

COMBATS FUTURS

ÉCLAIRER / INNOVER / EXPÉRIMENTER / EXPLOITER

Longbow 2040

Quelle formule capacitaire pour vaincre dans la profondeur du champ de bataille ?

« *Why are so many generals dying in Ukraine ?* »¹, interroge un article de *The economist* le 31 mars 2022, soit 2 mois après le lancement de l'opération spéciale russe en Ukraine. Éloignés de la ligne de front avec l'adversaire, les postes de commandement de l'armée russe étaient censés être hors de portée des tirs indirects ukrainiens. Pourtant, ils ont été identifiés comme des cibles prioritaires, et la facilité avec laquelle ils ont été neutralisés dès le début des combats est très instructive. Tout d'abord, l'armée de Terre doit sérieusement se pencher sur la protection de ses postes de commandement, une réflexion déjà amorcée. Ensuite, il est crucial de souligner que la neutralisation des centres de Commandement et de Contrôle (C2) adverse, sans pour autant garantir la victoire, perturbe au moins l'ennemi et redonne temporairement un avantage tactique. Enfin, il est pertinent d'interroger la capacité de l'armée de Terre à mener des frappes en profondeur lors d'un engagement majeur.

Cet article se focalise sur l'étude des capacités cinétiques² nécessaires à l'armée de Terre pour vaincre dans la profondeur du champ de bataille. Il est essentiel de garder à l'esprit la synergie indispensable entre les effets cinétiques et non cinétiques pour mener des actions décisives sur l'adversaire dans la profondeur. De plus, l'étude se concentre sur les capacités de la division et du corps d'armée (niveaux tactique et opératif) car ce sont les échelons les plus bas capables, au sein de l'armée de Terre, de traiter les cibles dans la profondeur du champ de bataille. Ces unités représentent également le niveau le plus bas s'intéressant à la géométrie et à la gestion de l'espace de bataille (Battle Space Management - BSM).

En outre, pour une exploitation complète du sujet, il est nécessaire d'examiner toutes les composantes d'une capacité, de proposer un système et pas uniquement une technologie. Cela implique de ne pas se limiter aux équipements, mais également de s'intéresser à la doctrine, à l'organisation, aux ressources humaines, au soutien et à l'entraînement (DORESE³) nécessaires au développement d'une capacité.

Enfin, la victoire dans la profondeur doit être interprétée comme la réalisation efficace du modelage de l'ennemi avant le contact avec les unités subordonnées. En effet, la profondeur du champ de bataille représente la zone où la combinaison des effets permet de réduire le potentiel et la volonté de l'ennemi. L'avantage ainsi obtenu facilite alors l'engagement des unités au contact pour remporter la victoire.

Il paraît donc pertinent de se demander quelles sont les opportunités que l'armée de Terre doit exploiter pour garantir un engagement favorable à ses unités de contact en 2040. Cette réflexion s'inscrit dans un

¹ « *Why are so many Russian generals dying in Ukraine-The economist* » (pourquoi tant de généraux russes meurent en Ukraine), <https://www.economist.com/the-economist-explains/2022/03/31/why-are-so-many-russian-generals-dying-in-ukraine/>.

² Capacités cinétiques : effecteurs militaires produisant des effets dans les champs matériels (les champs immatériels sont donc exclus).

³ DORESE : Doctrine, Organisation, Ressources humaines, Equipement, Soutien, Entraînement.

monde où les avancées technologiques vont à un rythme exponentiel et où les lois de programmation militaire donnent déjà les caps à suivre.

Cadré par un budget déjà voté jusqu'en 2030, le développement de système modulaire, polyvalent et intégrant l'intelligence artificielle semble prometteur. Ces prospects doivent néanmoins respecter l'éthique de la société dans laquelle ils sont développés, sans oublier que ses principes ne sont pas figés.

Dans un premier temps, il convient de s'intéresser à la profondeur du champ de bataille 2040 et à la nécessité de renforcer la capacité de l'armée de Terre dans ce domaine. Dans un second temps, les contraintes à ces ambitions seront explorées afin d'identifier en dernier lieu les pistes d'amélioration crédibles pour assurer la victoire en 2040.

La zone profonde du champ de bataille, toujours décisive en 2040.

Quelle profondeur pour 2040 ?

Avant tout, il semble indispensable de penser la profondeur 2040 car le choix des solutions à adopter dépend de la portée à atteindre. Actuellement, une estimation commune⁴ définit la zone profonde du champ de bataille d'une centaine de kilomètres (tactique) à 500 km (opératif). Il est très probable que cette distance évolue peu d'ici 2040, et trois raisons majeures sous-tendent cette analyse.

Premièrement, le type d'objectifs dans la zone profonde permet d'envisager un gabarit quasi-identique. En effet, les postes de commandement, la logistique ennemie, les moyens A2/AD⁵ et les zones de regroupement des unités de combat figurent parmi les cibles prioritaires dans cette zone. Or, d'ici 2040, les avancées technologiques dans ces domaines ne permettent pas d'envisager un accroissement important des élongations entre la zone des contacts et l'arrière (portée des radars et transmissions limitées, liaison de données⁶). Même si les postes de commandement s'éloignent, les élongations logistiques resteront raisonnables pour assurer un soutien efficace aux unités de contact. À ce titre, les difficultés logistiques russes dans le cadre du conflit russo-ukrainien illustrent cette limite logistique.

Deuxièmement, alors que les besoins en masse et en profondeur logistique augmentent, le coût des technologies pour la très longue portée limite l'extension de la zone profonde. L'augmentation de la portée implique l'utilisation de technologies toujours plus coûteuses. L'amélioration technologique suit la loi d'Augustine⁷, ce qui peut rendre prohibitif le coût des équipements futurs par rapport à l'intérêt des cibles à traiter. Par exemple, une roquette LRU coûte 160 000 euros⁸ tandis qu'un obus explosif ne coûte que 4 000 euros. Cette contrainte financière laisse à penser que la barre des 200 km ne sera probablement pas franchie d'ici 2040.

Troisièmement, une profondeur excessive du champ de bataille permettrait de traiter des cibles à très haute valeur ajoutée⁹, dont la destruction pourrait potentiellement déclencher l'utilisation d'armes nucléaires. Ce type de cible doit donc demeurer un objectif de niveau stratégique, au risque de faire peser une menace inacceptable sur la force. Chaque pays a son seuil d'engagement nucléaire propre, dépendant de ce qu'il considère comme vital, et cela peut varier. Par exemple, le président Poutine a déclaré le 12 décembre 2022 que « la doctrine nucléaire de la Russie ne permettait que l'utilisation défensive de l'arme atomique »¹⁰. Pourtant Sergei Kagarov¹¹ a affirmé en juin 2023 qu'il fallait abaisser

⁴ général de division Laurent Michon, retour de l'expérience Warfighter 21-4 du 18 juin 2021.

⁵ *Anti-access/ Area Denial*. Stratégies mises en place pour empêcher un adversaire de pénétrer et de manœuvrer dans une zone en créant des bulles antiaériennes et antinavires.

⁶ portée maximale de 40 km pour les radars et de 50 km pour les transmissions UHF/VHF.

⁷ loi d'Augustine : du nom de l'ancien directeur de Lockheed Martin et secrétaire de l'*US Army*, démontrant une augmentation non contrôlée du coût d'acquisition de systèmes d'armes alors que les budgets de défense suivent une tendance haussière moins rapide.

⁸ projet de loi de finances pour 2015 : Défense : équipement des forces.

⁹ tels les OIV : organisme d'intérêt vital.

¹⁰ Alys Davies, BBC, 12 décembre 2022.

¹¹ président honoraire du présidium du conseil et de la politique étrangère et de défense.

le seuil d'utilisation de l'arme nucléaire en Russie. Cette incertitude quant à la menace nucléaire implique une limitation de la zone profonde afin de ne pas outrepasser la sphère de responsabilité du niveau opératif.

Quelle nécessité d'investir ?

Alors que la profondeur du champ de bataille évoluera peu d'ici 2040 et que la France ambitionne d'avoir un modèle d'armée complet, des investissements sont impératifs car la zone profonde est la zone clé des affrontements futurs.

Actuellement en retard dans le domaine des feux de la profondeur du champ de bataille, la France peine à rivaliser avec ses concurrents. Ce retard double, en termes de masse et de technologie, met en évidence un financement insuffisant par rapport à l'ambition affichée de « nation-cadre ». Les comparaisons avec la Chine et les États-Unis sont saisissantes. Des lacunes évidentes en nombre de canons et de roquettes de précision mettent la France en position de désavantage dans le domaine de la profondeur : 7 000 canons et 1 700 LRM pour la Chine, quand la France affiche péniblement 109 canons et 13 LRU. Ce constat est également partagé quant au nombre de radars, drones et brouilleurs¹² dotant les forces terrestres. Sans investissement, notre composante terrestre sera surclassée tant en terme de puissance de feu (« *outgunned* ») qu'en terme de portée de tir (« *outranged* »)¹³

Ensuite, l'investissement dans la Base Industrielle et Technologique de Défense française (BITD) est crucial pour éviter d'être déclassé et soumis au « *lawfare* »¹⁴ à court et moyen terme. En cas de conflit de haute intensité, la profondeur logistique est impérative et seule une BITD indépendante offre cette opportunité, comme en témoigne le récent déplacement du ministre des Armées en Ukraine¹⁵. De plus, afin de conserver une autonomie de décision dans l'emploi de nos moyens, l'imposition de normes supranationales doit être évitée. La norme ITAR¹⁶ illustre cette dépendance.

Surtout, la zone profonde du champ de bataille est la zone clé au niveau opératif. Cette zone contribue pour 70 % des effets infligés à l'ennemi¹⁷. Cibler cette zone permet de livrer un ennemi adapté à nos échelons subordonnés, condition indispensable à la réussite de leur mission de contact (zone des contacts : zone des 70 % de pertes). De plus, ce ciblage restreint la liberté de manœuvre ennemie puisque le C2, le soutien et les capacités A2/AD sont les cibles prioritaires. Cet affaiblissement en termes de coordination et de capacité de régénération est un frein à sa liberté d'action. L'exemple de la logistique ukrainienne, où la "*golden hour*" s'est transformée en "*golden day*"¹⁸, souligne la valeur quasi-stratégique de cibler l'arrière de l'ennemi pour le ralentir et obtenir un avantage temporaire.

Enfin, le déploiement sur un théâtre de capacités d'actions dans la profondeur contribue davantage au signalement stratégique que le déploiement des capacités « de contact ». Par leur aptitude à atteindre des objectifs à haute valeur ajoutée, ces effecteurs jouent un rôle dans le domaine des perceptions et de l'influence. Ils viennent en appui et en complément du rôle stratégique joué par la Marine et l'armée de l'Air dans la zone profonde.

¹² LPM 24-30 : 10 radars de contre-batterie portée 40km, 3500 drones.

¹³ Stéphane Delory – Philippe Gros, « l'évolution des feux dans la profondeur à l'horizon 2035 », note 12 fondation pour la recherche stratégique, février 2020.

¹⁴ lawfare : usage stratégique du droit pour limiter l'emploi de technologies étrangères.

¹⁵ « En Ukraine, Sébastien Lecornu ancre l'aide française dans la durée | Minarm » <https://www.defense.gouv.fr/actualites/ukraine-sebastien-lecornu-ancre-laide-francaise-duree>.

¹⁶ *International Traffic in Arms Regulations* (ITAR), réglementation américaine servant à contrôler les importations et exportations des matériels de guerre et assimilés américains.

¹⁷ général de division Laurent Michon, retour de l'expérience Warfighter 21-4 du 18 juin 2021.

¹⁸ médecin chef Maurice, commandement des opérations spéciales, colloque des médecins militaire, Paris 2022.

Les difficultés du développement des capacités cinétiques dans la profondeur.

L'accumulation du retard financier et technologique.

Le retard financier et technologique représente un défi majeur, résultant à la fois de contraintes structurelles et conjoncturelles dans l'élaboration des lois de programmation en France. Ces lois, bien que s'étalant sur plusieurs années, ne permettent pas une planification adéquate des capacités nécessaires à long terme. Elles sont à l'image d'un mandat politique, trop courtes pour permettre une prise de risque sans garantie solide. Cette approche à court terme a affecté les capacités à agir massivement dans la profondeur, puisque les capacités de feux ont été taillées pour des situations de combat « contre-insurrectionnel » dans un environnement de relatif confort opératif¹⁹. La précision, la maîtrise des dommages collatéraux et l'imbrication des ennemis au sein de la population dans ce type d'affrontement ont favorisé le développement d'armes de haute technologie en nombre limité. Les domaines les plus impactés par le manque d'investissement des dernières lois de programmation militaire sont probablement les moyens de contre-batterie, les lance-roquettes unitaires et les moyens de défense sol-air²⁰.

Face à un ennemi robuste dans le domaine du A2/AD, ce manque d'investissement se traduit par un retard technologique préoccupant ne permettant pas de garantir la supériorité en 2040. En effet, les effecteurs agissant dans la troisième dimension (de l'avion à la munition) ne sont pas capables, face aux systèmes A2/AD ennemis, de frapper les cibles à haute valeur ajoutée de la zone arrière. Les armes hypervéloces, les drones, les liaisons de données robustes et le guidage *GNSS deny*²¹ sont autant de domaines qui illustrent ce retard technologique accumulé en raison du type d'ennemi affronté jusqu'aujourd'hui.

L'interdépendance.

Les coopérations nécessaires et les dépendances technologiques sont des défis auxquels doit faire face le développement des capacités cinétiques dans la profondeur.

En effet, les projets visant à renforcer ces capacités sont souvent mutualisés pour réduire les coûts et favoriser l'interopérabilité entre les armées européennes. Cependant, ces projets collaboratifs à long terme risquent de ne pas aboutir, car ils laissent le temps aux différentes parties impliquées de voir leurs intérêts diverger. Afin de fournir au programme de l'armée de Terre TITAN²² son segment feux dans la profondeur en 2040, un partenariat franco-allemand CIFS²³ avait été envisagé. Malheureusement, des désaccords sur les besoins et les priorités ont conduit à la mise en veille de ce programme.

Sur le plan technologique, la dépendance à des technologies externes compromet l'indépendance décisionnelle et la souveraineté de la France. Les équipements militaires destinés à opérer en profondeur doivent être capables de se guider et de communiquer sur de longues distances. Or, ces briques technologiques cruciales sont détenues par des pays tiers, exposant ainsi la France au risque de voir ces services coupés en cas de divergence d'intérêts²⁴. Par exemple, le guidage *GPS/GNSS* du drone SMDR, indispensable pour ses frappes en profondeur²⁵, dépend des technologies américaines. De même, les liaisons de données tactiques dans ces opérations reposent sur des systèmes américains (L16/SATCOM).

¹⁹ général d'armée Thierry Burkhard, *Stratégie Militaire Générale*, 2023.

²⁰ LPM 24-30 : 10 radars de contre-batterie portée 40 km, 16 lance-roquettes unitaires, 196 postes de tir Mistral.

²¹ GNSS deny : terme générique désignant le brouillage des signaux GPS.

²² Programme TITAN : renouvellement pour 2040 du segment lourd de l'armée de Terre (chars de bataille, artillerie longue et très longue portée).

²³ CIFS : *Common Indirect Fire System*.

²⁴ Application du principe du « *lawfare* ».

²⁵ Compte rendu de fin de mission artillerie 3D – GTD Roc Noir, novembre 2021.

Une restriction mentale.

Le développement des besoins capacitaires futurs dans la profondeur souffre de limites conceptuelles et éthiques significatives.

Premièrement, la capacité des militaires à imaginer les conflits futurs et à envisager le combat en profondeur d'ici 2040 est limitée par un manque créatif et une difficulté conceptuelle à s'extraire de notre modèle organisationnel. Cela se manifeste par la création récente d'organismes prospectifs au sein du ministère des Armées. Par exemple, la RED TEAM²⁶, qui ambitionne d'imaginer les affrontements post-2040 en explorant divers scénarios, ne voit le jour qu'en 2020. De ces travaux, les forces armées cherchent à tirer des enseignements pour orienter le développement des équipements futurs. Ce manque de projection à long terme depuis trois décennies est vraisemblablement attribuable au pragmatisme militaire et à la nécessité de répondre aux menaces immédiates avec des ressources financières limitées.

En second lieu, l'éthique du militaire notamment dans le domaine de l'armement longue portée complexifie et ralentit le développement des capacités futures, entraînant un retard face aux compétiteurs. L'autonomisation des vecteurs agissant dans la profondeur représente une piste prometteuse, mais elle se heurte à la question de la place de l'homme dans la prise de décision. Récemment, le comité d'éthique dans son rapport du 29 avril 2021, autorise le système létal intégrant de l'autonomie (SALIA) mais s'oppose à l'emploi des systèmes d'armes létaux autonomes (SALA). Pourtant, face à l'accélération du tempo en haute intensité et au besoin de décider rapidement « décider vite et juste pour devancer nos adversaires dans la prise d'initiative »²⁷, cette limitation abaisse de facto le niveau de compétitivité et décourage l'investissement financier, matériel et humain dans ce domaine. Ces restrictions pourraient donner à des concurrents moins préoccupés par les considérations éthiques un avantage technologique significatif au cours des dix prochaines années.

Quels impératifs pour s'assurer la supériorité dans la profondeur d'ici 2040 ?

Imposer une menace constante sur la zone arrière de l'ennemi reposera sur la capacité de saturation de l'espace profond ainsi que sur la portée et la longévité des effecteurs. Ces éléments sont cruciaux pour perturber la logistique, le C2, les systèmes A2/AD, et les défenses sol-air de l'adversaire. Plusieurs leviers permettent d'atteindre cette ambition.

La modularité et la polyvalence du système au service de la masse.

À l'instar des derniers PEM (programme d'équipement majeur), la modularité des plateformes développées est essentielle pour favoriser la saturation de l'espace profond. Cette approche permet de réduire les coûts d'acquisition en augmentant les volumes commandés. Par exemple, le coût unitaire d'un avion de combat F16 avoisine les 20 millions de dollars, tandis que celui du Rafale est au moins trois fois supérieur et cette différence s'explique en partie par les volumes de commande (4 500 pour le F16 contre 479 pour le Rafale²⁸). En outre, une plateforme modulaire offre la flexibilité nécessaire pour suivre le rythme des avancées technologiques actuelles²⁹ (miniaturisation, intelligence artificielle, informatique quantique) grâce à une conception par blocs technologiques.

La modularité permet également de réduire le temps de formation et de simplifier l'entraînement. Un soldat formé sur une plateforme modulaire peut facilement s'adapter à ses évolutions, pourvu que les

²⁶ Red Team Defense de l'Agence Innovation Défense (AID-DGA) : auteurs de science-fiction imaginant l'impact des technologies émergentes sur les engagements militaires futurs (post 2040).

²⁷ général d'armée Thierry Burkhard, *Stratégie Militaire Générale*, 2023.

²⁸ Jean-Philippe Lefief, « Quel rôle pourraient jouer les F-16 que l'Ukraine réclame aux Occidentaux », *Le Monde*, 18 mai 2023.

²⁹ rythme de croissance exponentiel suivant la loi de Moore : doublement des puissances de calculs tous les deux ans.

commandes de base demeurent constantes³⁰. Par exemple, pour les drones, si les commandes de vol restent similaires, un opérateur peut accomplir une variété de missions sans besoin de formation supplémentaire. Ainsi, la modularité des plateformes est un impératif crucial pour le développement des capacités. Une plateforme durable doit donc être conçue comme un vecteur de transport capable d'intégrer des blocs technologiques évolutifs.

Un système mixant low tech-high tech et technologies duales.

Pour assurer la supériorité demain dans la profondeur, l'acquisition de matériels de pointe reste essentielle, comme mentionné précédemment. Toutefois, il est indispensable d'intégrer des technologies considérées comme « *low-tech* » et/ou duales pour parvenir à la saturation. En effet, la réduction des coûts induite permet d'acheter en grande quantité, facilitant ainsi la saturation des arrières ennemis. Cette saturation exerce une pression constante sur l'adversaire, affectant sa capacité mentale au combat. En Ukraine, la menace perpétuelle posée par les drones a ralenti les opérations et affecté le moral des combattants, obligeant à un camouflage accru des troupes et du matériel.

Deuxièmement, les technologies duales offrent un gain de temps de développement important puisque le temps consacré à la R&D est quasi-nul. De plus, leur prise en main est accélérée car les utilisateurs sont déjà familiers avec ces technologies utilisées dans d'autres domaines. Par exemple, l'introduction récente dans les armées du véhicule Masstech T4, basé sur un véhicule civil, a tiré parti de cette dualité, entraînant des gains de temps et financiers³¹.

Enfin, le couple « *low-high tech* » permet aussi une meilleure adaptation aux défenses adverses. Il peut offrir l'opportunité de contourner le brouillage (flux de données frugaux, fréquences d'exploitations, *GNSS deny*³²...), et favoriser l'incursion des vecteurs aériens dans la profondeur du champ de bataille. Par exemple, en Afghanistan, lorsque les brouilleurs ont entravé l'utilisation des IED³³ déclenchés par ondes, les technologies filaires ont été réintroduites.

La frugalité : un impératif pour l'autonomie future.

La question énergétique revêt une importance capitale pour le développement des capacités en profondeur puisque leur autonomie doit être maximale. Cette préoccupation est d'autant plus cruciale que les sources d'énergie actuelles dépendent largement de pays étrangers. Si une partie des systèmes agissant en profondeur fonctionne déjà à l'électricité (drones, radars), la majorité reste tributaire des énergies fossiles. Ainsi, la frugalité et le recours à un mix énergétique diversifié se révèlent essentiels pour les programmes à venir. Le récent service des énergies opérationnelles accompagne cette transformation mais il ne peut agir seul. L'analyse des scénarios de la RED TEAM souligne cette nécessité, avec trois épisodes déjà liés à la gestion énergétique, dont un spécifiquement axé sur la guerre en environnement de ressources contraintes³⁴. Enfin la frugalité énergétique facilite le soutien logistique, point sensible actuellement au sein de l'armée de Terre³⁵.

De plus, il est essentiel de rechercher la frugalité dans la production de données par les vecteurs, car cela renforce la résilience des liaisons de données. Des flux de données allégés offrent plusieurs avantages : ils étendent la portée, réduisent les besoins en capacité de stockage, allègent les systèmes et améliorent leur manœuvrabilité.

³⁰ Le missile SAAB a combiné deux de ses systèmes pour s'adapter rapidement aux besoins clients, « Le champ de bataille de demain » revue Fantassins n°50, p23.

³¹ ICA Alain Jaouen, « Le modèle low-cost : propositions pour la défense », p10.

³² GNSS deny : terme générique désignant le brouillage des signaux GPS.

³³ IED : « improvised explosive device ».

³⁴ « nuit carbonique » scénario saison 2 Red Team Defense.

³⁵ général de brigade Pascal Georjin, « rapport de retour d'expérience de l'exercice ORION 23 – Volet 03 (MEPAT) », p16

Recommandations pour 2040.

La capacité à développer n'est ni une technologie isolée, ni un système d'arme unique mais un système combinant les réflexions suivantes :

Flexibilité doctrinale pour anticiper les évolutions éthiques.

La question de l'implication de l'homme dans la boucle décisionnelle restreint parfois la prospective, en particulier dans le domaine des munitions capables d'opérer en profondeur. Il est important d'étudier la manière de moduler ces restrictions pour accroître la portée de ces vecteurs grâce à la navigation autonome³⁶. Il ne s'agit pas de déroger complètement au cadre éthique, essentiel pour inscrire la victoire dans la durée³⁷. Cependant, face à un adversaire sans scrupule, il est impératif de se demander quelle sera la place de l'homme dans la boucle décisionnelle de demain. Industriels et militaires doivent anticiper dès à présent les évolutions éthiques et réglementaires³⁸ afin d'avoir une longueur d'avance.

Industriels et militaires doivent anticiper dès à présent les évolutions éthiques et réglementaires³⁹ afin d'avoir une longueur d'avance et d'être en mesure de proposer des innovations en temps voulu.

Organisation : moins d'unités de manœuvre, davantage de feux.

Transformer les unités de contact en unités d'appui peut améliorer la supériorité dans la zone profonde et, en fin de compte, faciliter l'engagement au contact. Avant l'affrontement direct, les unités se regroupent en zone arrière (principe de concentration de Foch), devenant ainsi une cible d'intérêt pour les capacités cinétiques à longue portée de l'adversaire. En ciblant la concentration adverse tout en réduisant la nôtre, il est possible de créer un rapport de force finalement favorable aux unités subordonnées.

De plus, l'ambition d'être nation-cadre ainsi que l'observation de l'organisation des adversaires⁴⁰ imposent le renforcement des capacités d'appui. Cette transformation peut être valorisée par des commandements divisionnaires confiés aux logisticiens et artilleurs puisque la mission de la division est la gestion des espaces profonds et arrières.

Développer l'artillerie longue portée.

La saturation de la zone profonde grâce aux capacités cinétiques peut aussi être renforcée grâce au développement de l'artillerie longue portée. Actuellement, des canons aux calibres supérieurs à ceux du CAESAR sont en phase d'étude par les compétiteurs et proposeront des portées supérieures à la centaine de kilomètres. De plus, le prix bas des munitions d'artillerie⁴¹ favorise la masse. L'observation de l'attaque du Hamas sur Israël le 7 octobre dernier témoigne de la pertinence de la quantité pour percer

³⁶ À terme la décision autonome doit également être étudiée.

³⁷ Général Benoit Royal, *L'éthique du soldat français*, édition economica 2010.

³⁸ Assouplissement de la réglementation permettant de faire voler des drones au-dessus du territoire national, « arrêté du 24 mars 2023 fixant les conditions d'utilisation des aéronefs militaires et des aéronefs appartenant à l'Etat et utilisés par les services de douanes, de sécurité publique et de sécurité civile qui circulent sans équipage de bord ».

³⁹ assouplissement de la réglementation permettant de faire voler des drones au-dessus du territoire national, « arrêté du 24 mars 2023 fixant les conditions d'utilisation des aéronefs militaires et des aéronefs appartenant à l'Etat et utilisés par les services de douanes, de sécurité publique et de sécurité civile qui circulent sans équipage de bord ».

⁴⁰ un groupement tactique interarmes russes compte 18 canons sol-sol et 8 LRM quand la France compte 4 à 8 canons par aucun LRU.

⁴¹ Un obus explosif coûte 5k€ à l'armée française, à titre de comparaison : bombe guidée laser – 60k€, roquette LRU – 150k€.

les défenses adverses⁴². C'est pourquoi il paraît judicieux de miser et d'investir dans le Projet SAPHIR⁴³ en cours d'étude.

Effort dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la robotique.

Le couple intelligence artificielle-robotique représente l'une des avancées les plus prometteuses pour assurer la supériorité dans la zone profonde du champ de bataille. Ces systèmes peuvent offrir des solutions aux préoccupations financières, énergétiques, de masse, d'évolution et technologiques mentionnées précédemment. Le domaine civil est déjà très en pointe dans ce secteur⁴⁴, et les armées peuvent aisément tirer parti des innovations à moindre coût. Par ailleurs, l'aspect dual de ces systèmes représente un avantage financier indéniable.

De plus, l'utilisation de l'IA n'est pas incompatible avec l'éthique. Il est déjà possible de moduler l'implication de l'humain dans le processus décisionnel. Par exemple, des munitions capables de présenter rapidement des cibles à l'opérateur⁴⁵ tout en laissant la décision finale à celui-ci respectent les normes éthiques. Cependant, de telles technologies pourraient rapidement devenir totalement autonomes si nécessaire. Maîtriser l'IA permet d'adapter rapidement les systèmes d'armes aux considérations éthiques actuelles.

En outre, l'autonomisation des robots et des drones grâce à l'IA étend leurs capacités dans la profondeur. Des solutions en cours de développement utilisent la reconnaissance d'image pour le guidage⁴⁶. Les déplacements totalement autonomes réduisent les transmissions et renforcent la robustesse des liaisons de données en les limitant au strict minimum. De plus, ces déplacements autonomes offrent des possibilités de saturation grâce aux vols en essaim⁴⁷.

Enfin le couple robotique-IA semble prometteur dans le domaine du soutien logistique car il pourrait faciliter la logistique des munitions longue et très longue portée, qui reste problématique actuellement. Il est envisageable de concevoir pour les approvisionnements une solution similaire à « *uber* » avec déplacements autonomes des porteurs, surtout dans une zone arrière sécurisée.

L'intégration de la technologie quantique dans les liaisons de données.

La technologie quantique semble être un atout à considérer pour les systèmes futurs, notamment appliquée au domaine des transmissions. Elle pourrait considérablement étendre la portée des communications. Le quantique offre des perspectives de communication à l'abri des risques de brouillage et d'interception⁴⁸, problème central des communications longue portée. Cette technologie de communication quantique est actuellement en plein essor⁴⁹. Saisir cette opportunité permet d'envisager un avantage notable de C2 à partir de 2040.

De plus, l'utilisation du quantique peut offrir un avantage supplémentaire au duo robotique-IA évoqué précédemment.

⁴² Le millier de roquettes « *low-cost* » tirés a saturé et percé l'*Iron Dome*.

⁴³ prospect de l'armée de Terre pour développer l'artillerie à portée hectométrique.

⁴⁴ l'entreprise Toyota s'est par exemple associée en 2015 au *Massachusetts Institute of Technology* pour intégrer le couple IA-robots dans son secteur.

⁴⁵ La start-up *Kalray* accompagnée par la DGA et la STAT a remporté en 2019 le prix de l'ingénieur Chanson pour son projet 2ACI (Acquisition Automatique de Cibles par Imagerie).

⁴⁶ le projet NavSight de la start-up israélienne Sightec utilise le traitement de la vision caméra et l'IA pour se guider sans GPS.

⁴⁷ Agence France Presse, « Des essaims de drones testés avec succès en pleine nature », 4 mai 2022.

⁴⁸ l'intrication quantique est un principe de physique quantique qui pourrait renforcer la sécurité des communications.

⁴⁹ l'initiative *France QCI*, coordonnée par Orange et financée pour 30 mois par la commission européenne, a été lancée le 18 avril 2023.

Conclusion

En conclusion, la dernière LPM offre des opportunités que nous devons saisir. Le couplage des technologies émergentes avec des systèmes modulaires présente de nets avantages et permettra d'atteindre l'effet saturant nécessaire à la supériorité dans la profondeur en 2040. En outre, investir sur ces technologies sans limiter la réflexion par des considérations éthiques offrira l'opportunité d'être en avance (ou a minima de suivre le tempo) des adversaires. Enfin une organisation repensée peut être une piste simple pour vaincre en 2040.

Cette saturation de la zone profonde impose néanmoins une coordination plus complexe des intervenants dans la 3^{ème} dimension, problème pour lequel l'IA peut encore être un appui.

CEN Xavier Putod,
Stagiaire de l'école de guerre - Terre,
Centre de l'enseignement militaire supérieur - Terre (CEMS - T)

