
RAPPORT D'ÉTUDE

Robotisation du champ de bataille : enjeux de souveraineté pour la France

Robots terrestres de combat

*Cette publication s'inscrit dans le cadre du programme pédagogique du Master 2 Risques,
Sûreté Internationale et Cybersécurité – RSIC 08*

Executive Summary

Le champ de bataille est aujourd'hui en pleine transformation. Les drones sont d'usage courant et permettent d'apporter de nouveaux éléments de réponses face à la guerre hybride et de haute intensité. Dans le but de préserver les combattants, les armées et industries d'armement utilisent de plus en plus les robots terrestres ou « véhicules terrestres sans pilote » (UGV), ces derniers devenant un levier stratégique majeur. Au sein de ce court rapport, il a été essayé d'analyser les enjeux opérationnels, industriels et éthiques de cette évolution avec comme objectif : l'intégration des robots terrestres dans les forces armées françaises. Le champ de bataille est aujourd'hui en pleine transformation. Les drones sont d'usage courant et permettent d'apporter de nouveaux éléments de réponses face à la guerre hybride et de haute intensité. Dans le but de préserver les combattants, les armées et industries d'armement utilisent de plus en plus les robots terrestres ou « véhicules terrestres sans pilote » (UGV), ces derniers devenant un levier stratégique majeur. Au sein de ce court rapport, il a été essayé d'analyser les enjeux opérationnels, industriels et éthiques de cette évolution avec comme objectif : l'intégration des robots terrestres dans les forces armées françaises.

L'un des principaux défis de cette évolution réside entre le potentiel technologique des robots terrestres et leurs performances sur le terrain en comparaison des autres drones. Les retours d'expérience, et ce, notamment en Ukraine, montrent que les UGV restent limités par leur mobilité, leur autonomie, leur communication et sont très vulnérables face aux attaques de drones aériens ou de munitions téléopérées. En complément de ces contraintes techniques s'ajoutent des enjeux de souveraineté industrielle et des questions éthiques liées au niveau d'autonomie du robot.

Ce rapport montre que le robot terrestre ne peut remplacer le combattant actuellement. Cependant, c'est un multiplicateur de capacités tactiques qui peut être très pertinent pour des missions de reconnaissance, de logistique, de déminage, d'évacuation sanitaire ou d'appui du génie. Les missions de combat létal doivent malgré tout continuer à relever d'un contrôle humain. Le rapport recommande une stratégie française fondée sur une autonomie maîtrisée des robots terrestres avec des robots modulaires adaptés à différents niveaux de mission, le tout pouvant être intégré dans les programmes d'armement nationaux.

Aujourd'hui, le marché des UGV connaît une croissance rapide, amenée par les conflits actuels et les investissements des différentes puissances mondiales. La France dispose d'une BITD importante qui développe différents programmes : Scorpion, Vulcain, Pendragon et Centurio. Toutefois, la concurrence internationale, notamment européenne, américaine et

asiatique, impose à la France de renforcer ces investissements dans ce type de matériel (logiciels embarqués, intelligence artificielle...) afin de préserver une certaine autonomie stratégique nationale.

Ce rapport permet d'avoir une approche globale qui croise les dimensions opérationnelles, industrielles, technologiques et éthiques. Il ne se limite pas à présenter les avancées technologiques, mais vise à mettre en perspective les différents retours d'expériences des conflits récents avec les ambitions françaises de modernisation des forces terrestres.

Les principaux constats sont les suivants :

- Les robots terrestres constituent aujourd'hui un complément aux capacités humaines plutôt qu'un substitut. Leur efficacité étant surtout démontrée dans les missions d'appui, de logistique et du génie.
- L'avantage compétitif sur le champ de bataille terrestre se déplace des plateformes mécaniques vers les logiciels, l'intelligence artificielle, les capteurs et les capacités de coopération homme-machine.
- La souveraineté technologique européenne devient un enjeu stratégique majeur afin de limiter les dépendances critiques vis-à-vis des fournisseurs étrangers.
- Le maintien d'un contrôle humain sur l'emploi de la force létale constitue un facteur de différenciation stratégique pour la France, conciliant efficacité opérationnelle, respect du droit international et acceptabilité éthique.

Recommandations

1. Formaliser une doctrine française de l'autonomie maîtrisée applicable aux robots terrestres de combat.

Cette doctrine devrait garantir un contrôle humain significatif sur la décision de tir, assurer la traçabilité des algorithmes et maintenir la responsabilité juridique du commandement. Elle permettrait de concilier le développement des capacités robotisées avec le respect du droit international humanitaire et des principes éthiques français.

2. Intégrer les exigences doctrinales et opérationnelles dès la conception des futurs programmes de robotique terrestre.

Les programmes tels que Pendragon, Vulcain ou Centurio devraient intégrer ces exigences dès les phases de conception et de spécification technique. Cette démarche favoriserait une meilleure adéquation entre les innovations technologiques, les besoins opérationnels des forces et les contraintes éthiques.

3. Développer une architecture modulaire de robots terrestres adaptée aux différents niveaux de mission.

Plutôt que de rechercher une plateforme universelle, il apparaît pertinent de développer plusieurs gammes de robots répondant à des besoins spécifiques (reconnaissance, logistique, appui-feu ou renseignement). Cette approche permettrait d'améliorer la flexibilité opérationnelle tout en maîtrisant les coûts d'acquisition et de maintien en condition opérationnelle.

4. Renforcer l'expérimentation opérationnelle des robots terrestres au sein des forces françaises.

La multiplication des expérimentations et des retours d'expérience permettrait d'identifier plus précisément les usages tactiques pertinents et d'adapter progressivement les doctrines d'emploi. Elle contribuerait également à mieux préparer les opérateurs à l'intégration de ces nouveaux systèmes sur le champ de bataille.

5. Consolider la souveraineté industrielle et technologique française dans le domaine des robots terrestres de combat.

La maîtrise nationale des briques technologiques critiques (intelligence artificielle, capteurs, logiciels, communications sécurisées) ainsi que le renforcement des capacités de production constituent des conditions essentielles pour limiter les dépendances stratégiques et garantir l'autonomie des forces françaises à long terme.

Table des matières

I. Introduction	6
II. Cadre d'analyse	7
III. Analyse du contexte	8
IV. Analyse des acteurs	10
V. Risques et vulnérabilités	12
VI. Scénarios ou perspectives	14
VII. Conclusion	15
VIII. Annexes	17
Glossaire	18
Bibliographie	19

I. Introduction

La robotisation du champ de bataille constitue l'une des transformations majeures de la guerre contemporaine, comparable à la motorisation du XX^e siècle. Sur le milieu terrestre, cette évolution est portée par la convergence entre la robotique, l'intelligence artificielle (IA) et la numérisation, qui modifie les équilibres tactiques et capacitaires. Dans un champ de bataille devenu plus transparent, plus contesté et plus létal, la robotique terrestre apparaît comme un levier permettant d'accroître la liberté d'action des forces tout en réduisant l'exposition des combattants.

Cette évolution s'inscrit dans une dynamique amorcée dès la Seconde Guerre mondiale avec les premiers systèmes téléopérés, avant de s'accélérer grâce aux progrès de l'autonomie embarquée et de l'IA. La guerre en Ukraine marque un tournant en démontrant l'emploi massif de drones et de robots terrestres dans des opérations de haute intensité. Elle met en évidence plusieurs évolutions majeures :

- Massification et dilution de la force : La multiplication de plateformes robotisées permet de saturer les défenses adverses, de diluer les pertes et de maintenir une pression continue sur l'ennemi.
- Réduction de l'exposition humaine : Les robots réalisent des tâches dangereuses, sales et répétitives, réduisant l'exposition des soldats ou compensant d'éventuels manques d'effectifs.
- Déséquilibre capacitaire asymétrique : Des systèmes à faible coût neutralisent des plateformes de haute valeur, bouleversant les équilibres capacitaires traditionnels.
- Vulnérabilités nouvelles : La dépendance aux liaisons de données, au GNSS et aux approvisionnements en composants électroniques, crée des fragilités exploitables par l'adversaire (brouillage, cyberattaques, interdictions de composants).

Face à ces transformations, la France, notamment à travers le programme SCORPION, poursuit le développement de capacités robotisées terrestres. Cette évolution soulève trois défis majeurs pour l'armée de Terre : préserver sa supériorité opérationnelle, renforcer sa souveraineté industrielle et technologique et maîtriser les données ainsi que les technologies d'intelligence artificielle indispensables à l'emploi de ces systèmes.

Ce rapport se concentre sur la robotique terrestre (plateformes au sol, robots du génie, véhicules autonomes, essais de micro-drones terrestres), en excluant les milieux aérien, naval et cyber.

II. Cadre d'analyse

La robotique terrestre militaire désigne l'ensemble des plateformes mobiles opérant au sol, téléopérées ou dotées d'un degré variable d'autonomie, destinées à accomplir des missions telles que le génie, la logistique, la reconnaissance, l'appui au combat ou l'évacuation sanitaire. L'autonomie de ces systèmes repose sur leur capacité à percevoir leur environnement, à s'y adapter et à sélectionner des modes d'action en fonction des objectifs assignés, grâce à l'intégration de capteurs, d'algorithmes de décision et, de plus en plus, de l'intelligence artificielle embarquée.

Le Comité d'éthique de la défense française établit une distinction fondamentale entre deux catégories de systèmes d'armes intégrant de l'autonomie. Les SALA (Systèmes d'Armes Létales Autonomes) sont des armes capables de sélectionner et d'engager une cible sans intervention humaine, tout en adaptant elles-mêmes leur fonctionnement et leur mission. La France s'oppose à leur développement, leur utilisation et leur exportation, estimant qu'ils sont contraires aux principes éthiques et au droit international humanitaire. Les SALIA (Systèmes d'Armes Létales Intégrant de l'Autonomie), en revanche, intègrent des fonctions autonomes mais restent sous contrôle humain permanent. L'opérateur conserve la décision finale, peut interrompre le système à tout moment et veille au respect des règles d'engagement. La France soutient leur développement sous des garanties strictes (contrôle humain, traçabilité, réversibilité et conformité au droit international). La distinction entre SALA et SALIA repose donc sur le maintien ou non du contrôle humain sur la décision létale : les SALA le suppriment, tandis que les SALIA le préservent.

PERIMETRE DE L'ETUDE : Ce rapport se limite à la robotique terrestre, entendue comme l'ensemble des systèmes robotisés opérant au sol, qu'ils soient téléopérés, semi-autonomes ou autonomes (dans le cadre des SALIA). Sont inclus : robots du génie (démontage, franchissement), robots logistiques (transport de charges, ravitaillement autonome), robots de reconnaissance et de surveillance (drones terrestres, capteurs autonomes), robots de combat (véhicules armés téléopérés ou autonomes) et essaims de micro-drones terrestres (systèmes collaboratifs, résistance au brouillage, faible coût). Sont exclus : les drones aériens (MALE, micro-drones aériens), les drones navals, les systèmes cyber et les armes spatiales. Le focus terrestre est justifié par la spécificité du milieu (obstacles, complexité du terrain, interaction directe avec les populations civiles) et par les programmes prioritaires de l'armée de Terre (AMIAD, Techterre, unités 100% robotisées).

III. Analyse du contexte

Une réalité opérationnelle ancrée dans les mutations des conflits

La robotisation du champ de bataille terrestre ne relève plus de la science-fiction, mais constitue une réalité opérationnelle déjà observable sur les théâtres d'opérations. Cette dynamique s'inscrit dans la volonté de préserver le combattant humain en confiant aux machines les missions répondant au triptyque des « 3D », à savoir les tâches fastidieuses, sales et dangereuses. Si l'emploi de systèmes automatisés est ancien, l'accélération technologique actuelle marque une évolution majeure de la conduite de la guerre, sans pour autant en modifier l'essence. Les retours d'expérience des engagements récents démontrent que les armées occidentales font face à un double défi : un environnement asymétrique particulièrement complexe et une attrition potentiellement très élevée. L'emploi croissant de robots terrestres, d'abord cantonnés au déminage ou à la reconnaissance en milieu confiné, s'étend désormais à la logistique de l'avant, à l'évacuation sanitaire et à l'appui-feu.

L'impératif de masse et la compensation des formats d'armée

Les armées occidentales, confrontées à la diminution constante de leurs effectifs depuis la fin de la guerre froide, recherchent de nouvelles équations pour l'emploi des forces. La robotisation offre une opportunité inédite de générer une masse critique indispensable pour prendre l'ascendant tactique, particulièrement dans les environnements cloisonnés et létaux comme le milieu urbain. Le déploiement de systèmes autonomes ou téléopérés permet de démultiplier les capacités d'une force restreinte. À ce titre, le projet Pendragon, porté conjointement par le Commandement du Combat du Futur (CCF) et l'Agence Ministérielle pour l'Intelligence Artificielle de Défense (AMIAD), prévoit l'expérimentation de la première unité robotique de combat terrestre à l'été 2026. L'architecture de cette unité de rupture illustre parfaitement ce changement de paradigme. Elle sera composée d'une vingtaine d'éléments. L'architecture de ces nouvelles unités repose sur un principe simple : submerger les défenses ennemies et encaisser le premier choc sans risquer la moindre vie humaine. Pour y parvenir, l'écrasante majorité du dispositif (80 %) reposera sur des robots conçus pour être jetables ou sacrifiés en cours de mission si la situation l'exige. Ces engins, peu coûteux et remplaçables, ouvriront la voie aux 20 % restants, composés quant à eux de plateformes ultra-perfectionnées et lourdement armées, qui constitueront le véritable cœur de la force de frappe.

La rugosité du milieu terrestre et les limites technologiques

Si l'homogénéité et la fluidité des espaces aériens et maritimes ont permis une intégration rapide des systèmes automatisés, le milieu terrestre impose certaines contraintes physiques plus complexes. Sa forte variabilité, couplée à une compartimentation tridimensionnelle

complexe (décombres, milieux urbains ou souterrains), entrave drastiquement les capacités de franchissement, d'analyse de scène et de transmission des données. Le tout rendant illusoire la simple transposition des modes opératoires issus des autres milieux.

Le champ de bataille terrestre est intrinsèquement abrasif, discontinu et imprévisible. Les robots terrestres font face à des défis complexes en matière de mobilité autonome et de franchissement d'obstacles. La dépendance aux liaisons de communication pour la téléopération constitue une vulnérabilité critique dans un espace électromagnétique saturé et violemment contesté. Les solutions filaires par fibre optique, souvent utilisées avec succès pour pallier le brouillage des drones aériens, se révèlent inadaptées au sol en raison des multiples ruptures provoquées par les explosions ou le passage des véhicules blindés. Ces limites physiques expliquent que l'attrition des robots de contact soit très élevée, leur espérance de vie sur la ligne de front dépassant rarement une semaine d'engagement. Il devient donc impératif de concevoir des architectures logistiques adaptées, à l'image des robots mules tels que le Barakuda ou le THeMIS, capables de transporter de lourdes charges et de libérer le fantassin d'une empreinte logistique écrasante. Les plateformes plus onéreuses et technologiquement denses devraient ainsi être conservées en retrait de la zone de combats intenses.

L'intégration doctrinale française et l'enjeu de souveraineté européenne

L'armée de Terre française aborde cette transition capacitaire de manière pragmatique et incrémentale. Le programme Scorpion, axé sur le combat collaboratif et l'infovalorisation, pose les fondations de l'intégration des systèmes robotisés au sein des unités combattantes. Le projet Vulcain, lancé en 2021, structure cette ambition en visant l'intégration d'unités robotisées opérationnelles à l'horizon 2040. Cette démarche s'accompagne de la mise sur pied d'une section robotique dédiée à l'exploration tactique de ces nouveaux moyens au Centre d'entraînement aux actions en zone urbaine (CENZUB). La réflexion s'étendra logiquement au programme Titan et au futur char de combat européen MGCS, qui reposera sur un système de systèmes combinant des plateformes habitées et des robots équipiers.

Le marché européen des véhicules terrestres inhabités lourds reflète ces enjeux de souveraineté. L'apparition du robot THeMIS de l'entreprise estonienne Milrem Robotics a catalysé l'intérêt des armées continentales, démontrant la capacité de l'industrie européenne à produire des systèmes modulaires de haute technologie de manière autonome. Face à la prédominance des États-Unis et aux avancées agressives de la Russie, l'Europe s'organise à travers la Coopération Structurée Permanente (CSP) pour développer le projet iMUGS, visant à standardiser une architecture européenne commune. Cette indépendance industrielle est vitale pour éviter le déclassement stratégique.

Les barrières éthiques face à l'imprévisibilité et à la létalité

Le développement de l'autonomie décisionnelle, techniquement indispensable pour s'affranchir des limites strictes de la téléopération, soulève des problématiques éthiques et juridiques majeures. La complexité croissante des algorithmes d'intelligence artificielle génère une imprévisibilité intrinsèque du comportement de la machine en milieu non structuré. Les systèmes d'armes létales autonomes posent le risque d'une déshumanisation totale de la guerre, en abaissant le seuil politique d'entrée en conflit et en transférant insidieusement le risque sur les populations civiles via des logiques d'essaims destructeurs. Face à ces risques, la doctrine française trace une ligne rouge stricte en refusant formellement l'emploi d'armes totalement autonomes pour l'ouverture du feu. Le maintien d'un contrôle humain significatif est érigé en principe inaliénable, garantissant le respect du droit international humanitaire, l'application du discernement moral et la responsabilité juridique du commandement tactique. L'innovation de défense doit ainsi concilier l'urgence de l'adaptation capacitaire avec l'absolue nécessité de préserver la supériorité éthique des armées occidentales.

IV. Analyse des acteurs

La robotisation terrestre du champ de bataille est une réalité opérationnelle, elle est un facteur de recomposition des rapports de force. L'analyse des États et des industries montre que la valeur n'est plus dans le châssis du robot, mais dans son logiciel, ses capteurs et sa capacité à coopérer avec les soldats.

France : l'ambition d'une autonomie maîtrisée et souveraine

La stratégie française repose sur une intégration progressive de la robotique terrestre au sein des forces, sous impulsion de la DGA et en lien avec l'armée de Terre. Le cadre national privilégie une autonomie maîtrisée, sans rupture avec le principe de contrôle humain, et vise d'abord des fonctions utiles au groupe de combat : suivi, cartographie, franchissement, appui logistique et réduction de l'exposition au feu.

Au-delà des besoins opérationnels, l'enjeu est de préserver l'autonomie stratégique française en évitant une dépendance excessive à des composants critiques étrangers, notamment dans les domaines des semi-conducteurs, des logiciels embarqués, des capteurs et de l'intelligence artificielle. Pour éviter ces dépendances, la France doit investir davantage en R&D afin de développer ses propres solutions souveraines.

Ukraine : un laboratoire opérationnel de la guerre de haute intensité

Confrontée à une guerre d'usure et à une forte contrainte humaine, l'Ukraine a accéléré

l'emploi de systèmes terrestres sans pilote pour des missions exposées (ravitaillement, évacuation et certaines tâches d'appui au contact). Cette expérience montre que les VTSP (Véhicule Terrestre Sans Pilote) peuvent réduire l'exposition des soldats tout en maintenant une continuité logistique et tactique sur des zones contestées. Le conflit russo-ukrainien montre que la supériorité technologique ne repose pas uniquement sur la sophistication des systèmes, mais également sur la capacité à produire rapidement, en masse et à faible coût.

Inde : une logique de recyclage capacitaire sous contrainte

L'Inde explore des voies de transformation capacitaire adaptées à ses contraintes de masse, de coût et de modernisation rapide. Son approche consiste à prolonger la valeur militaire de plateformes anciennes telles que les chars de combat russes T-72 en testant des solutions de robotisation et de conversion de systèmes blindés, dans une logique de réduction de l'exposition humaine et d'optimisation des flottes existantes. Cette orientation illustre une stratégie de pragmatisme industriel : faire du parc hérité un réservoir de capacités robotisables, plutôt que chercher immédiatement une rupture complète.

L'exemple de l'Inde a été choisi ici en raison de l'opérabilité immédiate de leur solution autonome, en recyclant d'anciens chars de combat.

Le marché industriel se structure autour de quelques grands intégrateurs et de spécialistes de l'électronique de défense. La concurrence porte moins sur la seule plateforme mécanique que sur la capacité à livrer un système complet : mobilité, perception, téléopération, autonomie partielle, et intégration d'une charge utile militaire.

Le programme **FURIOUS**, mené par Safran pour la DGA, a permis de valider plusieurs briques de rupture, notamment la cartographie autonome en environnement inconnu, l'évitement d'obstacles et le suivi d'infanterie en milieu complexe. Cette trajectoire montre que la France cherche à consolider une chaîne de valeur nationale autour de l'autonomie embarquée, de la perception et de l'intégration système.

Thales : leader dans les technologies de connectivité de combat

Si le binôme KNDS/Safran maîtrise la plateforme physique et la navigation autonome, le groupe Thales se positionne sur la chaîne de valeur supérieure : la connectivité sécurisée, l'intelligence artificielle de combat et les effecteurs de précision. Ces développements illustrent le déplacement de la valeur industrielle vers les logiciels de coordination, l'intelligence artificielle et la connectivité sécurisée, davantage que vers les seules plateformes physiques.

Le marché mondial des UGV militaires est en croissance rapide, avec un volume estimé à environ 2,11 milliards de dollars en 2026 et une trajectoire de croissance vers 3,08 milliards

de dollars en 2031, soit un taux annuel moyen de 7,82 %. Cette dynamique confirme que la robotisation terrestre n'est plus un segment marginal, mais un marché stratégique en structuration rapide.

Sur le plan technique, les plateformes chenillées restent dominantes en raison de leur robustesse en terrain dégradé et de leur capacité d'emport. Elles représentent le choix prioritaire pour la haute intensité et l'assaut de première ligne, à l'image du **THeMIS** (Milrem Robotics), largement éprouvé sur le front ukrainien dans ses versions d'appui-feu et de lutte anti-drone (C-UAS). Cette catégorie évolue vers des segments lourds comme le **Type-X** (12 tonnes), conçu comme un ailier blindé pour les chars habités, tandis que la France consolide sa filière avec le projet **Centurio** (basé sur le châssis automatisé Phobos de KNDS/Safran) dédié à l'assaut tactique et au déminage semi-autonome.

Tandis que les systèmes téléopérés conservent l'avantage parce que l'autonomie complète reste limitée par les contraintes éthiques, doctrinales et techniques, les solutions semi-autonomes progressent plus vite, ce qui traduit le déplacement de la valeur vers l'IA embarquée, la fusion de capteurs et le traitement en périphérie. Cette mutation logicielle redéfinit également les effecteurs de ces plateformes. Présentés lors d'Eurosatory 2026, des systèmes modulaires comme le module de défense anti-drone **RapidStriker** de Thales (roquettes guidées de 68/70 mm) ou la munition téléopérée **Toutatis** (co-développée avec Renault pour une production de masse dès 2027) ont vocation à être directement projetés ou intégrés depuis ces plateformes robotisées terrestres pour saturer les lignes adverses.

V. Risques et vulnérabilités

L'évaluation des risques et vulnérabilités des robots terrestres de combat souffre de la difficulté à évaluer leurs performances tactiques. Sur le théâtre ukrainien, les robots de combat, peu manœuvrants et limités à une faible vitesse, sont particulièrement exposés aux frappes de munitions téléopérées, et leur manœuvre, comme celle de l'infanterie et des véhicules, est ainsi fortement contrainte. Le contexte informationnel autour du conflit ukrainien et la fascination suscitée par les capacités robotisées conduisent souvent à estimer à la hausse leurs capacités tactiques, alors qu'à ce jour, les robots terrestres de combat souffrent de vulnérabilités importantes et n'ont encore démontré aucune plus-value tactique par rapport aux capacités conventionnelles dans l'exécution d'une manœuvre de mêlée offensive ou défensive. En ce qui concerne les missions d'appui du génie, les robots terrestres trouvent en revanche une pleine pertinence tactique. Les autres pays avancés dans le développement de capacités robotisées et qui ne sont pas engagés dans des conflits de

haute intensité, comme la Chine, ne peuvent pas tester en dehors d'un terrain d'exercice leurs capacités pourtant innovantes.

Les performances tactiques des robots terrestres de combat ne sont pas, à l'heure actuelle, suffisamment significatives pour constituer une rupture opérationnelle

Les plateformes terrestres téléopérées et/ou autonomes dotées d'un armement embarqué souffrent de fortes vulnérabilités sur le théâtre ukrainien. Leur vitesse limitée à 7-10 km/h et leur capacité de franchissement tout terrain relativement faible les contraignent à opérer surtout sur des terrains plats et découverts. Leur autonomie est généralement de 3h en mouvement et 72h en stationnaire. Les plateformes chenillées autonomes ou téléopérées armées d'une mitrailleuse 12.7/14.5, engins utilisés par les forces armées ukrainiennes, ne pouvant pas recharger ni résoudre un incident de tir sans intervention humaine, nécessitent des pauses logistiques régulières qui constituent des moments de vulnérabilité pour ces systèmes et leurs opérateurs. L'ensemble de ces contraintes oblige les forces armées ukrainiennes à utiliser ces robots par binôme : l'un au contact effectuant une mission, l'autre à l'arrière en train de recharger les batteries et munitions sur un plot logistique de ravitaillement et maintenance. Ce plot est ainsi particulièrement vulnérable aux frappes ennemies.

Le déploiement des robots terrestres sur la ligne de contact pose des problèmes logistiques supplémentaires. En effet, la faible autonomie et le poids de ces engins nécessitent leur transport par camion logistique jusqu'à une zone située à quelques kilomètres des contacts et particulièrement dangereuse.

En ce qui concerne les capacités de détection et la conscience de situation, les robots terrestres sont fortement dépendants des conditions climatiques, du terrain, et de la présence d'obstacles, et donc moins performants qu'un combattant humain. Néanmoins, ce défaut peut être largement compensé par l'association à un drone de reconnaissance chargé de guider un engin robotisé.

En combat urbain, les robots terrestres chenillés ne constituent pas un atout tactique significatif : ils ne peuvent pas pénétrer dans un sous-sol, franchir des escaliers, et leur progression est perturbée par les débris. En revanche, les robots quadrupèdes armés et de reconnaissance ("robots-chiens") déployés par des groupes de commandos seraient plus pertinents en milieu urbain. Cette capacité est particulièrement travaillée par certaines unités des forces spéciales et conventionnelles des forces armées chinoises, cependant, l'efficacité tactique de l'emploi de ces robots quadrupèdes n'est pas attestée.

L'emploi de robots terrestres de combat sur le théâtre ukrainien permet aux industriels de capitaliser sur des retours d'expérience opérationnels en vue de réduire les vulnérabilités des

futurs engins. Les principaux défis technologiques à relever concernent le déplacement et le contrôle de tir.

Les robots terrestres du génie

Si l'efficacité tactique des robots terrestres de combat en tant qu'arme de mêlée ne peut pas être confirmée à ce jour, leur emploi en tant qu'arme d'appui du génie semble trouver en revanche une pleine pertinence tactique.

Les robots terrestres kamikazes peuvent emporter des charges explosives importantes et détruire avec précision des points durcis du dispositif ennemi. Le robot kamikaze peut emporter une charge explosive plus importante qu'un drone kamikaze ou un obus d'artillerie.

Dans le domaine de l'aide à la mobilité, les robots permettent de ne pas exposer des personnels humains. Les robots terrestres sont efficaces notamment pour déminer des axes et poser des écrans de fumée.

VI. Scénarios ou perspectives

Plusieurs perspectives d'emploi des drones terrestres peuvent être envisagées à court et moyen terme. Leurs usages peuvent relever aussi bien de missions défensives qu'offensives.

Tout d'abord, les robots terrestres pourront venir en appui aux troupes au sol. Certains robots terrestres vont pouvoir transporter des charges lourdes sur de longues distances sans épuiser les soldats. En complément de cette fonction, les drones terrestres pourront servir de moyen de transport pour l'infanterie. Il est facilement pensable qu'une escouade d'infanterie soit équipée d'un drone terrestre à chenille et que ces derniers puissent l'utiliser comme outil dans le transport de matériel, de blessé ou encore de soldats (à l'exemple du robot estonien *THeMIS* de Milrem Robotics). La question de l'armement de l'UGV est inhérente à ces prospectives. Ajouter de l'armement de 12 ou 20 mm manuel ou téléopéré permettra aux troupes au sol d'avoir une puissance de feu décuplée face à l'ennemi.

Ces drones terrestres pourraient aussi se munir de blindage à l'exemple de véhicules blindés légers pour permettre aux soldats d'avoir un moyen de protection supplémentaire, mobile et qui ne représenterait pas un poids trop important pour l'escouade.

D'un autre côté, des drones plus petits, transportables dans un sac pourront devenir des outils du soldat pour faire de la reconnaissance en milieu hostile ou escarpé. Actuellement les drones aériens sont les plus utilisés pour ce genre de mission. Cependant, les drones

aériens ont des limites quant à la compréhension fine du terrain qu'ils survolent. Les drones terrestres complètent les drones aériens en offrant une perception au niveau du sol, permettant une meilleure appréciation de la praticabilité du terrain et de certaines menaces masquées.

L'utilisation des drones terrestres peut aussi être offensive. De ce point de vue, les drones peuvent être utilisés comme des outils permettant le dépôt de charges utiles (charges explosives, munitions, transport de missiles) sur une zone sensible ou à proximité de troupes ennemies.

Dans le futur, le drone terrestre pourrait à terme devenir un véritable équipier du combattant débarqué. Il pourrait assurer ponctuellement le transport de marchandises (munitions, armement, vivres, matériel) ou la protection des blessés (via un blindage).

La technologie du drone étant en perpétuelle évolution. Imaginer les drones terrestres dans 15 ans est très compliqué à sourcer. Il est actuellement possible d'imaginer une évolution de l'utilisation des drones terrestres pour les 3 à 5 années prochaines avec les drones qui sont actuellement sur le marché.

Malgré cela, il est très facile d'imaginer au regard des programmes d'armements actuels une combinaison des capacités de drones dans le moyen terme (5 à 10 ans). Ces derniers pourront agir en totale indépendance ou non (de manière téléopérée ou autonome), comme une escouade, une compagnie d'infanterie ou de cavalerie. Cela permettra de s'engager dans des zones à risques où l'envoi des troupes humaines représente un trop gros risque d'engagement à l'instar du projet PESCO *integrated unmanned ground system 2*.

Ces évolutions supposent toutefois que la France maîtrise les technologies nécessaires au développement de ces systèmes, faute de quoi la robotisation du champ de bataille pourrait accroître certaines dépendances technologiques et industrielles.

VII. Conclusion

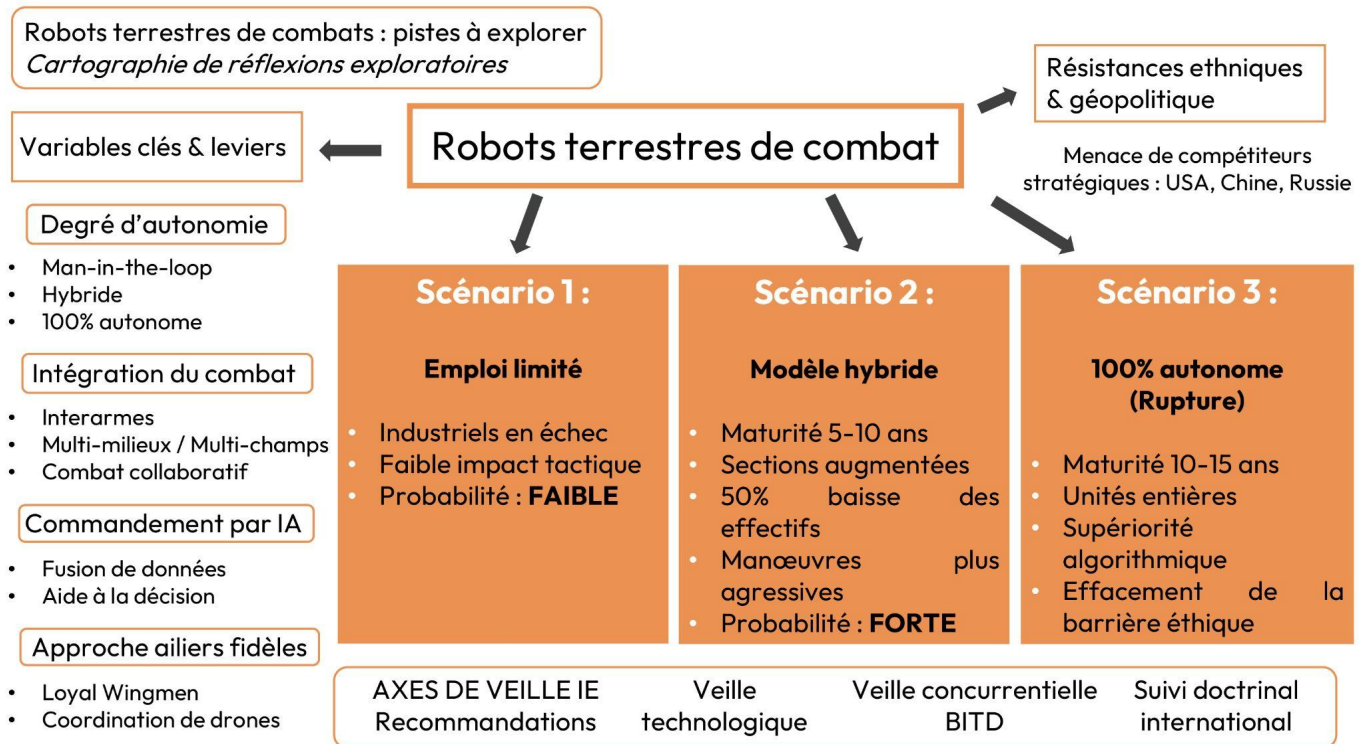
La robotisation du champ de bataille terrestre constitue aujourd'hui une évolution importante des conflits modernes, sans pour autant représenter une révolution militaire achevée. Les retours d'expérience récents, notamment en Ukraine, montrent que les robots terrestres apportent une réelle plus-value dans certaines missions comme la logistique, le déminage, la reconnaissance ou l'appui aux combattants. En revanche, leurs limites en matière de mobilité, d'autonomie et de communications empêchent encore d'envisager un remplacement du soldat sur le champ de bataille.

Au-delà de l'aspect technologique, le développement de ces systèmes soulève des enjeux de souveraineté pour la France. Dans un contexte de réduction des effectifs et de retour de la guerre de haute intensité, les robots terrestres de combat apparaissent comme un moyen de générer de la masse tout en limitant l'exposition des soldats.

Face à ces enjeux, la France a fait le choix d'une approche pragmatique et progressive, fondée sur l'intégration progressive des robots au sein des forces et sur le maintien d'un contrôle humain significatif dans l'emploi de la force. Cette position permet de concilier innovation, exigences opérationnelles et principes éthiques.

En définitive, les robots terrestres de combat ne constituent ni une solution « miracle » ni une capacité à négliger. Ils représentent une transformation de long terme qui modifiera progressivement les modes d'engagement et les rapports de force. Pour la France, l'enjeu est donc moins de rechercher une automatisation totale du combat que de développer des capacités robotisées souveraines.

VIII. Annexes



Cartographie de réflexions exploratoires

Glossaire

AMIAD : agence ministérielle pour l'intelligence artificielle de la défense

BITD : base Industrielle et technologique de défense

CCF : Commandement du Combat du Futur

CENZUB : Centre d'entraînement aux actions en zone urbaine

CSP (PESCO) : Coopération Structurée Permanente

C-UAS : Counter-Unmanned Aircraft Systems (lutte anti-drone)

DGA : Direction Générale de l'Armement

GNSS : Global Navigation Satellite System

IA : intelligence artificielle

iMUGS : integrated Unmanned Ground System

MALE : (drone) moyenne altitude à longue endurance

MGCS : (char) Main Ground Combat System

R&D : Recherche & Développement

SALA : Systèmes d'armes létales autonomes

SALIA : systèmes d'armes létales intégrant de l'autonomie

UGV : unmanned ground vehicle / véhicule terrestre sans pilote

VTSP : Véhicule Terrestre Sans Pilote

Bibliographie

Académie de l'air et de l'espace. (2016). Réflexions sur la robotique militaire (J.-P. Marec, Éd.).

Académie des technologies. (2015). Réflexions sur la robotique militaire (J.-P. Marec, Éd.).

Armée de Terre et GICAT. (2021). Vulcain : Journée de la robotique aéroterrestre. Ministère des Armées.

Army Recognition. (2026). France advances Furious ground robot with autonomous mapping and infantry following tests. <https://www.armyrecognition.com/archives/archives-defense-exhibitions/2026-archives-news-defense-exhibitions/eurosatory-2026/france-advances-furious-ground-robot-with-autonomous-mapping-and-infantry-following-tests>

Brabant, S. (2021). Robots tueurs : le début de la fin ? (Rapport 2021/6). Groupe de recherche et d'information sur la paix et la sécurité.

Cercle Maréchal Foch. (2025). Espoirs et limites de la robotique de combat terrestre (Dossier 32).

Confédération Amicale des Ingénieurs de l'Armement. (s.d.). La robotique terrestre sur le champ de bataille. <https://www.caia.net/revue-auteurs-rubriques-numeros/article/la-robotique-terrestre-sur-le-champ-de-bataille/473>

CREC Saint-Cyr. (2018). Autonomie et létalité en robotique militaire. Les Cahiers de la Revue Défense Nationale.

Danet, D., & Hanon, J.-P. (s.d.). La robotisation du champ de bataille : questions pour aujourd'hui et pour demain. CREC Saint-Cyr. <https://www.ceach.fr/pdf/articles/2017/larobotisationduchampdebataille.pdf>

Dorhiac, S. (2016). Le futur du soldat sur le champ de bataille : le robot ? Stratégique, (112), 125-144. <https://shs.cairn.info/revue-strategique-2016-2-page-125?lang=fr>

Dufourd-Moretti, D. (2019). Quelles perspectives pour la robotique terrestre de défense ? La Jaune et la Rouge, (750), 34-37.

Faulhaber. (s.d.). Drone terrestre. <https://www.faulhaber.com/fr/motion/drone-terrestre/>

France Info. (s.d.). C'est ça la guerre d'aujourd'hui : en Ukraine, les robots terrestres esquissent la vision d'une guerre sans soldats.
https://www.franceinfo.fr/replay-radio/le-choix-franceinfo/c-est-ca-la-guerre-d-aujour-hui-en-ukraine-les-robots-terrestres-esquissent-la-vision-d-une-guerre-sans-soldats_8028308.html

France Inter. (2026, 9 juin). Évacuations, ravitaillement... Les robots terrestres, nouveaux acteurs de la guerre en Ukraine [Podcast]. Radio France.
<https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/france-inter-sur-le-terrain/rep-fi-sur-le-terrain-du-mardi-09-juin-2026-3084180>

Human Rights Watch et Sciences Citoyennes. (2018). Campagne contre les robots tueurs : Pourquoi la France doit s'opposer au développement des robots tueurs. Human Rights Watch.

Institut de Négociation et d'Anticipation Stratégique. (s.d.). Robotisation de l'armée de terre française : défis, coopérations et nouvelles architectures.
<https://inas-france.fr/robotisation-de-larmee-de-terre-francaise-defis-cooperations-et-nouvelles-architectures/>

Jeunes IHEDN. (2020, 14 juillet). Le marché des robots lourds à usage militaire en Europe : quelles perspectives ?
<https://www.jeunes-ihedn.org/2020/le-marche-des-robots-lourds-a-usage-militaire-en-europe-quelles-perspectives/>

Le Parisien. (2021, 2 juin). Un drone tueur autonome en Libye : une première qui suscite l'inquiétude.
<https://www.leparisien.fr/high-tech/un-drone-tueur-autonome-en-libye-une-premiere-qui-suscite-linquiétude-02-06-2021-FPGF773TVVDSFCWFPVC3KUE54M.php>

Lefèvre, S. (2008). La robotisation des armées occidentales modernes : Enjeux et perspectives [Mémoire de recherche, IEP Strasbourg].

Ministère des Armées. (s.d.). Nos drones et nos robots terrestres.
<https://www.defense.gouv.fr/terre/nos-materiels/nos-equipements-terre/nos-drones-nos-robots-terrestres>

Mordor Intelligence. (s.d.). Military Unmanned Ground Vehicle Market Size & Share Analysis.
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/military-unmanned-ground-vehicle-market>

PESCO. (s.d.). Integrated Unmanned Ground Systems 2 (iUGS2).
<https://www.pesco.europa.eu/project/integrated-unmanned-ground-systems-2-iUGS2/>

QANT. (s.d.). Robots de combats : la France mise sur KNDS et Safran.
<https://www.qant.tech/news/robots-de-combats-la-france-mise-sur-knds-et-safran/fr>

Rescue18. (2021, 3 février). Les robots terrestres chez les sapeurs-pompiers – Partie 1.
<https://rescue18.com/robot-colossus-incendie-technologie/>

Revue Défense Nationale. (2020). Robots terrestres et combat urbain : quelle dimension éthique ? Revue Défense Nationale, (828), 69-74.
<https://shs.cairn.info/revue-defense-nationale-2020-3-page-69?lang=fr>

Slate. (s.d.). Sur le front ukrainien, les drones terrestres changent les règles de la guerre.
<https://www.slate.fr/monde/guerre-ukraine-front-drone-robot-terrestre-armes-technologie>

Theatrum Belli. (s.d.). Espoirs et limites de la robotique de combat terrestre.
<https://theatrum-belli.com/espoirs-et-limites-de-la-robotique-de-combat-terrestre/>

Tisseron, A. (2012). Robotique et guerres futures : les armées de Terre face aux évolutions technologiques (Cahier n°12). IRSEM.

Topalian, J.-J. (2025, 22 juin). Le futur du combat terrestre sera robotisé, êtes-vous prêts ?
<https://jeanjacquestopalian.com/le-futur-du-combat-terrestre-sera-robotise-etes-vous-prets/>

Zone Militaire (Opex360). (2020, 13 mai). Le robot terrestre estonien THeMIS est capable de tout faire, même de remorquer un VBCI.
<https://www.opex360.com/2020/05/13/le-robot-terrestre-estonien-themis-est-capable-de-tout-faire-meme-de-remorquer-un-vbci/>

Zone Militaire (Opex360). (2025, 7 juin). Selon un retex de l'état-major des armées, les robots terrestres ont un intérêt limité sur le champ de bataille.
<https://www.opex360.com/2025/06/07/selon-un-retex-de-letat-major-des-armees-les-robots-terrestres-ont-un-interet-limite-sur-le-champ-de-bataille/>

Zone Militaire (Opex360). (2026, 28 juin). L'armée indienne veut transformer ses nombreux chars T-72 en drones terrestres de combat.
<https://www.opex360.com/2026/06/28/larmee-indienne-veut-transformer-ses-nombreux-chars-t-72-en-drones-terrestres-de-combat/>