temps réel des plans de frappe par avions et par drones, en fonction du type de cible).

Enfin, la préparation opérationnelle des unités de Tsahal a été largement tournée vers le combat en zone urbaine depuis la création en 2006 du *Urban Warfare Training Center*⁸, centre d'entraînement spécialisé offrant la possibilité de manœuvrer jusqu'au niveau d'une brigade interarmes. Ayant

8 <https://www.idf.il/en/mini-sites/training-and-preparation/urban-warfare-training-center-simulating-the-modern-battle-field/>.

parfaitement analysé leurs menaces et leur potentielle zone d'engagement, les FDI ont ainsi pu se familiariser avec l'environnement de la bande de Gaza jusqu'aux plus petits échelons, par le biais de manœuvres interarmes réalistes.

Grâce à cette approche doctrinale, reposant sur le différentiel technologique et la connaissance de la zone d'opérations, les FDI n'ont subi qu'un taux de pertes somme toute modeste (Tsayal annonce avoir perdu 263 soldats à la date du 29 avril 2024), au regard d'un engagement d'ampleur dans une zone urbaine valorisée depuis plusieurs années par l'adversaire.

Article écrit par
la Mission de Défense
Française à Kiev

LA BATAILLE D'AVDIÏVKA

La prise d'Avdiïvka par les forces armées de la fédération de Russie, entre 2023 et 2024, est un évènement riche d'enseignements dont doit pouvoir profiter l'armée de Terre pour se préparer au combat en zone urbaine. Cet article se propose donc d'offrir une description précise de cette bataille pour comprendre les invariants du combat en zone urbaine à l'image du nombre élevé de pertes humaines et matérielles ainsi que les nouvelles caractéristiques telles que la transparence du champ de bataille et la puissance de feu, toutes deux accrues par les évolutions technologiques.

Avdiïvka constitue entre 2014 et 2022 un point focal de l'affrontement entre les séparatistes pro-russes et les Forces armées ukrainiennes (FAU). Brièvement prise par les séparatistes en 2014, elle est restée sous contrôle ukrainien jusqu'au 17 février 2024. À proximité immédiate de Donetsk, capitale de la République Populaire autoproclamée du même nom, elle a été le théâtre de combats quasi permanents mais statiques depuis 2014. À l'automne 2023, les FAFR¹ décident de conquérir Avdiïvka, marquant la fin de la contre-offensive ukrainienne entamée en juin. Les FAFR cherchent ainsi à obtenir une victoire à la fois symbolique et qui leur permette de reprendre l'initiative pour conquérir la partie de l'oblast de Donetsk encore sous contrôle ukrainien. Du 8 octobre 2023 au 18 février 2024, les combats se concentrent pour majeure partie en dehors et aux abords de la ville. Après Bakhmout, il s'agit d'une nouvelle bataille d'usure remportée par des Russes, dont la supériorité en termes de feux et de ressource humaine et de matériel permet de vaincre des défenseurs ukrainiens pourtant installés sur des points particulièrement bien valorisés.

¹ Forces armées de la Fédération de Russie.

Pourquoi lancer une offensive majeure pour conquérir une localité ?

La bataille d'Avdiïvka constitue un évènement clé dans la conduite de la guerre. **Elle met en lumière et acte l'échec de la contre-offensive ukrainienne de l'été 2023.** Elle constitue donc un moment de bascule qui voit la perte d'initiative des FAU au profit des FAFR. Comprendre l'importance de cette bascule nécessite de revenir sur quelques grandes phases de la guerre russo-ukrainienne.

À l'automne 2022, les FAU créent la surprise en menant une contre-attaque victorieuse. Elles libèrent de grands espaces du pays et forcent alors les FAFR à se réarticuler sur des positions plus faciles à défendre. Dans le nord de l'Ukraine, les troupes russes sont chassées de villes comme Izioum, Sloviansk et Koupiansk. Dans le Sud, le long du Dniepr, sous la pression ukrainienne, les FAFR décident d'évacuer Kherson (seule capitale d'oblast qu'elles étaient parvenues à conquérir), et de réaligner tout leur dispositif sur la rive gauche du Dniepr, de l'embouchure du fleuve jusqu'à la centrale nucléaire de Zaporijjia, à Energodar. Il s'agit, pour la Russie, d'un nouveau revers après l'évacuation des abords de Kiev au printemps 2022.

Après ce revers infligé par les FAU, les FAFR décident la mise en place au cours du premier semestre 2023 d'une ligne de défense sur toute la longueur du front, la ligne Sourovikine, qui vise à sécuriser le terrain conquis depuis le début de l'invasion. À la faveur de difficultés matérielles des FAU qui attendent les livraisons d'armement occidental pour reprendre les opérations offensives, les FAFR réalisent des travaux d'ampleur de valorisation du terrain. Appliquant une doctrine défensive héritée de l'Armée rouge, sur près de 1000 km de long, les Russes créent un réseau défensif particulièrement dense de deux à trois lignes de défense, composées chacune, sur 5 à 10 km de profondeur, de bandes minées, de dents de dragons et de tranchées.

Le 4 juin 2023, lorsque les FAU lancent leur contre-offensive annoncée depuis des mois, elles ont déjà sans doute perdu leur course de vitesse contre les défenseurs russes. Les autorités ukrainiennes mettent même en cause leurs partenaires occidentaux dont les hésitations et les délais de mise en place effective de l'aide promise ont fait perdre des semaines précieuses. Malgré les difficultés prévisibles, les FAU se lancent à l'offensive, dans de multiples directions, pour tenter de percer le front. Après une première phase visant à tester le dispositif russe, les FAU prennent la décision de porter l'effort principal dans l'oblast de Zaporijjia. L'objectif stratégique est alors de rompre la continuité territoriale entre la Russie et la Crimée en cherchant à rejoindre Mélitopol, 80 km plus au sud. Les FAU conquièrent le village de Robotine mais se retrouvent rapidement engluées dans les mines et les obstacles de la première ligne de défense russe battue par les feux et où les drones

sont omniprésents. Au cours de la contre-offensive, les FAU sont parvenues, au mieux, à progresser de 7 km à l'intérieur du dispositif russe au prix de pertes significatives en matériel et en effectif. À l'automne, l'échec de la contre-offensive se dessine. Les FAU piétinent aux abords de Robotine sans parvenir à relancer leur élan vers le Sud, notamment faute d'un appui aérien suffisant. Les FAU ne parviennent pas à générer des rapports de force locaux favorables ni quantitativement, ni qualitativement.

Au cours du mois d'octobre, l'initiative change de camp. Les FAFR ont su absorber et briser l'élan ukrainien. Le 7 octobre, elles lancent la bataille d'Avdiïvka, qui marque de fait la fin de la contre-offensive ukrainienne. Les FAU passent d'une posture offensive à une posture défensive. Le choix est fait de défendre Avdiïvka à tout prix pour ne pas perdre une deuxième ville majeure après celle de Bakhmout. Les FAU sont contraintes de réaliser des bascules d'effort vers ce secteur et notamment aux dépens du secteur de Robotine.

Pourquoi les FAFR font-elles le choix d'une offensive en localité, et pourquoi à Avdiïvka ? Sur la ligne de front depuis 2014, Avdiïvka constitue un symbole de la résistance ukrainienne au séparatisme depuis 2014 et à l'invasion à grande échelle depuis 2022. Avdiïvka était avant la guerre une ville industrielle de 35 000 habitants. Prise brièvement par les séparatistes en 2014, la ville repasse sous le contrôle des FAU le 30 juin 2014 et devient de fait, comme Marioupol, l'une des villes emblématiques du front. Par sa position géographique, elle met la ville de Donetsk, située à 15 km, à portée

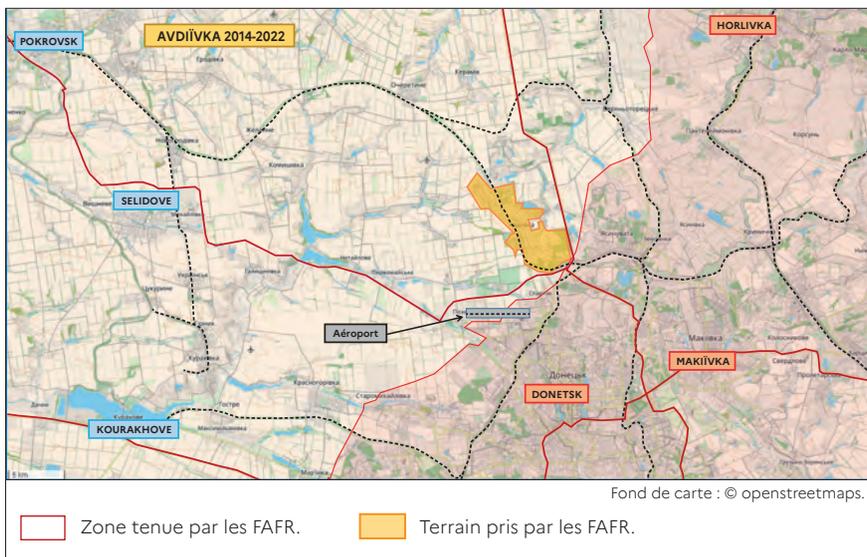


Figure 1.

de l'artillerie des FAU. À partir de mars 2016, les FAU fortifient la ville qui est l'objet d'attaques régulières. En janvier et février 2017, la ville est ainsi privée d'électricité et de chauffage pendant de nombreux jours. La population descend alors à 5 000 personnes.

La ville d'Avdiïvka s'étend du nord-ouest au sud-est sur environ 10 km, pour une largeur d'environ 4 km. Traversée par une voie ferrée du nord au sud, elle est bordée à l'est et au sud par deux autoroutes qui constituent des barrières protégeant la ville. Au nord-est, un teruil (12) surplombe la ville. On retrouve, dans la configuration d'Avdiïvka les différents types de zone représentés au CENZUB à Sissonne.

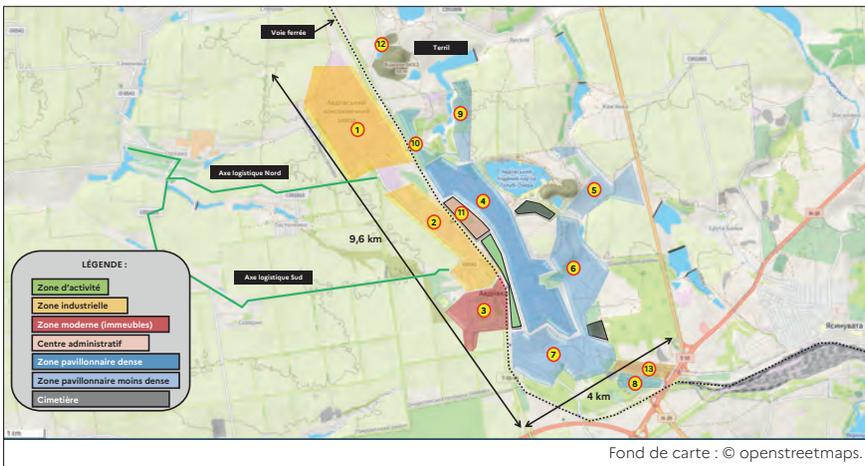


Figure 2.

La place forte d'Avdiïvka était dotée des infrastructures de défense les plus importantes de l'ensemble du front, avec une ceinture de trois lignes de défense, comprenant des positions défensives et des souterrains aménagés en profondeur. La cokerie (1), également particulièrement valorisée, rappelle l'usine Azovstal à Marioupol, dans laquelle s'était retranché le bataillon Azov en 2022. Cette dimension, combinée à un fort esprit de résistance, a permis aux Ukrainiens de tenir bien au-delà des prévisions à partir de l'attaque de l'automne 2023.

La conquête des abords, un no man's land intenable

Les 7 et 8 octobre, les FAFR lancent leur offensive vers Avdiïvka. Des frappes massives sont délivrées sur la ville.



Figure 3.

Les FAFR cherchent en vain à réaliser l'encerclement de la ville par le nord-est et le sud. Les blindés FAFR, canalisés sur des itinéraires uniques du fait de la densité du minage, subissent des pertes élevées. D'octobre 2023 à janvier 2024, les Russes ne progressent presque pas autour de la ville. La zone entre Krasnohorivka et Stepove (12) (cf. figure 4) se transforme en cimetière de blindés russes. Des combats se déroulent quasiment quotidiennement dans les villages de Stepove (nord d'Avdiïvka) et Severne (ouest d'Avdiïvka). Pris et repris tour à tour par les Russes et les Ukrainiens, dans un mouvement de va-et-vient incessant, ces villages en ruines sont difficilement tenables en raison de l'omniprésence de drones d'observation.

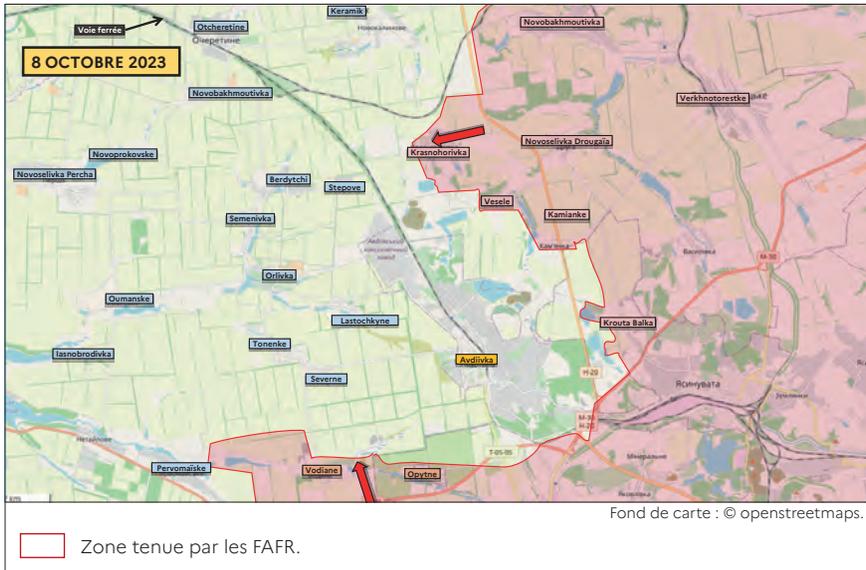


Figure 4.

Ne pouvant parvenir à boucler la ville, les FAFR cherchent à mettre en œuvre un « encerclement opérationnel », qui consiste à battre par les feux les zones ne pouvant être conquises ou tenues. Les FAFR visent alors deux objectifs principaux en employant au mieux leur supériorité des feux ainsi que l’ascendant obtenu dans le domaine des drones (FPV² et observation) :

- **Les axes logistiques** : la garnison ukrainienne dépend de deux axes logistiques la reliant à l’Ouest et notamment au nœud logistique de Pokrovsk.
- **L’artillerie ukrainienne** : les FAU sont peu à peu contraintes à reculer leur artillerie vers le Nord-ouest.

Les 47^e et 110^e brigades mécanisées ukrainiennes se trouvent ainsi de plus en plus isolées au sein de la localité.

Résolu à défendre la ville, et ayant conscience de la concentration des efforts russes dans le secteur, le commandement ukrainien décide de réaliser des bascules d’unités en direction d’Avdiivka. Leur mission est notamment de mener des contre-attaques autour d’Avdiivka afin d’alléger la pression sur les unités tenant la ville. Cette décision marque de façon claire la fin de l’offensive ukrainienne, notamment dans le secteur de Robotine. Des combats sont menés dans le secteur de Keramik, au nord de la voie ferrée.

2 First Person View : drones guidés par un pilote équipé d’un masque le plaçant en vue subjective.

Par ailleurs, les FAU cherchent également à mettre à mal la logistique russe et frappent les itinéraires à l'est d'Avdiïvka. Des ponts sont détruits, toutes les concentrations d'unités à proximité du front sont recherchées puis frappées.

La prise de la ville

Concentrés pendant plusieurs semaines sur la conquête des abords, les FAFR finissent par prendre la ville d'assaut appuyées notamment par des frappes massives de bombes planantes qui accélèrent sa chute.

Devant l'ampleur des pertes (plus de 200 véhicules détruits), les FAFR mènent des assauts d'infanterie débarquée, avec des taux de pertes estimés par les observateurs à 60 % lors de certaines attaques.

Au nord, le 27 octobre, la prise du terril (12) par les Russes, extrêmement consommatrice en hommes, leur permet d'approcher et de dominer la ville, sans pouvoir encore prendre pied dans la zone urbaine. Le franchissement de la voie ferrée par les FAFR, en direction de la cokerie (1), s'avère alors encore impossible car sous le feu direct des Ukrainiens depuis l'usine.

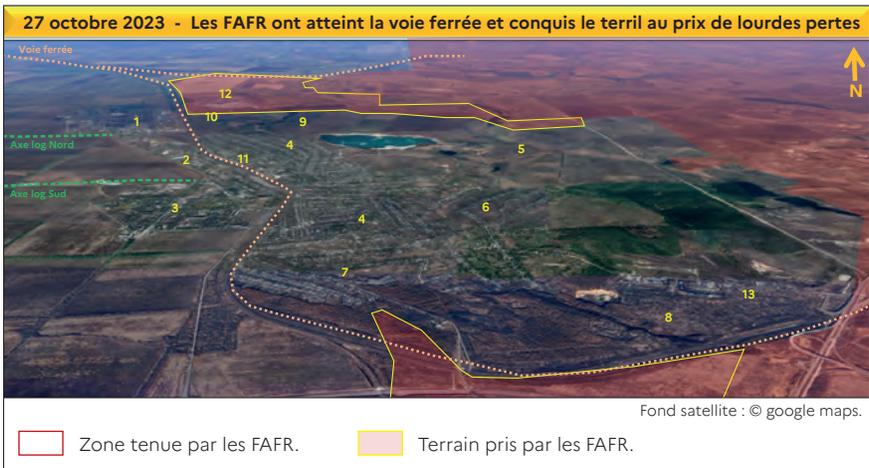


Figure 5.

Mi-novembre, les FAFR parviennent à franchir le premier rideau défensif ukrainien au sud-est, et à prendre pied dans la zone industrielle (13).



Figure 6.

Au fur et à mesure des semaines, les frappes de bombes planantes s'intensifient sur la ville. Les FAFR utilisent le potentiel ukrainien, sans considération pour leurs propres pertes. En janvier, les FAFR pénètrent dans la zone pavillonnaire nord (9).

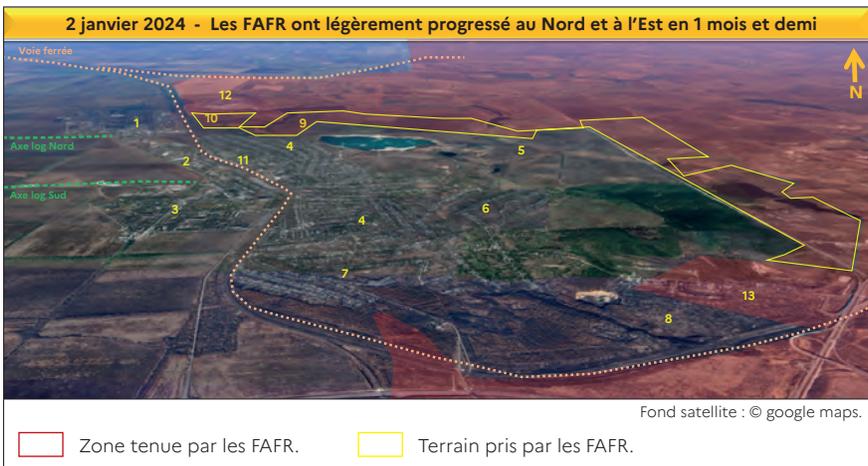


Figure 7.

Une attaque surprise, en empruntant un tunnel, permet aux FAFR de prendre pied dans une zone pavillonnaire (8).



Figure 8.

Peu à peu, les troupes ukrainiennes perdent leur liberté d'action dans et en dehors de la ville. Au cours des mois de janvier et février, l'emploi de bombes planantes s'intensifie. Les combats dans la ville sont intenses mais les troupes ukrainiennes sont principalement retranchées dans des souterrains, à l'abri des bombes planantes. Les FAFR maintiennent le dernier axe logistique disponible sous un feu quasi permanent.

Le 4 février, à la faveur du brouillard, les FAFR mènent une action décisive et pénètrent dans la zone pavillonnaire dense par le Nord (de **(9)** à **(4)**). Ceci accélère la désagrégation du dispositif défensif ukrainien. L'axe logistique nord devient quasiment impraticable pour les FAU.



Figure 9.

À partir du 8 février, le Président Zelenski procède à un remaniement dans le haut-commandement qui commence par le remplacement du commandant en chef des Forces armées ukrainiennes, le général Zaloujii, par le commandant des Forces terrestres, le général Syrski, qui était alors commandant du groupement de forces opérativo-stratégique Khortytisia (entre Koupiansk et Donetsk). Précédé par une réputation de dur, n'ayant que peu de considération voire une relative indifférence aux pertes depuis la difficile défense de Bakhmout, sa première décision de commandant en chef consiste à ordonner la rupture de contact des troupes ukrainiennes afin d'épargner un maximum de vies humaines.



Figure 10.

Le bombardement de la ville s'accroît, atteignant parfois quelques 60 bombes planantes par jour. Par ailleurs les itinéraires logistiques deviennent impraticables. Les FAU organisent donc une rupture de contact chaotique, souvent par petits groupes isolés pourchassés par des drones FPV.

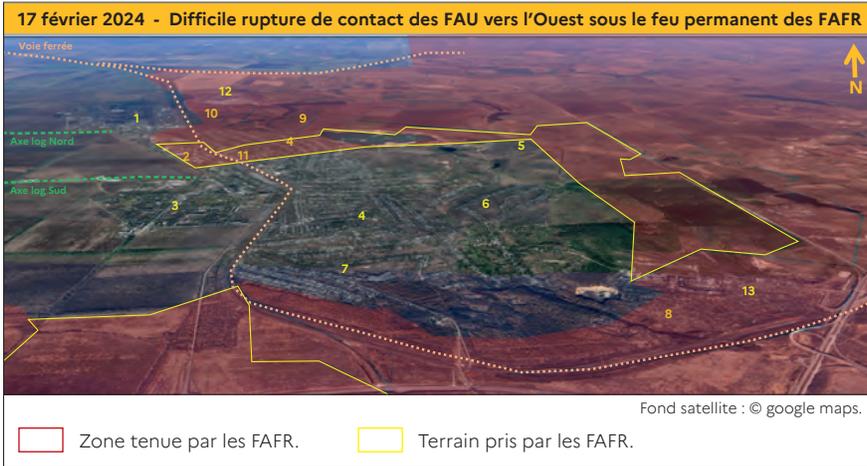


Figure 11.

L'artillerie, les forces de missiles et la 3^e brigade d'assaut ukrainiennes cherchent à appuyer tant bien que mal ces mouvements rétrogrades, notamment par des frappes de HIMARS. Très efficaces, contre les troupes débarquées russes, elles ne permettent toutefois pas de compenser la supériorité des feux des FAFR.

In fine, peu de combats ont lieu dans la ville en comparaison de la durée des combats dans les abords. Les FAFR sont parvenues à user les FAU en ne comptant pas leurs propres pertes. Les 17 et 18 février, les FAFR conquièrent assez rapidement la majeure partie d'Avdiïvka.

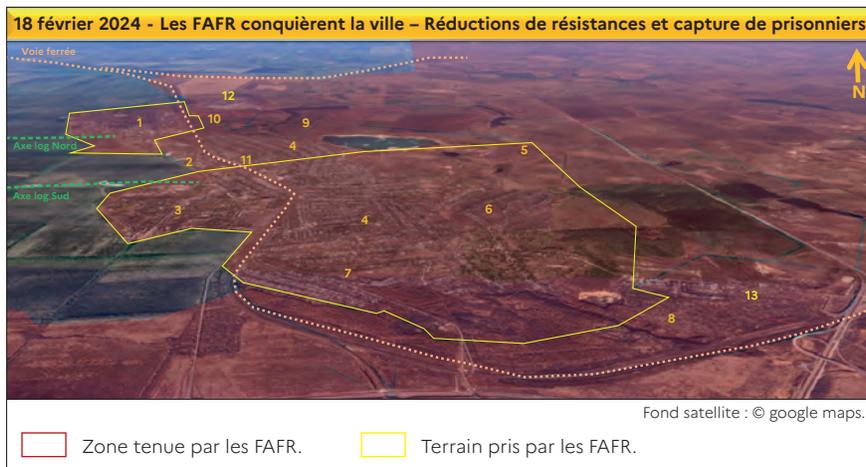


Figure 12.

À partir de ce jour, les FAU mènent un freinage efficace contre les FAFR afin de gagner des délais pour permettre l'établissement d'urgence de lignes de défense plus à l'ouest, la première entre Berdytchi et Oumanske, appuyée sur une coupure humide (cf. figure 3). La densité du minage a certes permis de retarder les FAFR mais a aussi largement contraint l'extraction des troupes amies et le mouvement rétrograde ukrainien. Au 15 avril, les FAFR ont atteint cette ligne, sans capacité de la franchir.

Quels enseignements de cette bataille ?

La bataille d'Avdiivka a mis en exergue à la fois certains invariants des batailles urbaines et des changements liés à des ruptures technologiques.

Le combat en localité est avant tout extrêmement consommateur en hommes, en matériel et en munitions. Il favorise avant tout le défenseur qui peut conserver ses positions longtemps, même en situation de rapport de force défavorable, notamment en termes de ressources, et d'appuis. Par ailleurs, la phase d'abordage de la ville constitue le moment critique au cours duquel l'assaillant se trouve particulièrement vulnérable. Globalement, la majorité des combats s'est déroulée en dehors de la ville, avec l'objectif de l'isoler de son soutien et de ses appuis. La défense s'est trouvée rapidement désorganisée une fois que l'assaillant a réussi à y prendre pied.



Figure 13.

La particularité de la bataille d'Avdiïvka réside dans deux facteurs principaux :

- **le premier est la transparence du champ de bataille.** À l'image de ce qui a émergé au cours de l'été 2023, la zone de combat est en permanence surveillée par des drones d'observation qui permettent de guider de nombreux effecteurs : artillerie, drones FPV, bombes guidées, troupes au sol. Le dispositif ami et ennemi, surtout aux abords de la ville, est relativement simple à connaître et l'incertitude ne réside plus que dans l'intention des belligérants et dans leur capacité à mobiliser les ressources nécessaires à la poursuite du combat.
- **le second est la puissance de feu déployée par l'attaquant.** Tirant partie de la supériorité aérienne et de la faiblesse de la défense sol-air ukrainienne, les FAFR ont peu à peu délivré un déluge de feu sur la ville. L'armée russe est certes déjà connue pour frapper massivement les villes avant de les investir. La nouveauté réside ici dans l'emploi intensif de bombes planantes de 250, 500 voire 1000 kg d'explosif. Les défenseurs, contraints de s'abriter dans des souterrains, n'ont pas eu les moyens de maintenir un dispositif cohérent dans la durée.

In fine, à la différence de Bakhmout, les FAU n'ont pas cherché à tenir la ville coûte que coûte. Il est néanmoins notable que l'ordre de rupture de contact a été donné tard, quand les conditions de mise en œuvre de ce retrait étaient déjà extrêmement dégradées.

Les FAFR ont consenti un réel effort pour la prise de la ville qui a de fait empêché une exploitation immédiate. Selon les estimations, de 20 à 40 000 Russes sont tombés pour la prise d'Avdiïvka, ce qui en fait une bataille plus sanglante que celle de Bakhmout.

L'effet stratégique de cette victoire russe n'est encore que partiellement perceptible. Les FAU, bien qu'affaiblies, ne se sont pas effondrées. Les FAFR poursuivent depuis le grignotage du territoire ukrainien, sans pour autant provoquer de rupture. Néanmoins, leur logique d'attrition des forces ukrainiennes pourrait, à terme, mettre les FAU en grande difficulté.



**Par le colonel
Frédéric CHAMAUD**

Le colonel Frédéric Chamaud appartient à l'infanterie de marine. Il a servi en unité opérationnelle avant d'occuper des fonctions de conception dans les domaines capacitaires et de l'entraînement des forces en France et à l'étranger. Il a notamment servi au CENZUB ainsi que comme officier de programme SCORPION-CERBERE. Il commande l'école militaire interarmes au sein de l'académie militaire de Saint Cyr Coëtquidan. Diplômé en histoire de la Sorbonne, il est un des spécialistes français du combat en zone urbaine.

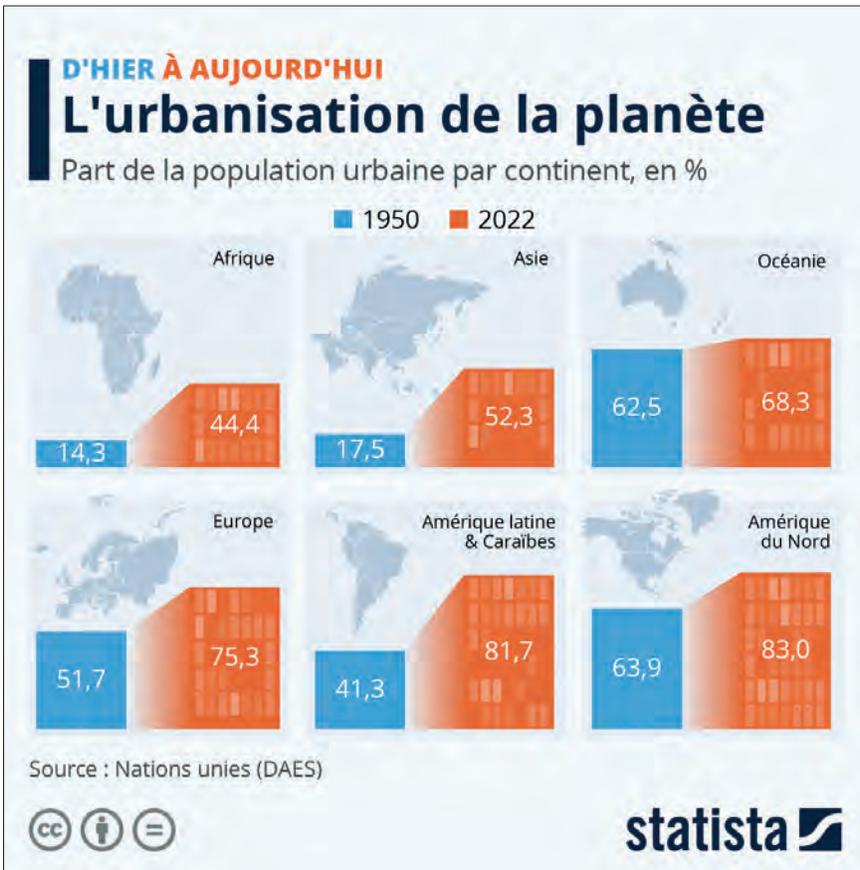
LE COMMANDEMENT DES OPÉRATIONS EN ZONE URBAINE

Le milieu urbain est cloisonné. La victoire revient à celui qui est capable de coordonner ses capacités et de synchroniser ses effets le plus rapidement. Les images des combats dans les villes ukrainiennes permettent de comprendre intuitivement la complexité du commandement des opérations en zones urbaines. Apprendre à connaître ce milieu pour améliorer la performance du commandement devient un impératif et cela d'autant plus que la révolution numérique en cours offre de nouvelles opportunités.

Le stratège chinois Sun Tzu recommande dans l'Art de la guerre (V^e siècle avant J.-C.) de « n'attaquer les villes seulement lorsqu'il n'y a pas d'autres choix, mais c'est la pire des solutions ». Pour autant, l'actualité confirme qu'il n'y a pas d'autres solutions pour contrôler un territoire et une population.

Depuis la Seconde Guerre mondiale, la population urbaine n'a cessé d'augmenter. À ce jour, 56 % de la population mondiale, soit 4,4 milliards d'habitants, vivent en ville. Cette situation est amenée à se poursuivre : selon les études de l'ONU¹, d'ici 2050, avec le doublement du nombre actuel de citadins, pratiquement sept personnes sur dix dans le monde vivront en milieu urbain soit 66 % de la population mondiale. La progression de l'utilisation des terres urbaines est supérieure de 50 % à la croissance démographique, ce qui devrait augmenter la superficie bâtie mondiale de 1,2 million de kilomètres carrés d'ici à 2030.

1 <https://www.un.org/fr/desa/world-urbanization-prospects>.



Évolution de la population urbaine mondiale entre 1950 et 2022.
<https://cdn.statcdn.com/Infographic/images/normal/26877.jpeg>

Conduire la guerre aujourd'hui et dans l'avenir, c'est donc être amené à manœuvrer dans des aires urbaines, plus ou moins denses. L'efficacité de ces manœuvres dépend de la capacité à concevoir, à planifier et à conduire des opérations, en intégrant nativement les impératifs de l'environnement urbain et cela plus rapidement que l'adversaire.

C'est pour cette raison que la formation des chefs et de leurs subordonnés doit leur permettre de connaître les spécificités du milieu urbain. Ils pourront alors mieux adapter leurs outils de commandement et optimiser les apports des technologies numériques pour surpasser leur adversaire.

Comprendre les caractéristiques d'un milieu complexe mais incontournable

Pour combattre et vaincre, il paraît évident de parfaitement connaître l'environnement dans lequel les opérations vont se dérouler mais également de comprendre comment l'ennemi y emploie ses moyens de combat. Les phases de conception, de planification et de conduite des opérations se nourrissent des conclusions « tactiques » résultant de l'étude du terrain, du temps, de l'ennemi et de ses modes d'action.

Comprendre le milieu urbain, c'est appréhender un milieu physique avec ses axes de mouvement, ses différents niveaux (au-dessus et en dessous du sol), ses réseaux (d'énergie, d'alimentation en eau), ses points clefs. Son analyse permet de discerner des tissus urbains différents et d'en déduire des types d'infrastructures distincts conditionnant différents types de manœuvres. La nature des infrastructures (industrielle, résidentielle, patrimoniale) engendre des risques (NRBC, de pertes civiles, de dommages collatéraux, de destructions de patrimoine) qui constituent autant de contraintes devant être intégrées lors du choix des modes actions. Leur densité a également un impact sur la qualité des communications, la mobilité, le renseignement ou encore le soutien des opérations.

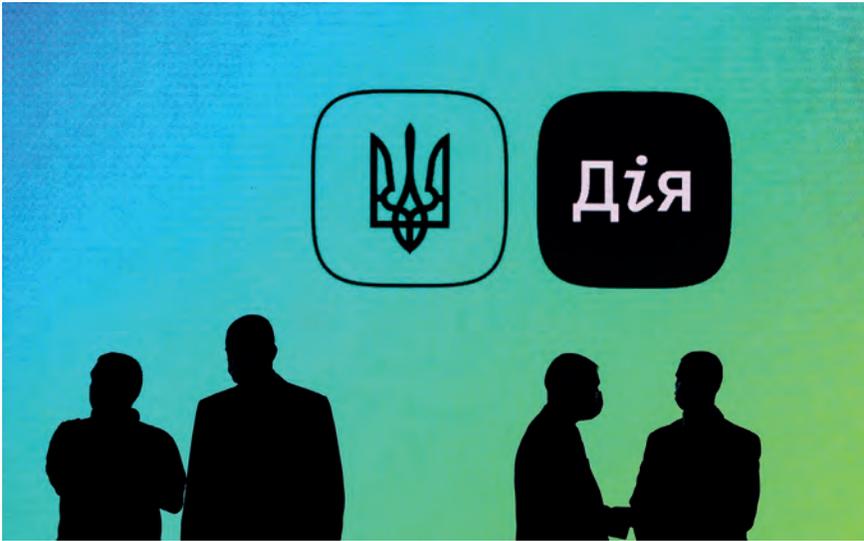
C'est enfin un environnement humain, structuré et souvent hiérarchisé. Il est indispensable de connaître les relations d'interdépendance ou de confrontation pour définir les différentes stratégies adoptées par les nombreux acteurs institutionnels, religieux, politiques, économiques et criminels. Sans oublier les acteurs médiatiques dont l'influence peut s'exercer à distance et en temps réflexe.

Un milieu particulièrement propice au développement de nouvelles capacités...

La densité de population des zones urbanisées s'accompagne d'un développement technologique quantitatif et qualitatif de très grande ampleur. Les individus mais également les institutions ou les entreprises sont tous « connectés ». Les « *Smart cities* » sont aujourd'hui une réalité, elles fourmillent de moyens d'action dans les champs immatériels. En Ukraine, l'hyper connectivité permet par exemple à chaque individu de prendre part à un processus de ciblage. L'application « Diia » initialement conçue pour faciliter la vie des citoyens a été militarisée par ses développeurs ukrainiens².

² <https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-la-resistance-ukrainienne-passe-aussi-par-le-numerique-86736.html>.

Les Ukrainiens peuvent désormais soumettre des photos et des vidéos géolocalisées de matériels ou d'installations militaires russes, mais aussi signaler des personnes «suspectes». Les données recueillies sont ensuite regroupées sur une carte synthèse à des fins de renseignement et de ciblage.



L'application Diia.
Source : <https://assets.bwbx.io>.



Smart cities. © AdobeStock/krunja.
Source : <https://stock.adobe.com>.

...et à l'implantation des postes de commandement

Les opérations modernes montrent que les postes de commandement (PC) sont des cibles de choix, très vulnérables aux moyens de détection et de destruction actuels. En zone ouverte, même boisée, il paraît très difficile de camoufler et de défendre un PC (camouflages visuels, analyse d'image, capteurs thermiques, capteurs électromagnétiques, ...). L'implantation dans les zones urbanisées montre en revanche de nombreuses opportunités.

Le choix de l'implantation et de l'organisation d'un PC sont conditionnés par : la mission, l'ennemi, le terrain, la météo, les moyens humains et matériels disponibles, le temps disponible et l'environnement civil. Il faut cependant considérer la menace permanente et coordonnée que représentent les drones, les capacités de tirs indirects (longue portée) ainsi que l'emploi de la guerre électronique.

L'espace urbain permet d'envisager l'implantation du PC dans des espaces enterrés ou souterrains. Ces derniers permettent la dissimulation d'une grande partie des sources de rayonnement électromagnétique mais également des sources de chaleur.

La protection vis-à-vis de l'observation directe par des capteurs terrestres, aériens ou spatiaux est également assurée.

La présence de population civile doit être appréhendée avec précautions car celle-ci peut devenir une source de compromission (volontaire ou non) et révéler la présence du PC. Il est impératif de respecter le droit des conflits armés et de ne pas utiliser les abris dédiés à la protection de la population. Les bâtiments publics géo-référencés sur les applications de cartographie grand public doivent également être évités car ils seront prioritairement ciblés par l'ennemi.

Le soutien nécessaire à un PC (mouvement de véhicules de ravitaillement) constitue une source de détection supplémentaire. Cela encourage à renforcer les capacités de fonctionnement autonome des PC. Tout cela doit s'accompagner d'une stricte discipline individuelle et collective permettant de réduire la signature électromagnétique à sa plus simple expression. Il est même souhaitable de mettre en œuvre des mesures de déception fondées sur la génération de rayonnements électromagnétiques par des PC « fantômes » placés de façon suffisamment crédible pour attirer les moyens d'identification de l'adversaire et inciter ce dernier à l'emploi de ses capacités de destruction.

Capitaliser sur des atouts essentiels dans un milieu abrasif, ...

La performance du commandement est un des facteurs de supériorité opérationnelle identifié par les armées³. La part de cette performance reposant sur des capacités technologiques a tendance à s'accroître. Cependant, celle reposant sur le facteur humain, sur la figure du Chef, demeure bien présente. Quel que soit le nombre de soldats à commander et l'environnement auquel le chef se trouve confronté, l'efficacité de son unité reste conditionnée par 1) sa capacité à identifier l'essentiel d'une situation générale complexe et 2) à prendre des décisions rapides en acceptant une certaine part d'incertitude.

En zone urbanisée plus qu'ailleurs, du fait du cloisonnement créé par l'infrastructure tant aérienne que souterraine, les unités subordonnées peuvent très facilement se retrouver isolées. Elles sont plus exposées à la perte de liaisons et donc à l'absence d'appui, de point de situation mais aussi à l'incertitude lorsqu'une opportunité tactique se présente. L'isolement peut également être physique, ce qui a pour effet de ne plus pouvoir bénéficier du soutien logistique ou de l'évacuation des blessés.



*Modern war institute, West Point. © Yuriikochubey, via depositphotos.com.
Source : <https://mwi.westpoint.edu>.*

Pour pallier cet isolement, la méthode française de conception des ordres offre des avantages notoires. Cette méthode de réflexion tactique et de rédaction des ordres est fondée sur « l'effet majeur » : la condition

³ <https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/terre/Action%20Terrestre%20Future.pdf>.

garantissant le succès de la mission. Ainsi, le chef, quel que soit son niveau, connaît l'intention de son supérieur mais surtout ce qui doit être réalisé prioritairement pour garantir le succès de sa mission, il peut donc décider et prendre à son niveau toutes les initiatives nécessaires à la réussite de celle-ci.

Cette méthode permet donc de commander par subsidiarité aux différents échelons de commandement ce qui n'enlève rien au besoin de coordination et de synchronisation des moyens. Pour le niveau supérieur cela impose une agilité particulière. Il s'agit de faire évoluer l'organisation du commandement pour répondre d'une part à une augmentation ponctuelle du nombre de subordonnés et d'autre part une capacité d'analyse et de synthèse accrue pour obtenir une vision d'ensemble claire de la situation tactique.

Par ailleurs, l'extension de la conflictualité aux champs cyber et informationnels renforce la complexité des opérations par un besoin de synchronisation des opérations multi-milieux multi-champs. En apparence cette situation semble apporter une lourdeur et des impératifs de centralisation contre nature pour le commandement des opérations en zones urbaines, mais en réalité il s'agit de formidables opportunités à saisir pour opérer une révolution des systèmes et méthodes de commandement et potentiellement de compenser des faiblesses conjoncturelles.

Remporter la victoire en zone urbaine, va au-delà de la maîtrise des techniques individuelles pour s'emparer d'un bâtiment. Celui qui remportera la victoire aura non seulement réussi à coordonner les feux et les mouvements de ses troupes à l'endroit décisif mais également à parfaitement synchroniser les effets informationnels et cyber avec la manœuvre.

...afin de mieux maîtriser les opportunités de la révolution numérique

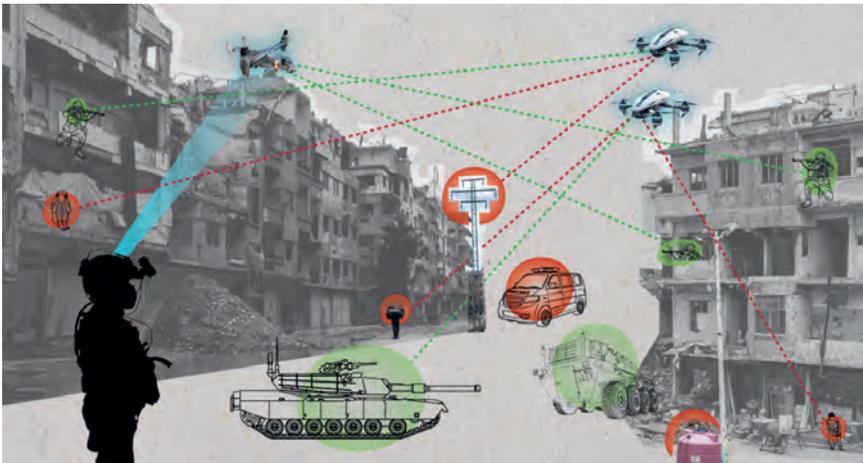
L'accès aux données révolutionne la manière de faire la guerre en plaçant son centre de gravité sur la capacité à partager l'information⁴. Dès lors, la conquête de la supériorité cyber et numérique devient un enjeu majeur. En particulier lorsqu'il s'agit d'opérations au cœur des zones urbanisées par essence ultra connectées.

La technologie numérique permet d'analyser des flots massifs de données, de les analyser afin de transmettre les bonnes informations, voire d'élaborer les ordres de coordination et de synchroniser des effets. La performance du commandement peut ainsi être améliorée en créant, par exemple, des bases de données accessibles à distance. Il est alors possible pour un PC d'avoir

4 <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=593&cidcahier=1320>.

accès à un grand volume d'information et de les partager en temps réel avec de multiples acteurs. Cela rend possible la réduction de l'encombrement des PC par la délocalisation d'une grande partie de fonctions dont la présence sur le terrain n'est pas indispensable tout en conservant la possibilité d'associer une grande variété d'acteurs.

Des gains supplémentaires sont également attendus avec le développement de l'intelligence artificielle (IA) et la généralisation de son emploi. Elle doit permettre, à la fois, une meilleure synchronisation et une accélération des processus de conception et de décision.



Emploi de l'IA dans les opérations en zone urbaine.
Source : <https://blogs.icrc.org>.

Cette amélioration de la performance de commandement repose majoritairement sur la capacité à « maîtriser » les réseaux. L'enjeu est de disposer de réseaux sécurisés dimensionnés pour permettre un échange fluide de données du niveau brigade (N3) au niveau section (N6). À titre d'exemple, il est possible de voir combien les connexions satellitaires proposées par le réseau Starlink⁵ sont utiles pour maintenir des liaisons très haut débit en milieu dégradé. De plus, elles permettent d'améliorer la mobilité des PC par l'allègement des moyens de connexion et par le gain de temps que cela représente par rapport à des connexions classiques.

5 https://www.lemonde.fr/en/economy/article/2022/12/28/how-starlink-s-satellite-constellations-are-changing-war_6009472_19.html.



Terminal Starlink mis en œuvre sur le théâtre russo-ukrainien
Source : <https://cdn.defenseone.com>.

Avec le retour de la guerre haute intensité, les zones urbanisées semblent s'imposer comme l'environnement privilégié dans lequel il est possible de remporter la décision. Il est donc primordial de considérer désormais ce milieu comme le plus probable et de développer davantage l'ensemble des atouts permettant aux structures de commandement de s'adapter. Parmi ces atouts, les plus prometteurs sont ceux que laisse entrevoir la révolution numérique et cyber. Ils doivent être envisagés en conservant à l'esprit l'importance de l'incarnation de la figure du chef et la part de facteur humain devant être préservée dans des processus automatisés voire autonomes.

LIBRES

RÉFLEXIONS



Tank détruit dans une petite ville ukrainienne.
© Misu/AdobeStock.





**Par le chef d'escadron
Alexandre PELLERIN**

Le chef d'escadron Alexandre Pellerin est saint-cyrien et officier de l'arme du Train. Il a servi au 1^{er} régiment du Train parachutiste (1^{er} RTP) en tant que chef de peloton livraison par air, puis à l'European Air Transport Command (Pays-Bas) comme officier de liaison spécialiste des techniques aéroportées avant de prendre le commandement de l'escadron de commandement et de logistique du 1^{er} RTP. Il a été projeté au Mali en 2013 et en 2014 en tant qu'adjoint puis chef du détachement de transit aérien (DÉTIA) et au Niger en 2019 comme adjoint du chef du centre de coordination interarmées des transits, transports et mouvements (CCITM). Il a enfin servi à l'institut des hautes études de défense nationale (IHEDN) au sein du département des affaires internationales. Le CEN Alexandre Pellerin est actuellement en scolarité à l'école de guerre - Terre.

DRONES AÉRIENS DE TRANSPORT LOGISTIQUE. QUELLES PERSPECTIVES ?

Si les premiers prototypes de drones aériens ont été développés dès 1916, les développements technologiques de ces 30 dernières années leur permettent aujourd'hui d'assumer de nombreuses missions : renseignement, reconnaissance, bombardement, etc. Cet article se propose d'étudier une utilisation des drones encore peu explorée : le transport logistique. Malgré des technologies qui ne sont pas encore pleinement matures (charges offertes en deçà de 200 kg), les drones aériens de transport logistique offrent des options réactives et agiles dans des cadres d'emploi précis : milieux cloisonnés ou denses, mise en place dans la profondeur, dispersion (discontinuité du front) ou encore livraison d'urgence.

Malgré un sentiment de relative nouveauté, le premier drone volant a été développé dès 1916 par l'ingénieur anglais Archibald Low. Son projet, nommé *Aerial Target*, définit clairement l'objectif poursuivi : mettre au point un avion-cible permettant aux pilotes de s'entraîner au tir.

Côté français, le capitaine Max Boucher, grâce aux travaux préalables d'Octave Détable, débutés en 1894, réussit à faire voler un avion Voisin, sans pilote à bord, en juillet 1917. L'intérêt de la France est alors différent de son allié britannique : mener des actions de reconnaissance et de bombardement sans pilote, afin d'économiser des vies. Le capitaine Boucher, aidé de l'ingénieur Maurice Percheron, réussit à mettre au point le premier drone français

stricto sensu en 1923 (en 1917 un avion piloté accompagnait le « drone » par liaison filaire), mais l'armée se désintéresse du sujet et en 1924, les crédits sont coupés.

Si les États-Unis développent également des aéronefs sans pilotes dès le début du XX^e siècle, il faudra attendre les années 1990 pour voir l'essor du drone grâce au développement des technologies de communication et du système GPS. Des drones vont alors assumer une fonction inédite, puisque en 2001, un *Predator* américain tire avec succès un missile antichar *Hellfire* lors d'un essai en vol. Aujourd'hui, les drones aériens font l'objet de nombreux articles dans leur association avec l'artillerie, s'appuyant tout particulièrement sur les retours d'expérience du Haut-Karabagh et de l'Ukraine.

Une autre utilisation des drones est souvent évoquée mais encore très peu exploitée : le transport logistique. La doctrine interarmées d'emploi des systèmes de drones aériens en opérations d'avril 2020 y fait ainsi référence : « Dans les années à venir, de nouvelles charges utiles seront mises en service comme par exemple des systèmes de Guerre électronique (GE) [...] ou encore une capacité de transport de fret logistique ou sanitaire, que le drone pourra déposer au plus près du militaire engagé ». Cet article se propose d'en explorer les perspectives d'emploi en fonction des capacités réelles de ces aéronefs, évitant la tentation d'intégrer une technologie uniquement parce qu'elle existe. Si les drones ne représentent pas une rupture technologique capable d'emporter la décision tactique, ils offrent cependant des capacités intéressantes en termes d'agilité et de réactivité qui méritent un cadrage pour un emploi optimisé. Ces réflexions pourront également orienter les industriels de défense dans leurs travaux de recherches et développement.

1 - Qu'est-ce qu'un drone aérien de transport logistique ?

Le drone aérien

Cet article se limitera aux drones aériens d'une part, de transport logistique d'autre part. En effet, l'éventail des drones aériens est aujourd'hui déjà suffisamment large pour être un sujet à part entière. Les principales caractéristiques du drone aérien sont de voler et d'effectuer des missions sans pilote à bord (mais éventuellement avec des passagers). Il peut soit être opéré à distance, soit se déplacer de manière programmée voire autonome grâce à une intelligence artificielle. Il peut s'agir d'un aéronef à voilure fixe (type aile d'avion) ou tournante (type rotor d'hélicoptère), ou d'un aéronef mixte, permettant de combiner la manœuvrabilité des hélicoptères avec l'élongation des avions. L'acronyme VTOL (*vertical take-off and landing aircraft*) est utilisé pour les drones à voilure tournante ou mixte capable de

décoller et d'atterrir verticalement. Il convient de noter que cette capacité de décollage vertical fait perdre environ 50 % de charge utile (par rapport à un aéronef équivalent disposant uniquement d'une voilure fixe), principalement à cause du poids des batteries nécessaires pour alimenter la partie « voilure tournante », gourmande en énergie. Cette capacité est cependant un élément indispensable pour limiter les impacts opérationnels de mise en œuvre en termes d'empreinte au sol (piste ou rampe de lancement) et de sécurité des vols.



Drone Elroy Air Cargo type VTOL développé par la société californienne Chaparral. Ces drones, encore en cours de développement, ont pour ambition de transporter environ 150 kg sur une distance de 400 km.
© <https://elroyair.com/>.

Le transport logistique

La focalisation sur le transport de fret répond également à une logique précise. D'une part, le transport de personnel correspond le plus souvent à des finalités opérationnelles différentes, de mise en place, et non de ravitaillement. D'autre part, la présence d'un pilote à bord d'un aéronef transportant des passagers est encore indispensable pour des raisons de responsabilité. On constate aujourd'hui les difficultés rencontrées par les voitures autonomes malgré les progrès impressionnants de l'automatisation et les milliards de dollars dépensés par les géants du secteur comme *Tesla*

ou *Uber*. Ces défis de fiabilité et surtout de responsabilité réglementaire des systèmes autonomes seraient d'autant plus difficiles à surmonter dans la 3^e dimension. Une ouverture du sujet au transport de blessés ou l'évacuation de dépouilles mortuaires serait cependant envisageable. Dans le premier cas, l'urgence primerait sur le risque d'accident. Un article paru dans l'hebdomadaire britannique *The Economist* en août 2023 indique que les forces armées ukrainiennes utiliseraient d'ores et déjà ces moyens (Malloy T400) pour extraire les blessés les plus critiques, dans des zones sous le feu, afin de leur prodiguer des soins en zone arrière. Dans le second cas, cette solution permettrait d'évacuer rapidement et dignement le personnel décédé, dont la prise en charge peut avoir un impact très important sur le moral des troupes toujours au combat. Le *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems*, publié par l'OTAN en janvier 2010, appuie cette idée : « *Rotary wing UAV can be used for logistic support of own units in remote and difficult to reach areas. In the future this might also include battlefield evacuation and extraction.* ».

Il est à noter que le commandement de la logistique des forces intègre déjà des drones pour la sûreté des zones logistiques et dans le but d'assurer des missions d'appui des unités de circulation et d'escorte (nano drones BH3 et micro drones Parrot ANAFI USA). Il existe d'ailleurs un document de doctrine dédié à « L'emploi des drones dans l'arme du Train ». La partie consacrée à la fonction « drone logistique » est cependant exploratoire.

Classification des drones

Aujourd'hui les drones sont classés principalement selon leur rayon d'action, caractéristique principale dans le cadre des missions ISR (*Intelligence/ Renseignement, Reconnaissance, Surveillance*) et bombardement qu'ils remplissent traditionnellement. La capacité d'emport est un facteur secondaire permettant l'intégration des capteurs et éventuellement des effecteurs. Ci-dessous, une classification extraite d'un rapport de la Cour des comptes publié en 2020 intitulé « Les drones militaires aériens : une rupture stratégique mal conduite », permet de mettre en lumière ce biais. Cette classification est elle-même extraite de la documentation OTAN et souligne une nouvelle fois le caractère embryonnaire de l'utilisation du drone aérien comme vecteur de transport dans la sphère militaire.

Catégorie de systèmes de drones	Poids	Rayon d'action typique	Catégorie OTAN	Exemples
Drones armables	Plus de 600 kg	>150 km (liaison satellitaire)	Frappe/ combat	Prototypes (X45, X47, Neuron)  <small>Photo © Dassault Aviation - A. Pecchi</small>
			HALE (Haute altitude longue endurance)	Global Hawk  <small>Photo © Stew Magnuson</small>
			MALE (Moyenne altitude longue endurance)	Reaper Harang Heron TP  <small>Photo © US Air Force</small>
Drones tactiques	150 à 600 kg	< à 150 km	Tactique	Sperwer Watchkeeper Patroller  <small>Wikipédia - Photo © Guillaume Menard</small>
Drones de contact	< à 150 kg	≈ 80 km	20 kg < Petit < 150 kg	ScanEagle Luna Hermes 90  <small>Wikipédia - Photo © Sir James</small>
		≈ 25 km	20 kg < Mini < 2 kg	Skylark DRAC (drone de reconnaissance au contact)  <small>Photo © Elbit Systems</small>
		≈ 5 km	Micro et Nano < 2 kg	Black Widow Black Hornet  <small>© Bloomberg / gettyimages</small>

X... : Type de drone représenté par la photo ci-contre

Orange : Segments de drones opérés par les armées françaises

Source : Cour des comptes d'après classification OTAN.

Classification OTAN des drones.

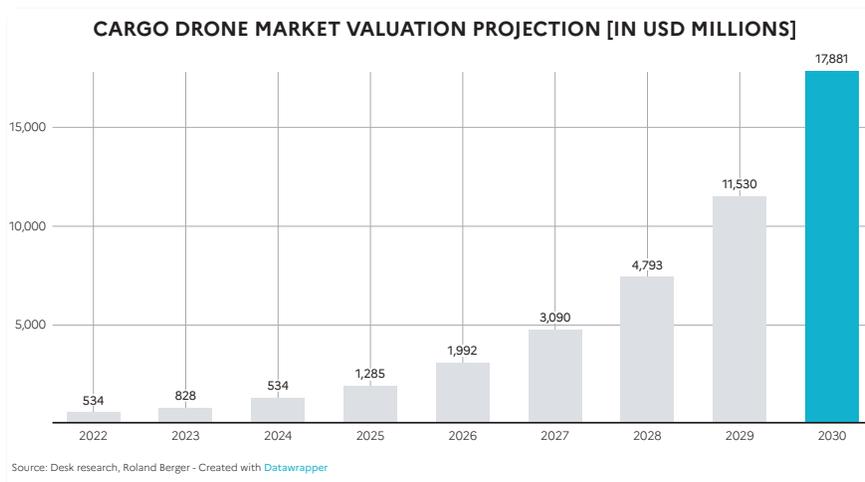
Il est à noter que si le Patroller est bien un drone tactique, sa masse est de 1,2 tonne.
<https://www.ccomptes.fr/system/files/2020-02/20200225-05-Tomel-drones-militaires-aeriens.pdf>

La colonne « poids » est à comprendre au sens « masse à vide » et n'est indiquée que pour des raisons de navigabilité. L'autorisation de survol des zones habitées est en effet fortement contrainte par cet aspect et « ne permet pas à l'armée française de mettre en œuvre ses effecteurs sur l'ensemble des camps de manœuvre », comme le souligne Benjamin Denis, chargé du programme SMDR (système de mini-drone de reconnaissance) pour Thales. On peut cependant imaginer que la finalité de transport logistique, par essence duale (civile et militaire), amènera les industriels à développer des drones répondant à des critères de certification élevés leur permettant de voler même en dehors d'un cadre strictement opérationnel.

2 - État de l'art

Dans un premier temps, malgré leur potentiel à soulever des charges de plusieurs tonnes, le recours à des ballons dirigeables peut être évacué au vu de leur grande vulnérabilité en cas d'utilisation militaire. Ensuite, les petits drones ayant une charge utile comprise entre 2 à 5 kg avec un rayon d'action de 5 à 10 km, secteur porté par les besoins d'entreprises privées comme *Uber Eats* ou *Amazon*, ont atteint un excellent niveau de maturité. Il n'en est pas de même pour les drones de capacités supérieures. Les drones existants aujourd'hui sur le marché ou en cours de développement ayant la plus grande capacité d'emport sont capables de transporter une charge utile de 150 à 200 kg sur une distance d'environ 100 à 150 km. Sur ce segment, la base industrielle et technologique (BITD) française est bien positionnée, facteur d'autonomie de notre outil de défense. On pourra citer par exemple le drone cargo DX400 de Windlair, en cours de développement, dont l'objectif est de transporter une charge utile d'environ 150 kg sur une distance de plus de 400 km. Ces 150 à 200 kilos sont à comparer au porteur polyvalent terrestre (PPLOG), camion de transport logistique principal des armées françaises, dont la capacité d'emport peut atteindre 16 tonnes ou encore la capacité des hélicoptères de transport en service dans l'armée française, de 2 à 6 tonnes.

Les capacités des drones aériens en termes de transport ne sont donc pas à ce stade révolutionnaires. Il s'agit cependant d'opportunités à saisir pour des emplois spécifiques, comme le transport en urgence de charges légères et peu volumineuses dans des zones isolées ou difficiles d'accès, qui pourront se développer au fur et à mesure de l'étoffement de la gamme. Selon une étude (voir diagramme ci-dessous), le potentiel de ce marché (civil et militaire confondus), qui représente aujourd'hui à peine 1 milliard de dollars, devrait dépasser les 17 milliards en 2030. Ces perspectives ne manqueront pas de stimuler les acteurs du marché pour proposer à moyen terme des produits plus performants.



Projection de l'évolution du marché mondial du drone aérien de transport d'ici 2030.

Pour le moment, au regard des capacités des vecteurs sur le marché ou attendus à court ou moyen terme, le recours à des drones aériens de transport logistique pourrait répondre à quatre logiques, qui peuvent naturellement se recouper : transporter un volume de ressource ne justifiant pas l'emploi d'un vecteur lourd, atteindre des unités géographiquement isolées, répondre à un haut degré d'urgence et enfin franchir les bulles *Anti-Access/Area Denial* (A2AD).

Le volume de la ressource

Si les vecteurs traditionnels (bateaux, trains, camions, avions ou encore hélicoptères), sont beaucoup plus performants que les drones aériens, ils apparaissent à l'inverse relativement surdimensionnés pour le transport de colis légers, de quelques kilos à quelques centaines de kilos. La Marine Nationale a par exemple constaté qu'environ 70 % des colis de ravitaillement transportés au sein du groupe aéronaval (GAN), groupe de combat naval articulé autour du porte-avions Charles de Gaulle, pèsent moins de 5 kg. Ainsi, au lieu de réaliser des manœuvres de rapprochement toujours périlleuses et rendant le GAN plus vulnérable, il serait plus fluide et moins risqué d'utiliser des drones pour échanger ces colis d'un navire à un autre. Les premières expérimentations menées sur un système de drone logistique de type HERCULES 20 sont encourageantes et permettent de définir une future capacité drone logistique pour la Marine Nationale. Ce même type de logique pourrait être appliqué à terre, par exemple pour transporter les prélèvements d'eau dont le service vétérinaire a besoin pour contrôler régulièrement la qualité de l'eau consommée par les troupes à des fins de sécurité sanitaire.

Ce transport d'échantillons par drone est déjà mis en œuvre par la société Biogroup, pour acheminer des tests PCR vers ses laboratoires. Cela implique bien évidemment un conditionnement adapté et une procédure permettant aux soldats d'effectuer les prélèvements eux-mêmes.

Les espaces isolés

Les milieux désertiques, montagneux ou même encore marécageux ou forestiers, sont toujours à ce jour un défi technique en termes de ravitaillement. Les armées françaises en ont fait l'expérience au Sahel et les unités qui ont participé ou participent à la mission Harpie en Guyane y ont été confrontées. L'armée populaire de libération (APL) chinoise utilise d'ores et déjà des drones logistiques afin de ravitailler certaines unités isolées dans la zone himalayenne, notamment à la frontière avec l'Inde. Cet exemple d'utilisation semble particulièrement pertinent au regard des limitations de charge utile des hélicoptères en haute altitude (le poids des équipages pourra être remplacé par une charge utile supplémentaire), du niveau de technicité que ces manœuvres exigent des pilotes et des risques liés à une météo très changeante en milieu montagneux. L'avance de la Chine dans le domaine est cependant à tempérer car si elle est un acteur incontournable sur le marché des drones militaires, la société *DJI Technology*, qui commercialise des drones civils et militaires auprès d'armées étrangères, a une offre très limitée dans le domaine du transport logistique. C'est donc un concept d'emploi qui a un fort potentiel et qui en est encore à ses balbutiements.

Livraison d'urgence

L'organisation non gouvernementale Aviation Sans Frontières (ASF), qui met en œuvre des moyens aéronautiques au profit d'autres ONG, étudie actuellement le recours à un drone aérien développé sur la base d'un avion léger, le Phaeton 600, qui dispose d'une charge utile de 160 kg. ASF espère ainsi pouvoir transporter des médicaments ou des échantillons sanguins vite et loin. Même si l'objectif pour les armées ne serait pas de recourir à un drone ayant le même type de contraintes qu'un avion, cet exemple met en lumière la pertinence du drone aérien pour livrer rapidement du matériel, évitant la perte de temps liée aux ruptures de charges. En effet, un drone type VTOL serait en mesure de collecter la ressource en un point A puis de la livrer en un point B, même si ces deux points sont isolés de toute plateforme logistique, en seulement quelques heures. Dans cette logique, des pistes d'optimisation du maintien en condition opérationnel sont envisageables. Un char ou une pièce d'artillerie en panne pourraient être remis en ordre de marche beaucoup plus vite dans le cas où la réparation nécessite une pièce disponible en zone arrière mais ne requiert pas la présence d'un expert de la maintenance pour procéder au remplacement.

Déni d'accès et interdiction de zone

Cet enjeu est devenu central en ce début de XXI^e siècle, le développement de la défense sol-air réduisant les capacités de l'aviation à l'instar de ce qui se passe actuellement en Ukraine. Si dans un premier temps, les fameux drones de fabrication turque Bayraktar ont permis aux forces ukrainiennes de frapper les colonnes russes, ces derniers ont pu rapidement réorganiser leurs batteries sol-air face à ces drones de grosse taille, se rapprochant finalement de la signature électromagnétique d'un avion. C'est la raison pour laquelle la 11^e brigade parachutiste (11^e BP) française étudie actuellement un système de planeur. Largué depuis un aéronef de transport classique, ce planeur pourrait ensuite permettre l'infiltration de matériel dans les lignes ennemies. En effet, ce dernier sera composé principalement d'aluminium et de bois, ayant ainsi une signature électromagnétique, ou surface équivalente radar (SER), le rendant beaucoup moins détectable. Ce type de procédure est déjà largement utilisé par les forces spéciales et les commandos parachutistes sous le nom d'infiltration sous voile (ISV), permettant de franchir les dernières dizaines de kilomètres avec une discrétion accrue, grâce à des parachutes type aile ayant une grande finesse.

3 - La problématique de la liaison de données

Même si ce n'est pas le cœur du sujet, il est important d'évoquer la question du contrôle de ces appareils par l'opérateur, qui n'est pas sans incidence sur leur emploi. La liaison de données la plus classique est la liaison radio en ligne de visée directe (*Line-of-Sight*), dont la portée est fonction de la fréquence choisie, qui est elle-même un compromis entre débit et portée. Ainsi, les fréquences hautes permettent un plus grand débit de données mais ont une portée moindre, et inversement. La fréquence ou gamme de fréquence utilisée est aussi dépendante de l'autorisation d'émettre, chaque pays étant souverain sur leur attribution. Dans le cas d'un drone de transport, le débit de données n'est pas un enjeu prioritaire, et l'on peut ainsi aisément piloter le drone à une distance de 200 km. Un drone du fabricant Boreal a par exemple effectué, en 2022, une mission à 110 km de distance de la station de pilotage, transmettant des données vidéos en direct, grâce au système de communication SL200 de l'entreprise Simpulse. La partie brouillage et intrusion, qui fait partie de la bulle A2AD, pourra être contournée par antenne directionnelle et évitement de fréquence, comme c'est déjà le cas pour de nombreux systèmes de communication radio militaire. La liaison radio a cependant un inconvénient principal. Elle induit, en l'absence de relais, le besoin d'une ligne droite sans obstacle entre l'opérateur et l'engin, ne permettant pas de faire poser l'aéronef à longue distance, à cause du relief et, tout simplement, de la courbure

de la Terre. Cette contrainte pourrait cependant être contournée par un système de parachutage du colis, ou éventuellement par un système de treuillage si la distance entre l'opérateur et le lieu de livraison n'est pas trop importante, au risque d'avoir besoin d'un treuil de plusieurs centaines de mètres. Il serait également techniquement possible de transférer le pilotage vers l'opérateur recevant le colis mais tactiquement, cela n'est pas pertinent de faire reposer cette charge sur l'unité bénéficiaire. L'objectif de la logistique étant au contraire de faciliter la manœuvre des troupes au contact de l'ennemi.

Une autre solution est naturellement la liaison satellite, qui permettrait de conserver la liaison tout au long du parcours du drone et de le faire poser, même à très longue distance. Cette option est cependant à tempérer pour deux raisons. D'une part, le coût des moyens satellitaires étatiques est très élevé tandis que le recours à des moyens privés de type « basse couche », rend dépendant d'entreprises comme Starlink. D'autre part, cette liaison n'est en réalité pas parfaitement permanente, notamment dans les zones très vallonnées, où il peut exister des zones blanches, tout comme dans les espaces contestés par l'ennemi, qui mettra tout en œuvre afin de brouiller les systèmes de positionnement, ce que l'on appelle GNSS (*global navigation satellite system*) *denied*. Thierry Dupoux, directeur de l'innovation pour Safran Electronics and Defense, est cependant optimiste sur la « démocratisation des systèmes de centrale inertielle, qui couplés avec des systèmes optiques et une liaison satellitaire, permettraient de rendre les drones aériens en grande partie autonomes et avec une grande résistance au brouillage, notamment des systèmes de positionnement ».

Enfin, la technologie wifi, 4G ou 5G, qui permet un très haut débit de données, est limitée par sa faible portée, de quelques kilomètres. Elle trouve donc plutôt sa place dans une utilisation urbaine. Un maillage militaire est cependant actuellement à l'étude et pourrait permettre un déploiement suivant l'avancée des troupes.

4 - Cadre d'emploi opérationnel

Après avoir exposé l'état de l'art des capacités offertes par les drones aériens, il apparaît pertinent de s'intéresser aux types d'unités qui pourraient détenir ce genre de moyens et ce, afin d'améliorer le soutien des combattants durant l'accomplissement de leurs missions. En effet, l'adoption d'un nouvel outil engendre des implications nombreuses, que l'on peut analyser sous le prisme DORESE : doctrine, organisation, ressources humaines, équipement, soutien et entraînement. Les gains espérés doivent donc être significatifs. Dans ce cadre, il est intéressant de noter que l'école des drones (EDD) s'est

autonomisée du 61^e régiment d'artillerie à l'automne 2023, et forme non seulement le personnel de l'armée de Terre mais aussi du personnel de l'ONU ou encore du ministère de l'Intérieur.

Logique de milieu

Dans l'armée de Terre, les chasseurs alpins, autrement appelés « troupes de montagne », agissent dans un milieu créant de fait les conditions d'emploi de drones aériens de transport logistique telles qu'évoquées précédemment. L'utilisation de drones, plutôt du type voilure tournante, semble être la technologie la plus adaptée. L'enjeu ici étant prioritairement la capacité d'emport en altitude jusqu'à des éléments très isolés plutôt que la distance kilométrique à vol d'oiseau. Ainsi ces drones pourraient venir compléter efficacement les hélicoptères pour des charges légères, des zones très difficiles d'accès ou encore lorsque les conditions climatiques mettent en péril l'équipage. Cette logique de milieu pourrait aussi être appliquée aux unités détenant des savoir-faire dans des environnements compartimentés ou difficiles d'accès, comme le combat en jungle ou le combat en zone urbaine par exemple. La manière la plus agile de répondre à ces besoins très particuliers est de laisser les éléments de soutien internes à ces unités mettre en œuvre les solutions drones les plus adaptées. Bien évidemment cela se limiterait à des charges modestes puisque la mise en œuvre des drones serait du ressort de la section ou de la compagnie.



Le drone DX400, en cours de développement par Windlair, a l'ambition de conserver sa pleine capacité d'emport jusqu'à une altitude de 3000 mètres. Les concepteurs de cet appareil ont également pour volonté d'optimiser les capacités de vol à basse vitesse, ce qui est un défi sur les appareils à voilure mixte. © Windlair.

Logique de mise en place

Les troupes amphibies et les parachutistes ont vocation à créer des « têtes de pont » au sein du dispositif ennemi. Ces unités sont alors éloignées de leur élément de soutien, respectivement le porte-hélicoptère amphibie (PHA) et la base opérationnelle aéroportée (BOAP). Si ces dernières disposent d'ores et déjà d'outils spécifiques (barges et avions de transport), l'utilisation de drones logistiques pourrait apporter une option tactique supplémentaire par la réactivité et la souplesse d'emploi qu'ils offrent. Dans le cadre d'une entrée en premier, la taille réduite des drones contribuerait à percer les bulles A2/AD ennemies tout en préservant la vie des pilotes. Dans ce cas, la technologie VTOL permettrait d'évoluer dans un compartiment de terrain par essence restreint, la « tête de pont », et serait mis en œuvre par l'élément de soutien adapté : bâtiment de la Marine Nationale pour les unités amphibies ou BOAP pour les TAP.

En complément, pour les troupes aéroportées, la combinaison avion de transport-planeur logistique, déjà mentionnée, offre une élongation et une discrétion particulièrement intéressantes dans le cadre d'opérations dans la profondeur.

Logique de dispersion

Les récents évènements géopolitiques, tout particulièrement l'invasion russe de l'Ukraine, ont participé à repenser le modèle de l'armée de Terre, d'une armée « au contact » vers une armée « de combat ». Cette réorganisation, toujours en cours, engendre une réflexion sur la logistique opérationnelle dans le cadre d'un engagement majeur en haute intensité. Ainsi, la sûreté des emprises logistiques, comme le groupement de soutien divisionnaire (GSD), redevient un enjeu crucial. Au-delà de l'éloignement entre le GSD et la ligne des contacts, l'une des parades face aux coups de l'ennemi (notamment artillerie et munitions rôdeuses), pour cette cible potentielle, est la dispersion sur une zone estimée à environ 400 km². Les drones logistiques représenteraient alors un outil pertinent pour le transfert de matériels entre les zones fonctionnelles (ZF), par exemple de pièces détachées. Les régiments du Train, assurant l'approvisionnement des unités de l'armée de Terre, pourraient utilement étoffer la gamme des drones dont ils disposent déjà.

Logique d'urgence

Tout d'abord, il faut bien rappeler à nouveau que le ravitaillement par la 3^e dimension ne peut remplacer les convois terrestres en termes de volumes. Cette capacité à livrer de la ressource par les airs au plus près

des troupes au contact est cependant un savoir-faire essentiel des armées modernes, permettant le soutien d'unités au sol en difficulté tactique. Ensuite, il s'agit de différencier deux types d'approches. D'un point de vue tactique, les drones mis en œuvre au sein du GSD, pourraient être utilisés afin de livrer de la ressource directement auprès des unités de soutien au contact (train de combat n° 2 – TC2). Cela semble cohérent au regard de la distance à parcourir (une centaine de kilomètres) et du fait que le GSD est déjà relié aux TC2. D'un point de vue opératif, la livraison par air est du ressort du 1^{er} régiment du train parachutiste depuis sa base opérationnelle aéroportée, comprenant notamment une piste de décollage. Dans ce cas, c'est une nouvelle fois le planeur logistique qui pourrait venir compléter les moyens traditionnels de livraison par air, à savoir la flotte d'avions de transport de l'armée de l'air : CN235, C130 et A400M, chacun dans leurs différentes versions.

Dans tous ces exemples, il faudra prendre en compte les spécificités du transport aérien et notamment les restrictions liées au transport de marchandises dangereuses et de conditionnement approprié du matériel à transporter. De plus, une coordination entre tous ces acteurs apparaît nécessaire afin de limiter l'hétérogénéité de la flotte, élément très contraignant en termes de formation comme de soutien.

5 - Prospective : après 2035

Au regard des performances actuelles des drones de transport logistique, l'axe d'évolution le plus évident est la montée en gamme en termes de charge utile avec un horizon aux environs de 500 kg, et ce afin de couvrir pleinement le segment se situant en deçà de l'emploi utile de vecteurs « classiques ». Les charges devenant de plus en plus lourdes, cela impliquera de repenser l'organisation du conditionnement de ces charges ainsi que la formation des pilotes de ces drones « lourds ». Cette montée en gamme pourrait se faire en partie en gagnant sur l'élongation, puisqu'une autonomie d'environ 300 km semble suffisante pour l'essentiel des cas d'usage, tandis que les drones existants aujourd'hui ont des autonomies souvent largement supérieures. En effet, la distance entre le groupement de soutien divisionnaire (GSD) et les éléments de soutien des unités au contact est, doctrinalement, d'une centaine de kilomètres. Une autonomie de 300 km permet donc aller-retour entre ce GSD et les unités à soutenir. Ce qui est économisé en distance pourra être réinjecté en charge utile. L'université technique de Munich a par exemple remporté en 2023 un appel à projet du Fonds Européen de Défense (FED) intitulé iMEDCAP dont l'objectif est de développer un drone d'évacuation sanitaire ayant une charge offerte de 500 kg.

Un autre axe d'évolution consiste en une certaine forme d'autonomisation, avec notamment une capacité à collaborer avec d'autres drones, quelle que soit leur fonction, ou encore à s'orienter dans un milieu complexe, notamment dans un environnement 3D congestionné. Ces éléments sont identifiés entre autres dans le défi 2 intitulé « Systèmes intelligents » du Plan stratégique scientifique 2015-2025 (mis à jour en 2020) de l'office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), qui a notamment pour mission de développer et d'orienter les recherches dans le domaine aéronautique et spatial, pour des finalités civiles comme militaires.

En conclusion, le domaine du drone militaire de transport de fret est encore largement immature d'un point de vue technologique (faible capacité d'emport des vecteurs existants) comme doctrinal (concepts d'emploi encore embryonnaires). Cependant, sous la double impulsion, d'une part des perspectives de développement du marché dans la décennie à venir, d'autre part de l'intérêt croissant de ces systèmes dans les conflits en cours, des drones logistiques devraient intégrer rapidement la palette des outils tactiques voire opératifs de nombreuses armées. En effet, comme cet article a tenté de le démontrer, ces vecteurs offrent des options pertinentes dans le cadre d'une logistique plus réactive et plus agile, pleinement au service de la capacité opérationnelle des unités au contact. Cela s'avère d'autant plus pertinent dans une armée française se préparant à un engagement majeur où les unités tactiques, plus dispersées et faisant face à un ennemi symétrique, devront impérativement conserver l'initiative pour vaincre.



Par le lieutenant-colonel Thomas Arnal

Le lieutenant-colonel Thomas Arnal est saint-cyrien de la promotion « CES Francoville » et officier de l'arme du Matériel. Il a servi successivement au 3^e régiment du Matériel, au 2^e régiment de parachutistes d'infanterie de marine, au 8^e puis au 6^e régiment du Matériel. Il a été projeté au Tchad, au Mali et au Liban. Affecté de 2020 à 2023 au centre opérationnel de la Structure Intégrée du Maintien en condition opérationnelle des Matériels Terrestres (SIMMT), il a développé les échanges et la coordination avec les industriels de défense pour le soutien MCO-T des opérations et de l'hypothèse d'un engagement majeur.

LA MAINTENANCE DANS UNE OPÉRATION D'ENVERGURE : ENJEU MAJEUR DE L'ÉCONOMIE DE GUERRE

Après des décennies de désindustrialisation et d'opérations militaires expéditionnaires, la possibilité d'une opération d'envergure contre un ennemi à parité s'impose à l'armée de Terre. Cependant, le manque d'épaisseur logistique pourrait compromettre la conduite et le soutien d'une telle opération. La maintenance des matériels militaires est un levier incontournable si le pays doit passer en économie de guerre. En effet, l'acquisition massive de stocks relancerait un secteur économique fragile et pourtant stratégique. Cela suppose cependant à long terme des financements importants.

De nombreux événements récents ont mis en exergue le manque de profondeur logistique de l'armée de Terre¹. Le domaine du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres (MCO-T)² est particulièrement concerné. Dans le cadre d'une opération d'envergure, l'ambition opérationnelle fixée pour 2027 est la génération et la projection d'une division (avec ses appuis et soutiens) en trente jours, puis le soutien dans la durée de son engagement.

Après des décennies de budgets contraints et de politique de logistique du flux plutôt que du stock, il semble difficile à court terme de

1 Crise COVID, exercice de montée en puissance de l'armée de Terre (MEPAT), projection de force en Roumanie, exercice ORION 2023, désengagements divers d'Afrique, etc.

2 Sous-fonction logistique qui a pour but la conservation ou le rétablissement du fonctionnement nominal d'un matériel (entretien et réparation, approvisionnement, livraison et distribution des rechanges, récupération et évacuation des chutes tactiques et techniques amies, élimination de certains matériels).

satisfaire cette ambition. Pour autant, les crises multiples auxquelles le pays est confronté ont fait émerger le concept d'économie de guerre. En juin 2022, le Président Macron expliquait que la France et l'Union européenne étaient entrées dans « *une économie de guerre dans laquelle (...) nous allons durablement devoir nous organiser*³ ». Cette déclaration appelait au renforcement de l'industrie de défense⁴ au regard des besoins militaires accrus mis en lumière par la guerre russo-ukrainienne. Cette prise de conscience politique fait écho au constat logistique fait par l'armée de Terre.

L'économie de guerre désigne une situation dans laquelle l'appareil productif national est dédié en priorité aux besoins de la guerre, possiblement par prélèvement autoritaire (réquisitions, livraisons obligatoires, etc.). Dans ce contexte, le MCO-T est déterminant car il permet d'agir sur l'endurance industrielle, indispensable au soutien d'une opération d'envergure sur la durée.

I - Le constat d'un manque de profondeur logistique

Le MCO-T fait face à trois défis : générer la force⁵, la soutenir⁶ et la régénérer⁷. Les retours d'expérience des exercices de montée en puissance et l'exercice ORION 2023 ont permis de constater l'ampleur de ces défis à l'aune de l'écart entre la facture logistique théorique d'une « division engagement majeur » et l'état réel des stocks détenus.

Le RETEX de l'exercice MEPAT

L'État-major de l'armée de Terre (EMAT) a organisé en mai 2022 une simulation de la manœuvre de montée en puissance de l'armée de Terre (MEPAT sous forme de *wargame*) pour répondre au défi d'un engagement majeur. Le scénario faisait de la France la nation cadre d'une coalition. Les conclusions de cette simulation démontrent un manque de profondeur

3 Source : article du Monde du 13/06/2022 : « Économie de guerre » : Emmanuel Macron demande une réévaluation de la loi de programmation militaire.

4 Française comme européenne.

5 La génération de force implique de nombreuses actions : identifier les matériels à projeter, les affecter aux unités concernées, remonter la disponibilité des parcs, constituer les stocks de pièces de rechange et éventuellement une réserve de maintenance, regrouper les ressources, contrôler/réparer les matériels avant leur projection, désigner et équiper les maintenanciers projetés sur le théâtre (outillage technique notamment).

6 Le soutien de l'engagement consiste à réparer les matériels indisponibles (pannes techniques et destructions par l'ennemi) dans les différentes zones d'opération. Cela concerne également le remplacement des matériels endommagés par des matériels en bon état en provenance de la zone arrière (réserve de maintenance de théâtre).

7 La régénération de la force est un défi industriel national qui se joue principalement sur le territoire national. Il englobe les actions de production, de réparation lourde et d'acheminements (boucles arrières et avant). Elle concerne des acteurs tant étatiques que privés et relève directement de l'économie de guerre.

logistique, accentué par des fragilités capacitaires. Cela se traduit par une armée de Terre au format tout juste adapté à la gestion de crise⁸, limitée par des stratégies d'externalisation (acheminement stratégique⁹ par exemple) et la concurrence économique internationale en situation de crise (rareté des ressources et prédatations).

L'enjeu principal de la MEPAT est la réactivité. L'armée de Terre doit disposer au bon moment des bonnes ressources en quantité suffisante, ce qui implique anticipation et souplesse. Pour le MCO-T, les stratégies de soutien actuelles sont trop rigides pour remplir cet objectif (format, délais, volume financier alloué). Les procédures dérogatoires et les contrats de soutien doivent donc gagner en souplesse. Les mécanismes actuels de mobilisation et de réquisition ne sont en outre pas assez performants. Pourtant, le recours impératif en moyens extérieurs est l'un des premiers enseignements du *wargame* réalisé lors de cet exercice.

Enfin, le succès de la MEPAT dépend en grande partie de la remontée de la disponibilité technique des matériels. Cela implique une remontée en puissance préalable de la base industrielle et technologique de défense (BITD). Mais cette dernière ne vit pas au même rythme que l'armée de Terre. La réactivité est donc l'enjeu de l'économie de guerre. Il s'agit de constituer des stocks préalables et de réaliser des réquisitions planifiées. Cette anticipation ne peut plus attendre le « top départ » d'une montée en puissance de 6 mois à partir du déclenchement d'une crise. C'est pourquoi le nouveau référentiel opérationnel (NRO) fixé par la loi de programmation militaire (LPM) 2024-2030 va dans le sens d'une accélération de la MEPAT. L'armée de Terre doit donc disposer de leviers successifs pour chaque étape de ce scénario. Chaque levier serait caractérisé par des finances dédiées, des commandes industrielles, des réquisitions de moyens privés et par l'abaissement de blocages juridiques ou administratifs propres au « temps de paix ». Le travail du secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN) sur les stades de défense (STADEF) va dans ce sens.

Le RETEX de l'exercice ORION 2023

Concrétisation d'une ambition d'entraînement d'envergure, ORION a été l'un des événements majeurs de 2023 pour l'armée de Terre. Cet exercice interarmées visait plusieurs objectifs : entraînement des forces terrestres, intégration de nations alliées, démonstration capacitaire dissuasive et établissement d'une « photographie instantanée » de nos capacités

8 La gestion de crise correspond aux missions permanentes et engagements dans la durée que les forces armées doivent assumer, incluant un renfort en cas de crise majeure touchant le territoire national.

9 L'acheminement stratégique regroupe l'ensemble des actions de transport entre le territoire national et le théâtre d'opérations.

opérationnelles. S'il a confirmé la pertinence du modèle complet de l'armée de Terre, ORION a également illustré ses insuffisances capacitaires. Cette fragilité entraîne une autonomie limitée et une dépendance aux nations alliées qui nuit donc à l'ambition française d'assumer le rôle de nation cadre dans un engagement en coalition.

ORION a également démontré les limites de la politique de gestion des parcs et des stratégies actuelles de soutien des matériels terrestres. La logique de densification des parcs régimentaires initiée en 2020 va dans le sens de l'ambition haute intensité¹⁰. Pour autant, l'activité des matériels majeurs du segment de décision (VBCI et char LECLERC) est contrainte par des impératifs liés aux marchés de soutien en service (MSS), ce qui implique le maintien d'un parc d'entraînement (PE) volumineux¹¹. Ces marchés sont rigides dans l'anticipation de la consommation annuelle. Pour l'armée de Terre, il s'agit donc de revoir ces stratégies et de définir l'équilibre entre socle de soutien industriel, niveaux des stocks et évolutions du besoin en potentiels¹².



Préparation des chars Leclerc du 12^e régiment de cuirassiers en vue de l'exercice Orion 2023.
© Alban Gourgousse. Source : www.larep.fr.

- 10 Le choix français d'une armée de Terre « échantillonnaire » permet en théorie de disposer d'une base de départ polyvalente avant une phase de massification par montée en puissance (sous réserve de délais, de financement et d'atouts industriels préalables).
- 11 Le principe du PE est de fournir aux unités en préparation opérationnelle dans les camps de manœuvre des matériels majeurs dédiés afin de conserver le potentiel de leurs propres matériels régimentaires.
- 12 Pour illustrer la limitation actuelle des ressources: ORION/4 a vu le déploiement de 23 XL et 45 VBCI. C'est 4 fois moins que l'effectif théorique d'une division blindée. Le déploiement de ces 23 XL pendant 2 semaines a représenté 3 225 heures de potentiel sur les 8 000 heures métropole annuelles prévues en LPM, soit 40 %.

Enfin, ORION a souligné l'impératif de consolider les données logistiques en haute intensité. Les limites de l'exercice n'ont pas permis l'emploi massif des ressources « consommables » d'une division (notamment les pièces de rechange pour le MCO-T). Pour autant, ORION a confirmé la nécessité de réévaluer les lois de consommation ainsi que de constituer une base de données unique, partagée et accessible. Celle-ci est primordiale pour la constitution de stocks logistiques adaptés à une opération d'envergure.

L'état des stocks face à la « facture logistique » d'une division engagée en « hypothèse d'engagement majeur (HEM) »

En avril 2023, la structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres (SIMMT) a mené un exercice de planification avec les acteurs étatiques et privés¹³ du MCO-T. Il s'agissait d'une réflexion commune sur la montée en puissance industrielle nécessaire à un conflit de haute intensité, sur le scénario de la MEPAT.

Les travaux mettent en lumière des stocks limités à la gestion de crise et difficiles à reconstituer. Sans entrer dans le détail de données classifiées, les taux de réalisation des stocks nécessaires à une division pour une opération d'envergure¹⁴ sont faibles. La reconstitution de stocks pour le MCO-T représente un effort élevé sur les plans budgétaires et logistiques. Cet investissement permettrait pourtant d'augmenter la capacité de production de la BITD et de gagner des délais sur la MEPAT en cas d'opération d'envergure. Ces besoins demeurent non programmés à ce stade par la LPM 2024-2030, faute de financement.

Au-delà du coût, les délais de production semblent également incompatibles avec l'ambition opérationnelle fixée pour 2027. Dans l'éventualité d'un déblocage en urgence de finances dédiées, les délais de constitution des stocks s'avèreraient difficiles à atteindre dans le délai de trente jours¹⁵.

La BITD terrestre, actuellement structurée pour répondre aux justes besoins de la gestion de crise, n'est pas dimensionnée pour soutenir dans la durée une opération d'envergure. Ce constat posé, il est intéressant d'étudier les premières mesures concrètes permettant potentiellement de dépasser ce blocage et de façonner une industrie de défense « prête à la guerre ».

13 Notamment les entreprises ARQUUS, NEXTER, THALES et NSE.

14 Calculés à partir du contrat opérationnel fixé à l'armée de Terre.

15 Les délais de constitution de lots de rechanges de projection (LRP) par les industriels se comptent en mois (minimum deux années, sans compter les obsolescences de rechange ou les potentiels problèmes d'approvisionnement de fournisseurs).

II - Une prise de conscience en cours d'exploitation

Pour participer au développement de l'économie de guerre, le MCO-T a déjà identifié des blocages structurels et bénéficie de premières actions prometteuses grâce à un volontarisme législatif et à l'innovation technologique.

Un changement de paradigme qui s'impose

La volonté politique d'entrer en économie de guerre est freinée par les difficultés structurelles de la BITD : frilosité des investisseurs et défaut d'attractivité du secteur.

En mai 2023, une commission sénatoriale a publié son rapport d'information sur le sujet¹⁶. Les entreprises du secteur défense y déplorent un accès au financement bancaire compliqué, qu'il est cependant difficile à quantifier. Certains groupes bancaires (HSBC par exemple) rejettent le domaine de la défense de leur politique d'investissement. Dans le secteur public, la banque européenne d'investissement (BEI) ne finance plus les munitions, matériels et infrastructures militaires¹⁷. Ces difficultés touchent principalement les petites et moyennes entreprises (PME) ainsi que les opérations d'export. Cette frilosité s'étend également à d'autres secteurs (refus d'assureurs de couvrir certaines entreprises, de développeurs d'assurer la maintenance de sites internet, de bailleurs immobiliers de louer des bureaux). Ces situations marginales semblent révéler une tendance de fond qui assimile l'industrie de défense à des activités controversées par deux aspects : la conformité et la réputation. La multiplication de règles et normes dans le domaine de la défense (sans compter les exigences environnementales et sociales) poussent les financeurs à la « sur-conformité » et au refus. Le risque lié à la réputation pousse les investisseurs à imposer une politique restrictive vis-à-vis des entreprises de défense. Le déclin d'attractivité engendré fragilise le consensus de l'utilité sociale d'une BITD robuste et souveraine, tout en repoussant les jeunes talents français vers d'autres secteurs ou vers l'étranger.

16 Source : Renseignement et prospective : garder un temps d'avance, conserver une industrie de défense solide et innovante : <https://www.senat.fr/rap/r22-637/r22-637-syn.pdf>.

17 Cette décision ne découle d'ailleurs ni du droit primaire, ni du droit dérivé, ni même des statuts de la BEI.

Les rapporteurs de l'information parlementaire proposent quatre axes pour réduire ces difficultés structurelles :

- établir un diagnostic (bilans annuels à organiser);
- encourager les banques à s'engager au côté de la BITD¹⁸;
- développer le volontarisme au niveau européen¹⁹;
- renforcer l'accompagnement public des entreprises de la BITD²⁰.

Considérant la situation actuelle, le chemin semble encore long pour y parvenir.

Le dépoussiérage du concept de réquisition

La réquisition militaire est liée au concept d'économie de guerre. Le code de la défense précise « qu'en cas de mobilisation de l'armée de Terre, le ministre de la défense détermine la date à laquelle commence, l'obligation de fournir les prestations nécessaires pour suppléer à l'insuffisance des moyens ordinaires de l'armée de Terre (...) »²¹. Ces réquisitions sont limitées par le cadre militaire et ne peuvent être ordonnées qu'à défaut de tout autre moyen adéquat disponible.

En juillet 2022, la direction des affaires juridiques (DAJ) du secrétariat général pour l'administration (SGA) a proposé la rénovation du régime de réquisitions, qui date de 1959. En effet, les conditions de mise en œuvre peuvent gagner en simplification (réécriture synthétique), en proportionnalité (subsidiarité entre réquisition et commande publique), en clarification (cas d'usage : menace pour la sécurité nationale ou pour ses intérêts) et en portée (biens, services ou personnes concernés, neutralisation des droits de grève et de retrait, principe de rétribution après une réquisition)²².

Pour le MCO-T, la réquisition peut concerner du personnel, des matériels, des infrastructures, de l'outillage ou des moyens de stockage pour combler les manques patrimoniaux (pour équiper la division HEM, renforcer le territoire national et compléter les moyens de la BITD). Un dispositif d'intelligence

18 Imposer la justification des refus de financement, développer la communication interne sur l'importance du secteur défense pour l'économie nationale, alléger les procédures de vérification, etc.

19 Révision de la « doctrine » de la BEI, vigilance interministérielle sur les projets de textes potentiellement contraignants pour la BITD, etc.

20 Référencement de « sur-transpositions » de textes européens contraignantes, accompagnement financier pour certains marchés, constitution de fonds d'investissement privés dans le secteur de la défense, réflexions sur la création de référents défense régionaux dans le secteur bancaire, etc.

21 Source : Article L2221-2 du Code de la défense.

22 Source : Partie normative de la LPM : réquisitions ; BITD (note n° 0001D22013106 ARM/SGA/DAJ du 21/07/2022).

économique renforcé²³ permettrait la cartographie des réquisitions potentielles en cas de crise. À la lumière du manque de profondeur logistique constaté, l'actualisation du concept de réquisition va donc dans le sens de l'économie de guerre.

Les travaux de la SIMMT avec la BITD

Le MCO constitue une source importante de financement et d'activités sur le long terme pour la BITD. La stratégie de soutien d'un programme d'armement définit un effort dans la durée pour l'industriel. Ainsi, la constitution de stocks de rechange par la commande publique participe au renforcement des entreprises, permet l'entretien de compétences industrielles²⁴ et contribue à la résilience industrielle française.



Ligne de production de chenilles pour le char Leclerc de Nexter/KNDS.
Source : www.industrie-online.com.

La crise de la COVID a permis de prendre conscience des faiblesses industrielles de la France. Cet épisode a révélé les fragilités de nos entreprises : tensions et perte de compétences faute de commandes,

23 Actuellement, il s'agit d'une surveillance conjointe SIMMT/DGA de la BITD et de leurs principaux fournisseurs. Pour la DGA, cette tâche est dévolue au service des affaires industrielles et de l'intelligence économique (S2IE).

24 L'absence de commandes régulières d'un rechange peut conduire à son obsolescence par perte de savoir-faire, de stock ou de matière première.

concurrence internationale agressive (extraterritorialité du droit américain par exemple²⁵), cyber-menaces, besoins d'une cartographie détaillée des fournisseurs et importance des stocks²⁶. Également concernée, la BITD terrestre a pu être partiellement renforcée par des commandes massives de pièces de rechange par la SIMMT, qui a ensuite imposé un droit de regard sur le dimensionnement des chaînes d'approvisionnement des entreprises²⁷.

Au-delà de ces travaux d'intelligence économique, d'autres actions ont été initiées. La SIMMT se tourne vers l'innovation technologique pour optimiser les activités de maintenance et limiter la dépendance à des stocks indisponibles immédiatement. La maintenance prédictive²⁸ et l'impression 3D²⁹ constituent des pistes prometteuses. Dans le domaine des ressources humaines, la création de la réserve industrielle de défense (RID) en octobre 2023 va dans le sens de l'économie de guerre. Ce système permet de renforcer l'industrie d'armement en cas de crise majeure³⁰. L'objectif fixé pour 2030 est d'atteindre 3 000 RID.

Le conflit russo-ukrainien a rappelé l'importance stratégique de l'industrie de défense. Si la France veut basculer en économie de guerre, elle devra valoriser les initiatives développées, lever les blocages structurels et anticiper le financement et la commande de stocks massifs. Le volet MCO-T est ainsi incontournable pour renforcer notre BITD sur le moyen terme. Pour l'armée de Terre, il s'agit d'appuyer cette prise de conscience avant que le « phénomène Ukraine » ne s'essouffle.

25 La norme ITAR (*International traffic in arms regulation*) prévoit que les États-Unis peuvent s'opposer à l'export d'un système d'armes contenant au moins un composant américain. On en déduit aisément l'impératif de souveraineté industrielle pour la France.

26 Source: Article OPEX360.com du 18/11/2020: <https://www.opex360.com/2020/11/18/le-terme-de-stock-est-aujourd'hui-presque-un-gros-mot-deploire-le-chef-detat-major-de-larmee-de-terre/>.

27 Source: Rapport d'information de la commission de la défense nationale et des forces armées de l'Assemblée Nationale sur la préparation à la haute intensité du 17/02/2022: https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion_def/15b5054_rapport-information#.

28 La maintenance prédictive est l'intégration de nombreux capteurs au sein d'un matériel. L'analyse par une intelligence artificielle des données collectées permet de suivre l'évolution de l'état du matériel et de détecter pannes et casses avant qu'elles ne surviennent.

29 La SIMMT développe avec la DGA depuis plusieurs années la fabrication additive de rechanges en polymère. À l'avenir, l'impression métallique permettra un changement d'échelle, tout en constituant un atout pour limiter les empreintes logistique et écologique d'une force déployée. La rémunération de la propriété intellectuelle des entreprises est prise en compte, notamment par un système de *block chain*.

30 Ces réservistes ont vocation à être déployés au sein des entreprises de la BITD, du service industriel de l'aéronautique (SIAé), du service de la maintenance industrielle terrestre (SMITer), du service logistique de la marine (SLM) ou du service interarmées des munitions (SIMu).

III - Perspectives d'avenir

Disposer d'une économie de guerre pour soutenir une opération d'envergure implique le renforcement d'un secteur économique structurant pour la France. Pour l'armée de Terre, il s'agit de saisir l'opportunité du contexte actuel pour retrouver l'épaisseur logistique indispensable pour répondre aux enjeux de défense actuels.

Économie de défense et défense de l'économie française

La BITD française est un maillage industriel d'environ neuf grands groupes et plus de 4000 PME, dont 450 considérées comme stratégiques. Elle représente 200 000 emplois de haute technicité, et 15 G€ de chiffre d'affaire (hors MCO). Avec jusqu'à 7 % des emplois industriels de certaines régions, elle est l'un des rares secteurs avec l'aéronautique à contribuer positivement à la balance commerciale de la France³¹ (en 2018, l'export de la BITD représentait 6,9 G€, soit 20 % des exportations françaises).

L'impact économique du secteur défense se mesure sur l'ensemble du territoire français³² à partir d'externalités (effets sur l'activité, l'emploi, la recherche et le développement). Il est estimé que chaque milliard d'euros investi dans la BITD génère deux milliards supplémentaires en activité (PIB) au bout de dix ans. De plus, les dépenses publiques n'évincent pas les investissements de R&D privés³³. L'effet multiplicateur de cet investissement est supérieur à celui des dépenses de fonctionnement de l'État (qui sont de la consommation, sans retombée sur la productivité privée). L'effort en équipements militaires et en R&D concentre 80 % de l'investissement public français. L'aspect national de la production de défense renforce encore cet effet³⁴. Enfin, le suivi et le pilotage de la BITD par la DGA témoignent du contrôle étatique et de la protection de la vie économique du secteur.

Le réarmement observé dans de nombreux pays constitue une opportunité pour la BITD française. La prise de conscience politique et l'expertise industrielle historique de notre pays sont des atouts à valoriser pour renforcer

31 Source: DGA – Développer la BITD française et européenne: <https://www.defense.gouv.fr/dga/nos-missions/developper-bitd-francaise-europeenne>.

32 La BITD contribue activement au maintien de l'activité dans les zones industrielles sous-dotées et a également remplacé des sites militaires fermés lors des réorganisations géographiques successives de la défense.

33 Source: Chaire EcoDef de l'IHEDN: Impact économique de la défense (27/05/2020): Impact économique de la défense - Chaire Économie de défense - IHEDN (ecodef-ihedn.fr).

34 La recherche et le développement de la BITD ruissellent davantage vers des entreprises françaises (82 %) que celle des entreprises privées d'autres secteurs d'activité (52 %).

un secteur stratégique, source d'emploi et de croissance économique. Pour le MCO-T, la constitution de stocks de rechange représente donc un enjeu économique non négligeable sur le moyen terme pour le pays.

Remettre l'État au cœur d'un secteur stratégique

À l'image de ce que font les grandes puissances étrangères, il semble impératif de développer un protectionnisme économique et législatif pour renforcer notre BITD.

Au-delà des réquisitions, le SGA travaille sur la priorisation de la livraison de biens et services au bénéfice des forces armées³⁵. Il s'agit de pouvoir ordonner à un partenaire contractuel de l'État de l'approvisionner, par priorité sur tout autre engagement³⁶. Le régime de contrôle des entreprises de fourniture de matériels de guerre est également en étude de modernisation. La DAJ préconise la clarification des prérogatives des commissaires du gouvernement siégeant dans les entreprises liées à l'État par un marché relatif aux matériels de guerre (contrôle de la stratégie d'entreprise et mise en œuvre éventuelle de priorisation ou réquisition). Enfin, le SGA souhaite renforcer les prérogatives de contrôle de l'État dans le cadre des marchés publics, exclus du droit européen. Il s'agit d'éviter de soumettre ces marchés à des règles trop contraignantes. Cela peut également passer par l'extension des obligations liées aux enquêtes de coûts à ces marchés (transparence notamment). En effet, l'absence de mise en concurrence au sein de la BITD conduit régulièrement à une dérive de prix contraignante.

Pour le MCO-T, ces enjeux sont primordiaux pour commander et constituer dans la durée les stocks nécessaires au soutien d'une opération d'envergure. Plusieurs autres pistes sont étudiées par la SIMMT : standardisation de sous-ensembles pour plusieurs types de matériels majeurs³⁷, prise en compte de l'évolution de standard d'un matériel plutôt que l'acquisition de nouveaux parcs à échéance régulière³⁸ par exemple.

35 Source : Partie normative de la LPM : réquisitions ; BITD (note n° 0001D22013106 ARM/SGA/DAJ du 21/07/2022).

36 Cette mesure est inspirée de la législation américaine (DPAS : *Defence Priorities and Allocations System*).

37 Le passage à l'échelle SOR – HEM impose la priorisation de la soutenabilité sur le respect exhaustif du cahier des charges. Exemples : les États-Unis sont passés entre 1945 et 1985 de 27 châssis de camions de transports à un seul pour des dizaines de matériels différents. En 2010, l'Allemagne disposait de 3 familles de moteurs différents pour équiper une dizaine de familles de matériels majeurs quand la France en avait 7 pour équiper le même volume de parcs différents.

38 L'exemple du char T72 russe mérite d'être étudié. Ce matériel est en évolution constante depuis 1973. Pensé pour une production de masse à des coûts maîtrisés par la planification, il permet d'ajouter la masse à l'innovation permise par les matériels plus récents. Pour la France, la conservation du VAB (matériel emblématique et connu de tous les militaires français, y compris nos réservistes) est une piste intéressante dans ce sens.

Saisir l'opportunité du « moment HEM »

Pour l'armée de Terre, le retour de la guerre en Europe doit se traduire par des moyens à la hauteur de la réalité de la menace. La prise de conscience des faiblesses industrielles françaises en contexte de guerre économique mérite d'être exploitée par les décideurs politiques et militaires.

Au même titre que les secteurs naval et aéronautique qui structurent l'économie française, la BITD terrestre doit être davantage valorisée dans les travaux financiers et capacitaires. Les dernières décennies ont pu conduire à une forme de défiance de l'armée de Terre vis-à-vis de l'industrie de défense (opposition des intérêts opérationnels des armées aux logiques financières et corporatistes industrielles). À l'heure où la société civile se réapproprie les enjeux de défense, ce mode de pensée doit disparaître. Le MCO est donc un angle d'attaque pertinent car il contribue au renforcement de la souveraineté industrielle sur le long terme par le développement de nombreuses entreprises, génératrices d'emploi et d'innovation, sur l'ensemble du territoire français. Le soutien à ce constat par le pouvoir législatif, bien conscient des enjeux pour la nation, renforce cette idée.

Dans le cadre de son ambition 2030, la SIMMT s'est fixé l'objectif d'une « industrie prête à la guerre ». Cela passe par une coordination des capacités industrielles au niveau ministériel et une contractualisation des évolutions nécessaires au soutien d'une opération d'envergure. Mais surtout, il s'agit de reconstituer des stocks étatiques au plus vite. En contexte budgétaire tendu, et du point de vue du MCO, l'armée de Terre arbitre depuis des années entre l'activité des forces terrestres (le potentiel d'entraînement soutenable) et la constitution de stocks logistiques. L'engagement opérationnel expéditionnaire mené jusqu'à présent déterminait la priorité de l'activité. Après les récents désengagements militaires d'Afrique et l'affirmation d'une ambition à peser dans un conflit de haute intensité, l'armée de Terre doit se transformer en profondeur. Il s'agit concrètement de disposer des ressources financières nécessaires sur le temps long pour garantir le respect du contrat opérationnel fixé aux forces terrestres.

Conclusion

En pleine transformation, l'armée de Terre vit actuellement la fin d'un paradigme. La transition du modèle de l'opération expéditionnaire vers une logique de confrontation entre puissances étatiques en témoigne. Ce changement d'échelle des menaces impose une anticipation, notamment logistique.

Le MCO-T est alors déterminant pour le passage en économie de guerre souhaité par les autorités politiques. Cependant, et en raison de décennies de fragilisation de l'industrie française, l'épaisseur logistique de l'armée de Terre ne pourra être reconstituée que sur le temps long. Cela l'oblige à se doter de chefs rompus à ces enjeux et à ces mécanismes. En outre, elle doit être capable de faire preuve de pédagogie au niveau interarmées et vers le politique pour expliquer ses besoins, condition indispensable pour obtenir les ressources nécessaires.

Parallèlement, les citoyens français doivent être davantage sensibilisés sur l'attractivité d'un secteur économique en pointe et dont la performance est reconnue à travers le monde. Les enjeux économiques d'emploi, de croissance et de concurrence internationale liés à ce sujet devraient faciliter l'appui des décideurs politiques au niveau interministériel.



**Par le colonel
François-Régis LEGRIER,**
chef du Pôle doctrine.

Saint-cyrien et breveté de l'école de guerre, le colonel François-Régis Legrier appartient à l'arme de l'artillerie. Il a notamment servi au 8^e régiment d'artillerie, au 93^e régiment d'artillerie de montagne et enfin comme chef de corps du 68^e régiment d'artillerie d'Afrique. Engagé à plusieurs reprises sur différents théâtres d'opérations, il a notamment commandé le détachement artillerie Task Force Wagram en Irak en 2018-2019. Il dirige depuis deux ans le Pôle doctrine du Commandement du combat futur.

DISPARAÎTRE DU CHAMP DE BATAILLE

L'exploitation des champs immatériels et numériques engendre la transparence du champ de bataille. Il est alors nécessaire pour le soldat de chercher à « disparaître » des zones de combat grâce à l'utilisation d'armes longue portée ou à la robotisation. Mais l'occupation humaine du territoire demeure essentielle. C'est ainsi que le camouflage, l'utilisation du milieu suburbain, la dilution de la signature électromagnétique dans les infrastructures civiles, le retour aux anciens systèmes de communication ou le leurrage deviennent (ou redeviennent) des procédés de combat essentiels. Les chefs doivent ainsi faire en sorte de dissimuler leurs intentions afin de brouiller la compréhension de l'adversaire dans le but ultime de « gagner la guerre avant la guerre ».

Le retour de la haute intensité s'accompagne d'un élargissement du conflit à l'ensemble des milieux maîtrisés par l'homme. Si le XX^e siècle a vu la guerre s'étendre aux milieux aérien, sous-marin et au spectre électromagnétique, le XXI^e siècle consacre l'importance du milieu spatial, du cyberspace et du champ informationnel. C'est la raison pour laquelle on parle d'opérations multidomaines dans la doctrine américaine et multimilieux, multichamps (M2MC¹) dans la doctrine française.

Cette extension de la conflictualité ouvre des perspectives stratégiques et donne naissance à la guerre hybride qui, par l'emploi de modes d'action tels que la guerre par procuration (emploi de *proxies*), les attaques

¹ 5 milieux : aérien, terrestre, maritime, spatial, cyber et 2 champs : électromagnétique et informationnel.

cybernétiques, les agressions sur le spectre électromagnétique (brouillage GPS par exemple) ou encore les opérations de désinformation, permet d'éviter la confrontation directe. En phase d'affrontement, ces modes d'action, viennent se conjuguer avec le combat conventionnel à base d'opérations interarmes et interarmées.

Un premier constat s'impose: le champ de bataille n'est pas seulement physique mais aussi immatériel et numérique que ce soit pour neutraliser les connectivités adverses, capter ou détruire ses données ou encore imposer son narratif dans le champ cognitif.

À cette extension de la conflictualité, il convient de tenir compte de la transparence du champ de bataille qui est l'un des enseignements majeurs des conflits actuels. En effet, la multiplication des capteurs civils ou militaires (drones, satellites) et des moyens de communication (téléphones portables, réseaux sociaux, etc.) « éclaire » en permanence le champ de bataille et ce en temps réel ou presque. Cette transparence a des avantages d'un point de vue tactique: géolocalisation rapide des forces en présence et partage en temps réel ou presque, de la situation tactique entre unités accroissant ainsi leur réactivité. Elle a aussi des inconvénients majeurs face à un adversaire doté de systèmes d'armes équivalents. Aujourd'hui en Ukraine, un signal GPS ou une émission radio est une cible détectée et traitée parfois en moins d'une minute.



Le Système d'information du combat de Scorpion permet de connecter tous les véhicules du groupement tactique interarmes et partager les informations du combat.
© EMA. Source : www.defense.gouv.fr.

Deuxième constat : la donnée devient un enjeu majeur du combat. Il s'agit d'une part de capter et exploiter la donnée adverse pour produire le plus rapidement possible des effets et d'autre part de protéger nos propres données en les rendant dans la mesure du possible « invisibles ». Disparaître physiquement et numériquement du champ de bataille devient un impératif pour ne pas être détruit avant même d'initier une opération. Que signifie alors ce terme pour une force regroupant des milliers d'hommes et des centaines de véhicules avec leur logistique associée et transmettant des centaines de téraoctets de données en continu ?

* * *

La façon la plus simple de disparaître du champ de bataille est encore de ne pas y mettre les pieds. C'est tout l'enjeu de la guerre à distance avec l'emploi d'armements capables de frapper dans la profondeur et la robotisation du champ de bataille (drones, munitions téléopérées robots terrestres, systèmes d'armes létaux automatisés). En effet mieux vaut exposer des essais de drones que des combattants. Néanmoins, l'expérience montre que la guerre à distance a ses limites – détruire ne suffit pas – et qu'il est nécessaire, pour vaincre, c'est-à-dire imposer sa volonté à l'adversaire, de maîtriser effectivement le terrain que l'on cherche à défendre ou à conquérir.

Disparaître du champ de bataille est souvent assimilé à la défensive. Dans l'Art de la guerre, Sun Tzu dit que : « Ceux qui sont experts dans l'art de se défendre se dissimulent sous la terre aux neuf replis : ceux qui sont habiles dans l'art d'attaquer se déplacent comme s'ils fondaient du neuvième ciel. Ainsi ils sont capables à la fois de se protéger et de s'assurer une victoire totale. »²

Disparaître signifie donc très concrètement s'enterrer : que l'on pense aux réseaux de tunnels construits par le Hamas dans la bande de Gaza permettant aux combattants de disparaître et réapparaître ailleurs, y compris dans le dos de l'adversaire. Par extension, disparaître fait référence à l'art du camouflage qui consiste à se dissimuler en se fondant dans le paysage pour échapper aux observations de l'adversaire. L'instruction provisoire technique sur le camouflage de 1929 donne la définition suivante : « Le camouflage est l'art de soustraire dans la mesure du possible les troupes et les organisations à l'observation de l'ennemi, ou en tout cas de contrarier les effets de cette observation. »

² Sun Tzu, *L'art de la guerre*, chapitre IV Dispositions, Flammarion, 2017, p. 90.

En 2008, la doctrine englobe le camouflage dans le concept plus large de dissimulation définie comme : « l'art de soustraire aux vues et à la détection³ de l'adversaire, les unités, les matériels et les installations. » Comme le précise Patrick Manificat dans *Qui ruse gagne*⁴, « il s'agit d'échapper non seulement à l'œil humain et à l'objectif de l'appareil photographique, mais également aux détecteurs et aux capteurs de toutes natures, d'ondes, de chaleur ou de sons, et surtout aux senseurs des satellites. » De plus, la dissimulation englobe également la préservation du secret des opérations et la classification des documents. Ce qui était déjà vrai des documents papier l'est encore plus à l'ère numérique et des cyberattaques.

Dans un monde connecté, disparaître consiste à mixer plusieurs modes d'action pour dissimuler ses émissions et leurrer l'ennemi. Le premier consiste à diluer son empreinte électromagnétique dans l'environnement en s'installant à proximité de zones déjà connectées, les zones urbaines notamment et en utilisant les réseaux civils à des fins militaires. On parle alors d'hybridation des réseaux. Réduire ses émissions, voire les couper – c'est le système bien connu des vacances – ou s'en passer en revenant à des systèmes plus anciens comme la liaison filaire ou l'estafette est également une piste à explorer de même que l'utilisation de bandes de fréquence (HF) difficilement brouillables en acceptant un débit plus réduit. Enfin, le leurrage qui consiste à créer de faux PC ou de fausses unités sur le spectre électromagnétique vient compléter ces modes d'action en générant, même de façon temporaire, de l'incertitude chez l'ennemi.

* * *

En conclusion, la dissimulation sur le champ de bataille, qu'elle soit physique ou immatérielle, fait partie des fondamentaux de l'art de la guerre. Pour les forces terrestres, il s'agit de se réappropriier des savoir-faire devenus parfois secondaires comme l'art du camouflage (notamment les postes de commandement) ou le bon emploi du spectre électromagnétique en trouvant l'équilibre entre la nécessaire transmission d'un volume de données toujours plus important et la discrétion des émissions.

Il s'agit ensuite de prendre toute la mesure du potentiel de l'innovation technologique pour développer, en doctrine, un nouveau type de combat en réseau intégrant l'intelligence artificielle, seule à même d'apporter vitesse

3 Souligné par l'auteur de l'article.

4 Patrick Manificat, *Qui ruse gagne, une anthologie de la tromperie guerrière*, HISTOIRE&COLLECTIONS, 2020.

et précision dans le traitement de la donnée et sa transformation en objectif militaire. L'objectif est simple : l'ennemi doit être neutralisé ou détruit avant d'avoir pu nous visualiser sur le champ de bataille.

Enfin, nous savons depuis Sun Tzu qu'il existe un art supérieur qui consiste à dissimuler ses intentions, à disparaître dans l'esprit du chef adverse en brouillant sa compréhension du champ de bataille et en le conduisant à agir dans un sens qui nous est favorable. C'est tout le rôle des opérations de déception qui n'est que le terme doctrinal pour désigner les différentes façons de tromper l'ennemi, de le surprendre et au final briser sa volonté. Cet art requiert une forte capacité à se mettre dans la tête de son ennemi, à comprendre sa façon de penser, à connaître sa doctrine. Pour nous Occidentaux, accoutumés à penser la guerre sous le prisme du rapport de force matériel et technologique, c'est un défi culturel à relever qui mérite autant d'investissement que l'innovation technologique.



**Par le capitaine
Paul DAVOUST**

Le capitaine Paul Davoust est officier saint-cyrien de la promotion « Chef de bataillon Bulle ». Cavalier, il a servi au 3^e régiment de hussards. Il a été projeté en République de Côte d'Ivoire comme chef de peloton et à deux reprises dans le cadre de l'opération BARKHANE comme officier adjoint puis commandant du sous-groupe tactique désert à Ménaka. Affecté au Commandement du combat futur, il est lauréat du concours de l'École de Guerre.

RENOUER AVEC LA DÉCEPTION

Face à la transparence accrue du champ de bataille engendrée par les nouvelles technologies, les soldats de l'armée de Terre doivent se réapproprier les pratiques de déception. La dissimulation, la simulation et l'intoxication sont autant de méthodes à disposition des combattants qui leur permettent de réduire leurs signatures physique, virtuelle et cognitive, de leurrer leur adversaire et de manipuler l'information perçue par leur ennemi. Cet article se propose de renouer avec les techniques de déception en s'appuyant sur des exemples historiques.

Retranchés dans Uxellodunum¹ face aux légions romaines en 51 av. J.-C., les Gaulois tenaient fermement la source d'eau de la colline, afin de pouvoir supporter un siège dans la durée. La saisie de cette dernière était donc un point clé de la bataille. Ne pouvant couper l'approvisionnement en eau par la force, Jules César décida alors de conduire une diversion en simulant un assaut sur d'autres flancs de la forteresse. Les Gaulois furent ainsi forcés d'affaiblir leur position à hauteur de la source pour réorienter leur dispositif. Les Romains obtinrent dès lors un rapport de force suffisamment favorable pour s'emparer du point clé, poussant ensuite à la reddition gauloise. Grâce à la déception, Jules César emportait ainsi sa dernière grande bataille contre les Gaulois. Deux millénaires plus tard, en 2020, le général d'armée Thierry Burkhard – alors chef d'état-major de l'armée de Terre – insistait sur cette nécessité d'investir le champ de la déception lors d'une audition à l'Assemblée nationale².

1 Uxellodunum est localisé dans le nord du Lot, près du village de Martel.

2 Compte-rendu de réunion n° 4 – Commission de la défense nationale et des forces armées, Audition du générale Thierry Burkhard, chef d'état-major de l'armée de Terre, sur le projet de loi de finances pour 2020, 02/10/2019.

La déception est une notion incontournable dans l'histoire militaire. L'armée de Terre la définit doctrinalement de la façon suivante : « *La déception doit caractériser « ce que l'auditoire doit être amené à faire ». Il s'agit de l'effet qui vise, par la combinaison d'actions planifiées dans l'ensemble des champs et milieux, à fourvoyer un auditoire (adversaire, tout acteur de l'environnement opérationnel) dans sa perception de situation, afin d'induire chez lui des comportements préjudiciables à ses propres intérêts et susceptibles de procurer un avantage à la force amie.* »³ Cette notion s'inscrit plus largement dans celle de la ruse, qui a toujours côtoyé de plus ou moins l'utilisation de la force, quelles que soient les cultures militaires⁴. Souvent abordée dans les modes d'action des états-majors, elle suscite une attention toute particulière de nos jours avec la prise en compte accrue des champs immatériels et l'émergence d'unités spécifiques dédiées. Les années de projections expéditionnaires ont pour autant largement occulté cette notion au sein des plus bas échelons, soulevant la question de son emploi au sein de ceux-ci.

Une maîtrise concrète et pragmatique de la déception dès les plus petits échelons contribue fortement à leur efficacité opérationnelle, en leur apportant des solutions à des problèmes tactiques tout en accroissant leur survivabilité. Elle s'appuie sur des savoir-faire fondamentaux et son appropriation culturelle par les chefs tactiques dès leur formation initiale.

La revue des trois catégories d'action de la déception que sont la dissimulation, la simulation et l'intoxication montrent en quoi cette notion peut être appliquée par ces niveaux de mise en œuvre et d'exécution. Des références historiques ou plus récentes, ainsi que des exemples d'actions entreprises lors de l'opération Barkhane illustrent la pérennité de ces actions de déception.

La dissimulation pour limiter la transparence du champ de bataille

La première dimension de la déception est la dissimulation, savoir-faire fondamental contesté par une transparence du champ de bataille toujours plus importante. Elle « *agit sur "ce que l'auditoire ne doit pas percevoir". Concourant à un effet de déception, elle vise à lui soustraire tout ou partie d'une information réelle dans l'ensemble des champs et milieux, afin de perturber son appréciation de situation. La dissimulation comprend les procédés de camouflage, de contre-renseignement et l'application de mesures de sécurité opérationnelle.* »⁵ Il s'agit certainement de l'aspect de

3 DFT 3.10.5 – *Les opérations de déception*, p. 14, 2024.

4 Lire à ce sujet *La ruse et la force* de Jean-Vincent Holeindre, éditions Perrin.

5 DFT 3.10.5 – *Les opérations de déception*, p. 15, 2024.

la déception le plus parlant pour le soldat, le camouflage étant un acte réflexe du combattant. La recherche de la discrétion a pour objectif de rendre la détection-reconnaissance-identification (DRI) adverse plus difficile, et donc d'augmenter l'incertitude chez l'adversaire. La dissimulation est omniprésente dans l'histoire de la guerre. L'exemple de l'usage des masques du terrain à cette fin est un grand classique : en 530 après J.-C. à Daras, le général byzantin Bélisaire utilisait un flanc de colline pour surprendre l'ennemi perse avec un détachement de cavalerie. En 1929 le règlement de l'Armée rouge soulignait son importance⁶ : « *les opérations menées par les troupes devraient être accomplies avec vitesse et masquage maximaux* ».

La dissimulation est aujourd'hui rendue plus compliquée en raison de l'accroissement de la transparence du champ de bataille lié aux nouvelles technologies. En effet, le développement de l'imagerie satellitaire, des drones, de la guerre électronique, du cyber ou plus simplement des optiques sont autant de moyens qui réduisent la possibilité de se dissimuler aux vues de l'adversaire. Ainsi, la présence permanente de drones dans le ciel comme lors de la bataille de Bakhmout en Ukraine en 2022-2023 augmente inévitablement l'exposition aux vues de l'ennemi. Par ailleurs, le développement d'applications de *smartphone* comme *Diia* par le gouvernement ukrainien transforme chaque civil en capteur potentiel capable de transmettre un renseignement géolocalisé incluant une photo illustrative. Le module *eVorog* de cette application a ainsi permis aux Ukrainiens de récolter plus de 300 000 rapports en août 2022. En conséquence, les unités sont aujourd'hui très largement exposées aux capacités d'observation adverses, y compris dans leur zone arrière. Elles sont dès lors plus vulnérables aux menaces indirectes de l'ennemi.

Ce constat renforce la nécessité pour les unités de maîtriser les mesures permettant de limiter la transparence du champ de bataille. L'effort doit se porter sur la réduction des signatures physiques (visuelles, thermiques, sonores, olfactives) mais également virtuelles (électromagnétiques, numériques) et cognitives (informationnelles).

L'effort de dissimulation des signatures physiques trouve son application dès la phase de préparation des opérations. Ainsi, sur une base opérationnelle avancée dans un contexte de moyenne ou basse intensité, la constitution de la rame de véhicules la veille de chaque départ en mission est un signe trop prévisible pour l'adversaire : elle doit donc se faire de nuit, de manière décentralisée ou suffisamment à l'avance pour maintenir l'incertitude sur le jour et l'heure de départ. La réduction de la signature visuelle nécessite une redécouverte des savoir-faire fondamentaux du camouflage. La *Doctrine*

⁶ David Glantz, *Soviet Military Deception in the Second World War*, London, Routledge, 1989.

de la *déception*⁷ de 2010 développe ainsi de nombreux aspects qu'il convient de maîtriser au niveau des équipages pour gagner simplement et efficacement en discrétion, en plus des mesures spécifiques au combattant (le FOMECLLOT⁸). Masquer les parties visibles des véhicules, tirer profit des spécificités du terrain (forêt, zones urbaines), réduire toute luminosité la nuit, savoir habilement disperser ses moyens dans le secteur alloué pour éviter une concentration facteur de visibilité sont le début d'une liste non exhaustive pour réduire la signature visuelle. Outre le camouflage, la recherche d'une moindre exposition visuelle par la vitesse en terrain ouvert ou la qualité des postes des véhicules sont des points essentiels que les équipages doivent travailler et garder à l'esprit. Le développement des capacités d'infiltration et de combat de nuit sont par ailleurs un impératif. Ainsi, dans le cadre de l'opération Barkhane, la capacité d'un sous groupement à mener une infiltration de nuit sur 15 à 20 km dans un terrain particulièrement difficile (rythme de 4 à 5 km/h), a pu être déterminante pour surprendre l'adversaire. Savoir tirer parti de la faible visibilité, liée à la nuit ou à la météo, est également crucial dans un conflit de haute intensité. En Ukraine, l'artillerie utilise la nuit pour dissimuler ses mouvements et effectuer ses tirs. Enfin l'innovation technologique permet par ailleurs de compléter la réponse au développement des moyens d'observation adverse, selon la dialectique de l'épée et du bouclier. C'est le cas des filets de camouflage multi-spectraux dont va se doter l'armée de Terre.

Le rayonnement sonore des unités tactiques est un autre point à ne pas négliger dans les échelons considérés. Dans une société habituée au bruit permanent, la recherche du silence est aujourd'hui un exercice en soi peu naturel. Or elle apparaît primordiale au niveau de l'équipage. En effet, la qualité du pilotage et le réflexe de couper les moteurs dès que possible sont des points clés pour limiter l'empreinte sonore d'une unité et donc sa vulnérabilité lors de certaines phases du combat. C'est l'esprit du chasseur ne souhaitant pas être décelé par le gibier. Cet enjeu du rayonnement sonore est particulièrement vrai de nuit.

Enfin, la recherche de la réduction de la signature virtuelle est indispensable face à une guerre électronique adverse efficace. Il s'agit dès lors de limiter l'utilisation de la radio aux situations où le bénéfice est supérieur au risque de détection. L'usage de moyens dégradés (fanions, gestes, mouvements de canon) fluidifié par l'entraînement, une grande rigueur dans la procédure radio et une redécouverte du véritable silence radio permettent de réduire de manière conséquente les émissions. En revanche en phase de contact,

7 *Doctrine de la déception* – EMP 20 561 – TTA 712 du 01/03/2010.

8 FOMECLLOT : F – forme/fond ; O – ombre ; M – mouvement ; E – éclat ; C : couleurs ; B – bruit ; L – lumière ; O – odeur ; T – trace.

l'efficacité de la transmission prime. Il convient de ne pas reproduire l'erreur de l'entre deux-guerre, limitant l'usage de la radio dans les blindés français sous prétexte du risque d'intrusion allemande. La capacité à camoufler les coordonnées est également un savoir-faire à redécouvrir face au risque d'intrusion de l'ennemi, malgré l'évasion de fréquence. Enfin, des ordres stricts sur l'usage des téléphones doivent permettre d'en contrôler l'usage pour au mieux en tirer des bénéfices opérationnels, au moins limiter les imprudences. Il convient de ne pas avoir une approche trop restrictive sur les technologies duales comme le *smartphone*. Mais la balance bénéfices/risques doit bien être évaluée. Ainsi les téléphones peuvent certes conduire à la localisation puis à la destruction d'une unité, mais également à l'accélération d'une boucle RENS-feux à moindre frais ou à une intégration plus poussée des effets immatériels.

Si la dissimulation se comprend naturellement par la discrétion, elle peut aussi s'aborder temporairement sous l'angle de la saturation. L'analyse de l'information par l'ennemi est en effet plus compliquée dans le brouillard d'un tsunami de données. Dans la nuit, la bougie demeure moins visible placée à côté d'un phare.

La simulation pour résoudre un problème tactique

La simulation constitue la deuxième catégorie d'action de la déception. Elle « agit sur "ce que l'auditoire doit percevoir". Concourant à un effet de déception, elle vise à le détourner de l'action principale par la production de signaux réels à fictifs, voire à réalité variable (intentions, capacités, etc.), dans l'ensemble des champs et milieux, induisant chez lui une réaction inappropriée et susceptible d'être exploitée par la manœuvre amie. La simulation comprend les procédés de diversion, de démonstration et de leurrage. »⁹ La simulation favorise l'effet de surprise et une certaine économie des moyens. Elle pousse l'ennemi à exécuter une manœuvre qui pourra être exploitée, ou encore contribue à garantir la liberté d'action du chef en détournant l'ennemi de l'opération planifiée.

Les exemples historiques ne manquent pas pour inspirer des modes d'action au niveau d'une unité. Avant Alésia, Jules César parvint à franchir l'Allier à l'aide d'une feinte par le mouvement. Dissimulant deux légions près du lieu de franchissement choisi, il détourna la vigilance des éclaireurs de Vercingétorix en poursuivant la progression avec le gros de ses troupes, permettant alors d'éloigner toute menace sur la réalisation du pont sur pilotis à l'emplacement décidé. Les Russes l'ont porté à l'état d'art, la *Maskirovka*. À l'été 1943 lors de la bataille de Koursk, ils l'utilisèrent pour simuler une attaque imminente

⁹ DFT 3.10.5 – Les opérations de déception, p. 17, 2024.

dans le secteur Sud et ainsi contraindre les Allemands à basculer leur effort. Pour cela, l'Armée rouge regroupa une force suffisamment crédible dont elle intensifia les signaux pour laisser croire à une attaque imminente (notamment par l'intensification des communications)¹⁰.

Un des premiers modes d'action pour la simulation est de tromper l'adversaire sur son intention par le mouvement de l'unité sur un objectif simulé ou incertain. Largement utilisé par Malborough au début du XVIII^e lors de la guerre de Succession d'Espagne face aux Français, le maintien du doute sur ses objectifs par l'itinéraire emprunté permet d'éviter une approche frontale trop prévisible. Cet exemple historique est parfaitement transposable à des cas concrets, et réalisés, lors d'opérations dans le Sahel. Les bénéfices de la guerre électronique permettent de confirmer l'effet obtenu par la simulation. Ainsi dans la figure 1), un sous-groupement a pour mission d'harcéler les Groupes armés terroristes (GAT) sur un objectif donné. Ne pouvant l'aborder directement sans provoquer immédiatement l'exfiltration de l'adversaire, il doit le surprendre. La diversion consiste alors à se lancer dans une reconnaissance vers une autre zone regroupant plusieurs points d'intérêt importants pour l'adversaire, de manière à ce que celui-ci se sente en sécurité sur l'objectif réel. L'action est alors réorientée au dernier moment par une infiltration de nuit permettant de surprendre l'adversaire au petit matin.

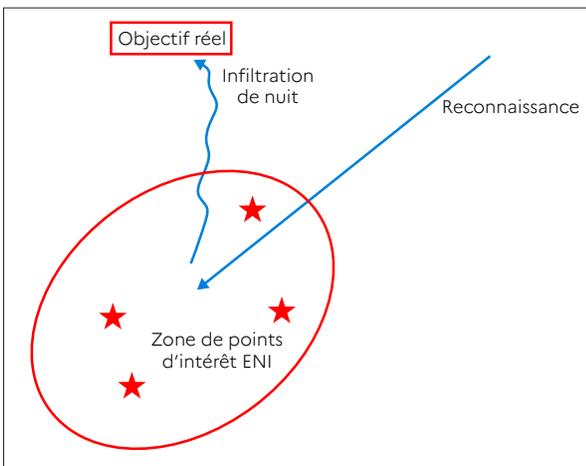


Figure 1.
Une diversion
par le mouvement.

L'action sur un objectif simulé peut également avoir comme but non pas de surprendre l'ennemi sur un objectif réel comme dans le cas de la figure 1, ce qui est souvent compliqué notamment de jour, mais de conduire celui-ci à mener une manœuvre exploitable par l'ami.

¹⁰ Relire pour cela *Koursk* de Jean Lopez, éditions Economica.

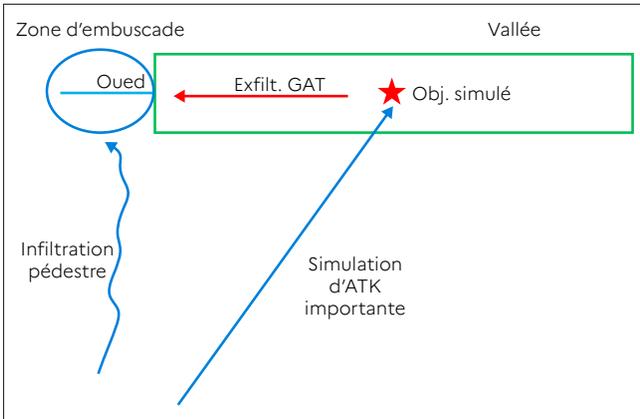


Figure 2.
Simulation
par le mouvement
et les moyens.

Dans la figure 2, l'objectif du sous-groupe est de forcer l'ennemi à s'exfiltrer d'une vallée par un axe pour le pousser vers une zone d'embuscade. Une section d'infanterie s'infiltré de nuit à pied vers cette position. Au petit matin, le sous-groupe simule alors une attaque importante d'une portion de la vallée d'où proviennent des émissions électromagnétiques des GAT. Afin de donner de la crédibilité à l'ampleur de l'attaque, des mouvements de VAB et d'AMX 10RCR sont simulés par un canon à son, accompagnés de tirs d'artillerie d'obus éclairants. Les terroristes s'exfiltrèrent alors par l'axe où la section d'infanterie est tombée en garde.

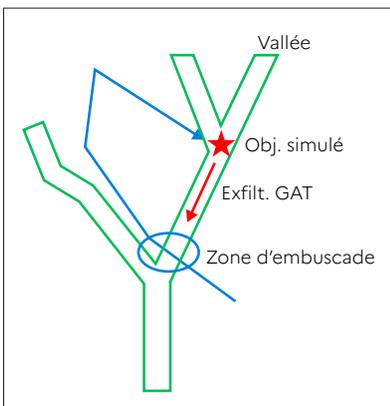


Figure 3.
Attaque de déception pour pousser l'ENI
dans le filet de la section d'infanterie.

La figure 3 donne un exemple d'une manœuvre similaire où la section d'infanterie ne s'infiltré plus mais débarque en toute discrétion sur sa zone d'embuscade lors de la progression du sous-groupe. Le mouvement général de l'unité laisse difficilement deviner quel est l'objectif final. Les AMX 10RCR réalisent l'attaque de déception sur l'objectif simulé. L'artillerie est utilisée pour canaliser l'exfiltration des terroristes vers la zone d'embuscade.

Il est difficile de mesurer l'impact réel du canon à son dans la déception. Il a néanmoins été utilisé à de nombreuses reprises lors de l'opération Barkhane. Par exemple, peu avant le posé d'un hélicoptère, un passage d'avion de chasse a pu être simulé pour dissuader toute éventuelle action adverse¹¹. Outre le canon à son, d'autres méthodes peuvent permettre de tromper l'ennemi sur le volume réel des forces engagées. Ainsi l'Armée rouge faisait-elle « *tourner ses camions en rond pour faire croire à la présence de davantage de forces et faire hésiter l'ennemi* »¹².

Quel que soit l'usage de la simulation, il en ressort un point commun : il s'agit de résoudre un problème tactique, qu'il soit lié au terrain, aux délais, ou au rapport de force.

L'intoxication, ou le royaume des créatifs

La troisième et dernière catégorie d'action de déception, l'intoxication, est sans doute la plus difficilement réalisable par les petits échelons tactiques. « *Forme militaire de la désinformation, l'intoxication agit sur "ce que l'auditoire doit croire". Concourant à un effet de déception, elle vise, par la manipulation, l'amplification ou l'orientation de l'information, à le tromper sur les intentions et les possibilités amies en l'amenant à collecter et interpréter des informations fausses ou dissonantes dans l'ensemble des champs et milieux.* »¹³

Quelques éléments d'intoxication peuvent être mis en œuvre dans un sous-groupement tactique, à condition d'être ordonnés par les niveaux supérieurs : fausses cartes en cas de capture ou volontairement abandonnées sur une position, usage dirigé des réseaux sociaux, types de messages transmis à la population, aux autorités locales, etc. Cela doit pouvoir consister en des tâches simples ne pouvant pas remettre en cause la manœuvre globale.

Dans certains cas, un sous-groupement peut proposer de réaliser une intoxication. L'exemple présenté dans la figure 4 fut étudié mais non réalisé. Une unité devait harceler les GAT dans une zone donnée. L'axe d'approche était imposé, obérant tout effet de surprise. Aussi l'idée fut-elle évoquée de diffuser publiquement, par la radio locale, un objectif factice permettant d'approcher la zone d'objectif sans dévoiler la véritable intention. Il s'agissait donc d'annoncer en amont une aide médicale à la population (AMP), avec

11 Les Américains utilisaient des méthodes similaires au Kosovo en 1999, voir l'article *Pour revenir sur la citation de cette semaine : plaidoyer pour une Maskirovka à la française*, colonel Frédéric Jordan, 5 novembre 2011, www.lechoduchampdebataille.blogspot.com/2011/11/pour-revenir-sur-la-citation-de-cette.html?m=1.

12 Article *La stratégie russe de la Maskirovka à l'épreuve de l'Ukraine*, Nicolas Gros-Verheyde, 15 février 2022.

13 DFT 3.10.5 – *Les opérations de déception*, p. 16, 2024.

la réalisation de préparatifs crédibles. *In fine* l'action devait être réorientée sur l'objectif réel le jour J. Il fallait pour autant que l'AMP soit maintenue d'une manière ou d'une autre, pour une question d'éthique et afin de ne pas entamer le lien de confiance envers la population.

Un autre exemple d'intoxication peut consister, pour une unité, à laisser exposée une caisse à sable factice avant une opération, en misant sur une éventuelle collusion avec l'ennemi chez les autochtones ayant accès à la zone. Néanmoins, la réussite d'une opération ne peut pas reposer sur une action dont l'efficacité n'est pas évaluable et est sujette à caution. Au regard des exemples apportés, l'action d'intoxication est donc bien réalisable, du moins dans son exécution au niveau 5, mais elle est à manier avec précaution compte tenu des enjeux plus globaux pouvant avoir un impact sur le plan opératif voire stratégique. Elle nécessitera par ailleurs de disposer d'officiers créatifs, mais également réalistes, afin d'imaginer une façon d'agir qui puisse porter du fruit. Les exemples historiques permettent de nourrir leur imagination.

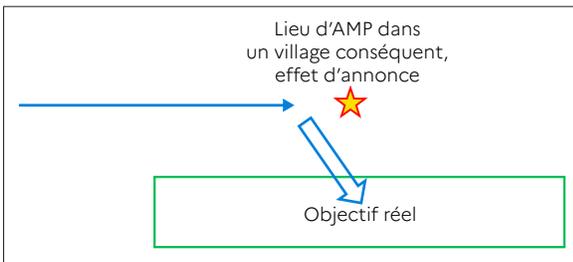


Figure 4.
Intoxication.

Conclusion

Ce rapide tour d'horizon de la déception militaire éclaire la manière dont elle peut être réalisée et exploitée de manière concrète dès les plus bas échelons tactiques.

Il est donc primordial de « *réapprendre certains savoir-faire fondamentaux* »¹⁴ du combattant individuel aux chefs tactiques, pour acquérir ou se réapproprier une culture de la déception pouvant faire fructifier leur imagination et inspirer leur action. Incontournable dans la perspective d'un combat durci¹⁵, elle apparaît d'autant plus importante à redécouvrir à l'heure où la manœuvre semble à nouveau verrouillée par les feux et le front continu.

14 *Opérations de déception, Repenser la ruse au XXI^e siècle*, Rémy Hémez, Etude de l'Ifri, juin 2018.

15 Lire à ce sujet *Ruser pour gagner : pour une déception militaire française*, Cécile du Gardin, 12 mars 2022, www.revueconflits.com/ruse-pour-gagner-pour-une-deception-militaire-française/.



**Par le chef d'escadrons
Olivier HOSOTTE**

Officier de cavalerie, saint-cyrien de la promotion « de Castelnau », le chef d'escadrons Hosotte a servi au 1^{er} régiment de chasseurs où il notamment commandé un escadron de reconnaissance et d'intervention. À l'issue de cette période au sein de forces, il a été affecté comme officier traitant du retour d'expérience du commandement du combat futur. Il a, entre autres, été en charge des leçons tirées du partenariat militaire opérationnel au profit des troupes ukrainiennes. Il a été déployé deux fois au Sahel dans le cadre de l'opération BARKHANE, une fois au Liban dans le cadre de l'opération DAMAN et une fois au sein de l'opération navale européenne ASPIDES.

INTERVENTIONS MILITAIRES FRANÇAISES EN AFRIQUE : RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'armée de Terre possède une solide culture de la projection d'urgence au niveau brigade et groupement tactique et il faut à présent la développer au niveau division. Cette expérience d'un demi-siècle d'engagements a aussi forgé le caractère et les forces morales des cadres de l'armée de Terre et de ses soldats, ce qui constitue un capital immatériel non négligeable. Les savoir-faire de la « petite guerre » seraient certainement mis en œuvre dans un affrontement majeur. Le défi consiste donc à ne pas oublier l'expérience acquise et être capable de l'adapter aux exigences du combat futur.

Article paru dans le numéro 50 de mars 2024 de la revue Conflits et reproduit avec l'aimable autorisation de son rédacteur en chef Jean-Baptiste Noé.

Depuis l'agression russe en Ukraine, la question de la préparation de l'armée de Terre à mener une guerre de haute intensité est régulièrement posée. En effet, exception faite de la première guerre du Golfe en 1991, les forces terrestres ont principalement mené des opérations de basse intensité – maintien ou rétablissement de la paix, contre-insurrection – entrecoupées d'épisodes sporadiques de haute intensité que ce soit en ex-Yougoslavie au début des années 90, en Afghanistan au début des années 2000 ou en Afrique de façon régulière et ce dès la décolonisation¹.

¹ Entre mars 1969 et juin 1971, l'opération Limousin est menée par la France : 2 500 soldats français sont déployés au Tchad pour réorganiser l'armée tchadienne et l'appuyer dans sa lutte contre la rébellion. En septembre 1979, la France déclenche l'opération Barracuda en République Centrafricaine. Depuis, les opérations en Afrique centrale et sahélienne n'ont jamais cessé. A ce jour, des troupes françaises sont toujours déployées au Tchad.

De ces « petites guerres »² aux objectifs non existentiels pour la nation et impliquant des volumes de troupes limités, les forces terrestres ont tiré une culture de l'alerte et acquis leurs lettres de noblesse, reconnues parmi les armées occidentales, dans le domaine de la contre-insurrection. De prime abord, cette expérience face à un adversaire furtif, tenace mais faiblement armé peut sembler inadaptée à la culture du combat à grande échelle, celui de la division et du corps d'armée en particulier, contre un ennemi au moins aussi bien équipé et déterminé et nécessitant des moyens lourds (blindés, artillerie, génie, défense sol-air, etc.).

Certes, ce serait une grave erreur de croire que l'expérience acquise dans le combat de contact, celui de la compagnie ou du groupement tactique, nous exonère de l'effort nécessaire de réappropriation des savoir-faire des opérations à grande échelle, néanmoins, les retours d'expérience de nos opérations, spécialement en Afrique, constituent à bien des égards, une préparation aux engagements de haute intensité qu'il ne faut pas perdre de vue.

Une solide culture de la projection d'urgence à développer au niveau division

Les forces terrestres ont une culture de l'engagement d'urgence entretenue pour répondre au circuit de décision particulièrement court du pouvoir exécutif de la V^e République. Qu'il s'agisse des opérations Épervier et Boali, Sangaris ou Serval et dans une moindre mesure de la création de l'EUFOR Tchad, le scénario de la mise en place rapide d'une force d'interposition qui sauve une situation militaire mal engagée se répète à intervalles réguliers.

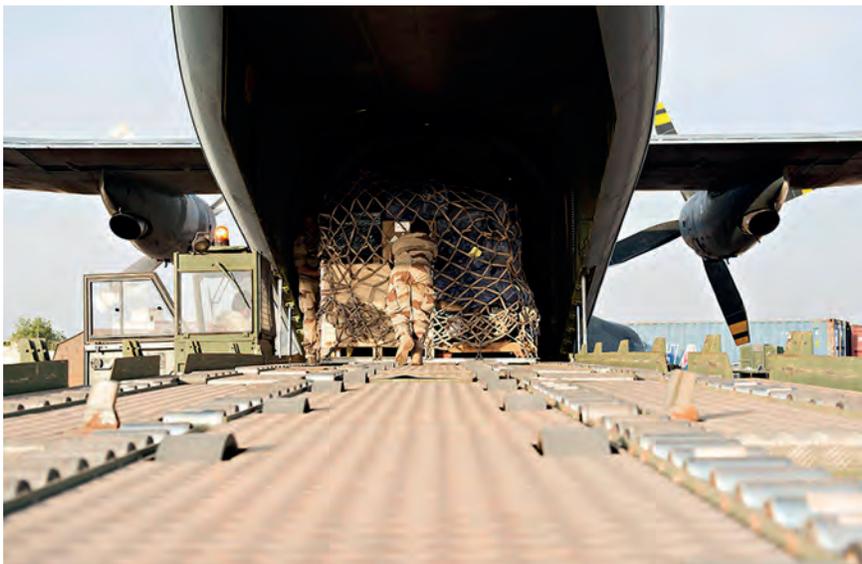
Cette culture d'alerte permanente et de déploiement en urgence des forces terrestres doit être conservée et adaptée au nouveau contexte stratégique. Certes, nous n'avons pas de menaces militaires à nos frontières mais nous devons être capables de déployer rapidement nos forces dans le cadre de la solidarité stratégique sur le flanc Est de l'Europe au sein de l'OTAN – c'est tout le sens du *Nato force model*³ – mais aussi celui de la protection du territoire national dans nos territoires d'outre-mer et de la prévention que ce soit en Afrique, au Proche et Moyen-Orient ou en Indo-pacifique.

2 À l'origine, la « petite guerre » désigne les opérations de harcèlement et d'embuscades menées sur les arrières de l'ennemi par des troupes franches ou des « volontaires royaux ». Les corps francs, les hussards et les chasseurs à cheval sont des unités légères et autonomes spécialement créées pour ces circonstances. Aujourd'hui, le terme de « petite guerre » regroupe les opérations asymétriques principalement de contre rébellion en deçà d'un niveau d'affrontement de grande ampleur entre forces symétriques.

3 Nouvelle organisation de la force de réaction de l'OTAN.

Avec 5 000 hommes et 1 400 véhicules projetés en 2013, l'opération Serval au Mali illustre cette culture de la projection qui fonde la réactivité et la capacité à empêcher la stratégie du fait accompli. Déclenchée sans préavis, elle a souligné l'aptitude des armées, en particulier des forces terrestres, à entrer en premier sur un théâtre distant de plusieurs milliers de kilomètres⁴ et à combattre dans ce milieu particulièrement abrasif qu'est le désert. Ce déploiement s'est appuyé sur trois piliers : des forces prépositionnées, un dispositif d'alerte permettant notamment l'engagement d'urgence et le transport stratégique, aérien et maritime nécessaire à la projection.

Ces piliers sont aujourd'hui l'objet de l'attention de l'armée de Terre pour pouvoir passer à une projection à grande échelle : cela passe notamment par une plus grande autonomisation des brigades, une montée en gamme de l'échelon national d'urgence incluant des moyens lourds blindés et la régionalisation des deux divisions des forces terrestres – une dédiée aux engagements en Europe et la deuxième dans le reste du monde – afin de faciliter une meilleure appropriation des modalités de déploiement et des théâtres potentiels⁵.



Chargement d'un C160 Transall à Bamako. © armée de l'Air.

4 « Déclenchée sans préavis, l'opération Serval a été une réussite (...). Une force de 5 000 hommes et 1 400 véhicules a été projetée en quelques semaines à plusieurs milliers de kilomètres ». Retour d'expérience *Rôle de l'armée de Terre dans la montée en puissance et la conduite de l'opération Serval* (DR).

5 Le retour d'expérience du déploiement de l'EUFOR Tchad rappelle que la connaissance fine du terrain et du maillage administratif d'un pays facilite grandement le déploiement et la conception des ordres d'opération.

Ce que la France a réalisé avec l'équivalent d'une brigade au Mali en 2013, elle doit pouvoir le faire au niveau division en 2027. En effet, l'objectif fixé par le chef d'état-major de l'armée de Terre est d'être capable de déployer à cette échéance une division à deux brigades françaises et une brigade multinationale en trente jours ce qui suppose un haut niveau d'interopérabilité. Rappelons que dans ce domaine, la France ne part pas de rien et qu'elle a déjà effectué nombre de déploiements multinationaux y compris en tant que Nation cadre pour l'EUFOR Tchad⁶.

De la maîtrise du combat interarmes et interarmées à la guerre multimilieux multichamps

La doctrine d'emploi des forces terrestres est principalement conçue pour un engagement interarmes de haute intensité dans un cadre interarmées. La dimension interarmes du combat est nativement inscrite en organisation via les sept brigades interarmes et s'applique donc tout naturellement à l'entraînement et aux opérations. Cette doctrine s'est bien sûr adaptée pour tenir compte de la nature de nos engagements mais sans remettre en cause ces principes clés de combat interarmes et interarmées essentiels pour obtenir une plus grande synergie des effets. Que ce soit en haute intensité ou dans une opération de contre-insurrection en Afrique⁷, un franchissement ou un raid blindé reste une opération fondamentalement interarmes.

Le retour d'expérience de l'opération Serval est là encore, éclairant: sans préavis et sans connaissance intime du terrain⁸ et de l'ennemi, les forces françaises ont planifié et conduit avec succès une manœuvre interarmes et interarmées offensive. Pour aller plus loin, on peut même dire que l'engagement au Mali préfigure ce qu'il est convenu d'appeler maintenant les opérations multidomaines ou multimilieux – multichamps intégrant les effets dans les champs immatériels à la manœuvre aéroterrestre via notamment des opérations de déception pour tromper l'ennemi et des opérations d'influence afin de contrer les manœuvres d'intoxication adverses comme celle du groupe Wagner à Gossi en mai 2022. Cette société paramilitaire cherchait à faire croire à la présence de charniers à proximité d'un camp français.

6 Suite au vote de la résolution 1778 des nations unies du 25 septembre 2007, l'EUFOR Tchad-RCA a vu la France commander le déploiement d'unités provenant de vingt-cinq pays membres de l'Union européenne aux contributions disparates. La France a alors également été confrontée à des lacunes capacitaires à combler pour être Nation-Cadre.

7 Lors de l'opération Serval, l'état-major tactique, doté d'un officier mouvement, fait réaliser un franchissement du Niger à ses unités et réaliser des raids blindés à sa cavalerie. Ces deux manœuvres sont typiquement conçues pour des guerres symétriques.

8 La plupart des unités de manœuvre ne disposaient pas de cartographie exploitable et récente de leurs zones d'action. Certaines cartes avaient dû être fournies par le service historique de la défense.

L'exercice ORION en 2023 a été l'occasion d'expérimenter l'approche multimilieux - multichamps au niveau opératif, donc interarmées, comme au niveau tactique. L'armée de terre en a tiré rapidement les enseignements en réorganisant les grands commandements en cohérence avec les sept fonctions opérationnelles majeures retenues depuis l'été 2023: commandement/ systèmes d'information et de communication; renseignement; cyber et guerre électronique; manœuvre interarmes; soutien/protection; feux et actions de la profondeur; influence.

Les forces morales au cœur de la performance de l'outil de combat

En Afrique, les forces terrestres ont servi des matériels et appliqué des doctrines conçues autour de la perspective du combat conventionnel en les adaptant à la réalité du terrain et de l'ennemi. Cette expérience d'un demi-siècle d'engagements a aussi forgé le caractère et les forces morales des cadres et des soldats qui ont été confrontés aux combats, aux blessures physiques et psychiques ainsi qu'à la mort face à un ennemi, certes moins équipé, mais extrêmement motivé et connaissant parfaitement le terrain.

L'armée de Terre doit aujourd'hui capitaliser l'expérience acquise par les petits échelons de combat et se préparer, en lien avec le Service de Santé des Armées, à faire face à des pertes supérieures en nombre.



Exercice Service de santé des armées sur Griffon. © DIRMED BARKHANE.
Source : <https://www.defense.gouv.fr>.

Il s'agit aussi d'être capable de résister à l'influence exercée par nos adversaires et compétiteurs. Cette dernière s'exerce d'ailleurs largement via les réseaux sociaux, un milieu dont la permissivité permet les opérations psychologiques les plus audacieuses capables d'ébranler la cohésion des unités et de la nation si l'on n'y prend pas garde. C'est tout le sens de la politique des forces morales développées par l'armée de Terre qui vise à renforcer la résilience du soldat et de sa famille.

Les savoir-faire de la « petite guerre » seront mis en œuvre dans un affrontement majeur

Certes, l'armée de Terre n'a pas l'expérience d'une guerre symétrique même si elle bénéficie du retour d'expérience de l'armée ukrainienne qu'elle contribue à former. Pour autant, cela ne signifie pas que son expérience opérationnelle ne correspond pas à ce que sera une guerre de haute intensité dans toutes les dimensions du champ de bataille et dans tous les milieux contestés.

D'abord parce qu'une guerre symétrique multimilieu et multichamps nécessitera une maîtrise de la zone arrière sur laquelle se trouvent les intérêts vitaux de la France ; zone qui sera toujours plus contestée jusqu'à faire l'objet de compétitions ou d'affrontements. Cette maîtrise requerra une véritable capacité de contrôle de zone. Il convient à ce titre de se rappeler que pendant la Guerre Froide, la 11^e division parachutiste avait pour mission la sécurisation des arrières du front et le contrôle de zone en cas de déclenchement des hostilités avec le pacte de Varsovie. Les savoir-faire éprouvés par les forces terrestres françaises en Afrique auront donc une application très concrète en cas d'engagement majeur, particulièrement sur le territoire national.

Ensuite parce que rien n'indique qu'un ennemi qui voudrait s'en prendre à la France mettra en œuvre une stratégie d'approche directe. Comme le dit le ministre des armées : « la Russie pourrait-elle nous attaquer frontalement ? Je n'y crois pas. Pourrait-elle, en revanche, elle ou ses *proxies*, nous attaquer plus sournoisement, de manière détournée, hybride, via des tiers ? Cela est plus réaliste »⁹. Cette approche indirecte pourrait très bien passer par la déstabilisation d'un pays allié de la France au sein duquel les forces terrestres françaises interviendraient en contre-insurrection.

9 Sébastien Lecornu et Thomas Gomart : « La France face au nouvel ordre post-guerre d'Ukraine » *Le Figaro*, 17 février 2023.

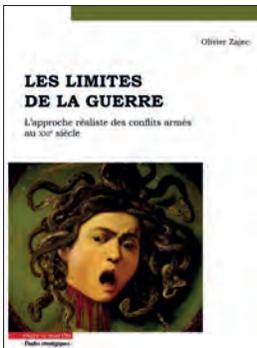
Conclusion

Les forces terrestres doivent impérativement s'appropriier le combat à grande échelle du niveau divisionnaire et corps d'armée en s'appuyant sur les enseignements tirés de nos opérations extérieures. Dans le domaine militaire, s'il est toujours ardu de remonter en puissance, il est bien plus difficile de tout réinventer. Les difficultés de projection d'un corps expéditionnaire, la guerre hybride, le levier que représentent l'influence et les effets immatériels, les forces morales ne sont pas que des mots mais des réalités déjà expérimentées qu'il faut mettre à profit.

Le défi consiste donc à ne pas oublier l'expérience acquise et être capable de l'adapter aux exigences du combat futur. C'est tout le sens de la création en 2024 du Commandement du combat futur assurant la convergence du retour d'expérience, de la doctrine, des équipements et de l'innovation ; un commandement capable d'éclairer l'armée de terre sur les grandes tendances stratégiques et tactiques des années à venir.

NOTES DE LECTURE

LES LIMITES DE LA GUERRE, L'APPROCHE RÉALISTE DES CONFLITS ARMÉS AU XXI^e SIÈCLE



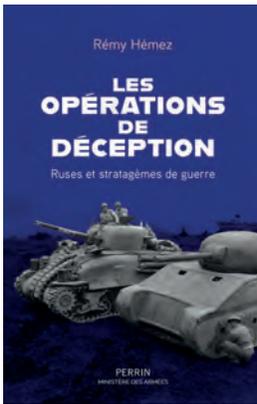
Olivier ZAJEC,
Mare&martin, 2023.

Les Limites de la guerre est le fruit d'une réflexion aboutie sur le phénomène guerrier et une réhabilitation de l'approche réaliste des relations internationales. Prenant acte de la fin des utopies d'un nouvel ordre mondial source de paix, la réflexion part du postulat que « le conflit armé est plus que jamais appelé à demeurer central dans les relations internationales ». Que signifie être réaliste ? Quel est le lien entre guerre, morale et politique ? La stratégie des moyens peut-elle tenir lieu de stratégie tout court ? Pourquoi ce foisonnement de concepts et si peu de résultats dans les guerres dites de contre-insurrection ? Convoquant Aristote, Clausewitz et Georg Simmel, Olivier Zajec nous invite à penser le conflit armé au-delà de sa seule manifestation militaire et réaffirme « la nature relationnelle et profondément sociale du conflit armé ». Un livre dense et parfois ardu qui présuppose une solide culture militaire pour en tirer le meilleur parti.

Olivier Zajec est professeur des universités en science politique à l'université Jean Moulin – Lyon III, où il dirige l'Institut d'études de stratégie et de défense (IESD).

LES OPÉRATIONS DE DÉCEPTION, RUSES ET STRATAGÈMES DE GUERRE

Rémy HÉMEZ,
PERRIN, 2022.



Chacun connaît l'opération Fortitude. Plus rares sont ceux qui connaissent *Error*, *Mincemeat* ou encore *Bolo*. Cet ouvrage de plus de 400 pages est une véritable somme des opérations de déception depuis la Première guerre mondiale jusqu'à nos jours. Travail bienvenu car la ruse et les stratagèmes ne sont plus guère enseignés et pratiqués par les armées occidentales à quelques rares exceptions près. Au-delà de son intérêt historique, cet ouvrage a le mérite de rappeler que les opérations militaires ne sont pas qu'affaire de procédures et de techniques mais aussi de créativité et d'imagination. Il questionne également la pertinence des opérations de déception dans un champ de bataille de plus en plus transparent et met en lumière le rôle des technologies pour se dissimuler, simuler et brouiller sans oublier les stratagèmes dans le domaine numérique. Un livre indispensable pour ceux qui s'intéressent aux opérations militaires.

Le colonel Rémy Hémez est officier du génie et breveté de l'école de guerre. Il a été chercheur au Laboratoire de recherche sur la défense (LRD) de l'Institut français des relations internationales (IFRI) de 2015 à 2017. Son ouvrage sur Les opérations de déception a reçu le prix Maréchal Foch en 2023.



Revue militaire générale

CCF

1 place Joffre – Case 53
75700 Paris SP 07

Directeur de la publication

Général de division Benoît VIDAUD,
adjoint au directeur du CCF.

Rédacteur en chef

Colonel François-Régis LEGRIER
Tél. 01 44 42 53 24
E-mail : frlegrier@gmail.com

Rédacteur en chef adjoint

Lieutenant-colonel Louis-Marie RÉGNIER
Tél. 01 44 42 47 31
louis-marie.regnier@intradef.gouv.fr

Maquettiste-infographiste

Madame Sonia RIVIÈRE

Impression et routage

GRAPHO12
30, rue les Gaillagues – Saint-Rémy
12200 Villefranche-de-Rouergue
(www.grapho12.fr)

Diffusion & Relation avec les abonnés

Capitaine Loumou SOUMARÉ
Tél. 01 44 42 43 18

Tirage

2 000 exemplaires

Dépôt légal

Juin 2024

ISSN de la collection

« Revue militaire générale »
2650-6769

ISBN du volume

(version imprimée / version numérique)
978-2-11-155139-8 / 978-2-11-155140-4

La version électronique de ce document est en ligne sur le site intradef du CCF
<https://portails-federateurs.intradef.gouv.fr/ccf>
et sur le site internet :
www.terre.defense.gouv.fr/ccf

Les documents classifiés ne peuvent être téléchargés que sur des réseaux protégés.



Commandement du combat futur

PÔLE COMMANDEMENT & DOCTRINE

1, place Joffre – Case 53 – 75700 PARIS SP 07

Commandement du combat futur 

Combats futurs 

General Baratz 

CombatsFuturs 

CombatsFuturs 

