
RAPPORT D'ETUDE

Sujet Principal

[Robots logistiques et de soutien]

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

Executive Summary

La robotique militaire a connu un véritable accélérateur depuis le début de la guerre en Ukraine, ou celle-ci est désormais perçue comme le facteur qui déterminera la victoire. La robotisation des infrastructures militaires est ainsi un phénomène inéluctable auquel la logistique n'échappera pas.

Le conflit en Ukraine a prouvé, en condition opérationnelle et de manière effective, les intérêts de l'utilisation accrue des robots dans la logistique militaire : dans des théâtres d'opérations comme Pokrovsk et Myrnodgrad, la logistique est effectuée à plus de 90% par des robots terrestres ; au sein de la 3ème brigade des forces armées ukrainiennes, 80% des opérations logistiques sont effectuées par des robots. Il nous apparaît ainsi nécessaire de précipiter la robotisation des solutions logistiques de l'armée française.

Les drones logistiques sont ainsi une réponse appropriée face aux nouveaux défis du champ de bataille. Les drones terrestres, notamment, sont appelés à jouer un rôle toujours plus important. La France peut compter sur une base industrielle de grande qualité et sur un savoir-faire technologique de grande qualité. Néanmoins, la France est, dans certains secteurs essentiels à la robotique, dépendante de l'étranger.

Aujourd'hui, la robotisation des solutions logistiques militaires est un processus quasiment engagé par toutes les puissances militaires de premier rang. Les États-Unis, via le projet MUTT, ou la Chine, avec le Mule-200e, robotisent leur logistique. La Russie et l'Ukraine, forcés par le conflit en cours, sont les plus avancés dans ce domaine, avec de nombreux programmes industriels et un déploiement opérationnel de plus en plus intensif.

Ainsi, la robotisation de la logistique militaire est une opportunité devant laquelle l'armée française ne peut pas reculer. Notre analyse vient ainsi apporter un premier éclairage de l'état de la robotique militaire logistique dans le monde, ainsi que sur les avantages et les limites qu'ils peuvent présenter.

Table des matières

I.	Cadre d'analyse.....	3
i.	Définition du sujet.....	4
ii.	Le périmètre de l'analyse.	4
iii.	Les acteurs majeurs.	5
II.	Analyse du contexte.	5
i.	Tendances globales.	6
ii.	Les faits récents marquants.....	6
III.	Cartographie des acteurs des robots logistiques de soutien.	7
IV.	Avantages opérationnels.....	8
V.	Menaces, dépendances et limites.	9
i.	Les menaces.	9
ii.	Les dépendances.	10
iii.	Les limites.	11
VI.	Scénarios et perspectives.	11
i.	Scénario numéro 1 : autonomie logistique souveraine.	12
ii.	Scénario numéro 2 : souveraineté en réserve.	12
iii.	Scénario numéro 3 : souveraineté en réserve.	12
iv.	Scénario numéro 4 : décrochage capacitaire.....	12
v.	Mise en perspective des scénarios.....	13
VII.	Les recommandations.....	13
VIII.	Conclusion.....	14
IX.	ANNEXE.....	15
	Annexe 1. Partie scénario et perspectives : Démarche méthodologique et matrice.	15
	Annexe 2 : Partie analyse des acteurs : cartographie des acteurs.	16
XL.	Sources :	19

I. Introduction

Les conflits actuels sont marqués par une place de plus en plus importante accordée à l'innovation technologique, qui transforme profondément la manière de concevoir, de conduire et de soutenir les opérations militaires. Si les drones armés, l'intelligence artificielle ou les systèmes autonomes de combat concentrent souvent l'attention, la robotisation des fonctions logistiques constitue une évolution tout aussi déterminante pour la mise en œuvre d'une mission de combat. En effet, aucune opération militaire ne peut être menée durablement sans une chaîne logistique performante capable d'assurer l'acheminement des équipements, des munitions, du carburant, des vivres ou encore l'évacuation des blessés. Les robots logistiques et de soutien s'inscrivent dans cette dynamique en proposant des solutions automatisées pour le transport de charges lourdes, le ravitaillement des unités engagées, l'évacuation médicale ou encore l'appui aux convois dans des environnements fortement contestés. Déjà expérimentés par plusieurs armées, ces systèmes témoignent d'une évolution profonde de la logistique militaire, désormais considérée comme un véritable facteur de supériorité opérationnelle.

L'intégration de ces robots répond avant tout à la nécessité de réduire la « friction logistique », qui désigne l'ensemble des difficultés rencontrées lors du soutien des forces : lenteurs dans l'acheminement des ressources, vulnérabilité des convois, contraintes liées au terrain ou encore exposition permanente des personnels aux menaces ennemies. Ils contribuent également à limiter les pertes en réduisant l'exposition des soldats lors des missions de ravitaillement ou d'évacuation médicale. Toutefois, ces bénéfices opérationnels s'accompagnent de nouveaux défis. Le fonctionnement de ces systèmes repose sur des technologies complexes combinant intelligence artificielle, capteurs, communications sécurisées, systèmes satellitaires, composants électroniques avancés et logiciels spécialisés. Cette dépendance technologique soulève des questions majeures en matière de cybersécurité, de résilience des réseaux, de maîtrise des données et d'autonomie industrielle. Une armée qui ne contrôlerait pas pleinement les technologies qu'elle emploie pourrait voir ses capacités opérationnelles fragilisées. Il est également pertinent de ne pas faire une distinction trop rigoureuse des enjeux logistique par rapport à l'attaque, tant que l'industrie le nombre de solutions utilisant la même plateforme sont en service.

Dans ce contexte, le développement des robots logistiques ne constitue pas uniquement un enjeu d'efficacité militaire ; il représente également une question de souveraineté. La France doit être capable de bénéficier des gains apportés par l'automatisation tout en conservant la maîtrise des technologies critiques nécessaires à leur conception, leur production, leur maintenance et leur évolution.

La robotisation logistique est-elle un facteur de supériorité opérationnelle pour la France, ou un facteur de vulnérabilité stratégique ?

Cette étude analysera les apports des robots logistiques et de soutien en matière de transport de charges, de ravitaillement, d'évacuation médicale et d'intégration dans les chaînes d'approvisionnement militaires. Elle montrera comment ces technologies participent à la réduction de la friction logistique et renforcent la capacité d'action des forces armées. L'objectif sera ainsi d'évaluer les conditions dans lesquelles la France peut développer une robotisation de son soutien logistique qui améliore ses performances opérationnelles sans compromettre son autonomie stratégique.

II. Cadre d'analyse

i. Définition du sujet.

Les robots logistiques et de soutien militaire désignent l'ensemble des systèmes autonomes ou téléopérés déployés pour accomplir les missions non-combattantes d'approvisionnement. Contrairement aux robots de combat, ils optimisent la chaîne logistique en réduisant la friction logistique, c'est-à-dire les pertes humaines et matérielles liées aux déplacements de convois, au ravitaillement en première ligne et à l'évacuation des blessés. Ces systèmes couvrent une gamme large, des micro-véhicules autonomes de moins de 50 kilogrammes aux véhicules de taille moyenne pesant plusieurs tonnes. Ils reposent sur des technologies critiques : systèmes de navigation GNSS, capteurs environnementaux, batteries lithium-ion, semi-conducteurs et couches logicielles d'intelligence artificielle.

ii. Le périmètre de l'analyse.

L'analyse couvre trois horizons temporels. À court terme (2025-2027), l'expérience ukrainienne démontre une généralisation rapide des UGV légers avec 15 000 unités déployées en 2025 et plus de 24 500 missions en Q1 2026. Cette accélération expose la France à un décalage capacitaire croissant. À moyen terme (2027-2035), on anticipe une intégration progressive dans les doctrines OTAN et une montée en autonomie des systèmes. À long terme, l'IA embarquée transformera la collaboration homme-robot. Le périmètre inclut les dépendances critiques de la supply chain française : semi-conducteurs (Taiwan, Corée du Sud), batteries lithium-ion (Asie), aimants de terres rares (Chine à 80 pour cent), et systèmes de positionnement (GPS américain). Il couvre aussi les enjeux de souveraineté technologique et doctrinale face aux standards OTAN imposés.

iii. Les acteurs majeurs.

Les États-Unis dominent via les programmes S-MET et Ghost Robotics [8]. Boston Dynamics exerce une influence majeure sur les trajectoires technologiques. L'OTAN coordonne l'interopérabilité par les standards STANAG, renforçant la dépendance des alliés européens. La France dispose d'acteurs fragmentés : KNDS France développe des véhicules autonomes, Safran Electronics assure l'intégration électronique, Shark Robotics produit des drones logistiques. Le programme DROIDE du ministère des Armées, doté de 5 milliards d'euros sur la LPM 2024-2030 [6][7], vise à accélérer la robotisation, mais reste insuffisant pour combler l'écart avec les États-Unis. La Chine déploie des capacités massives en essais logistiques autonomes. Israël excelle dans les robots logistiques légers avec une expérience opérationnelle unique. La Turquie développe rapidement ses propres UGV autonomes sur le créneau bas coût. Les dépendances critiques exposent la France à des vulnérabilités structurelles. Les semi-conducteurs proviennent principalement d'Asie, les batteries lithium-ion sont dominées par la Chine et la Corée du Sud, et les systèmes de positionnement restent dépendants du GPS américain malgré les progrès de Galileo.

III. Analyse du contexte.

Les robots logistiques et de soutien deviennent un maillon critique des opérations contemporaines pour le transport de charge, le ravitaillement et l'évacuation médicale, en particulier dans des environnements saturés de drones et de feux indirects. Ils réduisent fortement l'exposition des personnels tout en augmentant la capacité de projection logistique, mais au prix d'une dépendance croissante à des systèmes complexes, connectés et vulnérables.

i. Tendances globales.

Les opérations en Ukraine ont accéléré la robotisation des fonctions de soutien, faisant du théâtre ukrainien un laboratoire à ciel ouvert pour l'emploi de UGV logistiques et médicaux. Face à un adversaire numériquement supérieur, Kiev cherche à préserver ses effectifs en transférant une part croissante des missions de ravitaillement et d'évacuation vers des plateformes robotisées. En parallèle, les États-Unis et plusieurs armées de l'OTAN investissent dans des programmes de « last-mile logistics » autonomes et de CASEVAC robotisés, tirant directement les leçons de la vulnérabilité des convois et des hélicoptères.

ii. Les faits récents marquants.

L'armée ukrainienne a officiellement intégré le robot terrestre Vepr, dédié à la logistique et à l'évacuation, et l'utilise à proximité du front depuis 2024. Depuis 2025, des analyses de think tanks comme l'Australian Strategic Policy Institute mettent en avant le rôle central des robots terrestres dans la transformation de la médecine de l'avant et des flux logistiques en Ukraine. Les UGV réalisent environ 10 000 missions logistiques et d'évacuation par mois, selon le ministère de la Défense ukrainien. Le pays prévoyait de contractualiser plus de 25 000 robots terrestres au premier semestre 2026, avec l'objectif d'automatiser jusqu'à 100% de la logistique de première ligne. Le Vepr peut transporter jusqu'à 350 kg de charge utile, sur environ 40 km, à une vitesse de 7,5 km/h, ce qui lui permet de livrer munitions, vivres et matériel médical au profit d'une section ou d'une compagnie.

L'US Army souhaite une plateforme capable de soutenir un peloton de fusiliers et un poste de commandement de compagnie avec des flux multi-classes de ravitaillement (munitions, eau, rations, équipements). Ces robots sont conçus pour évoluer en autonomie ou en téléopération dans des terrains variés, en maintenant des communications fiables avec les unités appuyées. Des robots comme Vepr peuvent évacuer 1 à 2 blessés vers un point de collecte, réduisant l'exposition des brancardiers et des véhicules sanitaires dans des zones battues par les drones et les feux indirects. Aux États-Unis, des programmes comme ACE (Autonomous Casualty Extraction) ou les prototypes BEAR et ARES ont démontré la faisabilité technique de systèmes capables de soulever ou de tracter des blessés hors de la zone de danger.

IV. Cartographie des acteurs des robots logistiques de soutien.

L'analyse comparative des principaux acteurs de la robotique logistique militaire met en évidence que les écarts de performance ne relèvent pas uniquement des capacités technologiques, mais surtout des choix doctrinaux et des modalités d'intégration opérationnelle. La FRS (Fondation pour la recherche stratégique) distingue ainsi trois approches majeures : une robotisation progressive et institutionnalisée aux États-Unis, une mise en œuvre immédiate en Russie, et une stratégie de long terme en Chine fondée sur la maturité future de l'intelligence artificielle. Le modèle occidental privilégie une logique d'interopérabilité qui a vocation à se normaliser. En Europe, le programme iMUGS illustre cette volonté de structurer un cadre commun avant une industrialisation à grande échelle, notamment autour de Milrem Robotics et de la plateforme THeMIS [8][22]. Les États-Unis suivent une trajectoire comparable, mais connaissent un contraste marqué entre l'échec répété des programmes de véhicules de combat robotisés (FCS puis RCV) et le succès des plateformes de soutien logistique telles que le MUTT ou l'ULTRA.

La Russie et la Chine adoptent des stratégies distinctes mais convergent vers une accélération progressive du déploiement. Forte d'une tradition ancienne en matière de téléopération, la Russie n'a toutefois converti son avance doctrinale en capacités opérationnelles qu'à partir de 2024, principalement sous l'effet des contraintes du conflit ukrainien. Les limites rencontrées par l'Uran-9 en Syrie démontrent néanmoins la vulnérabilité des systèmes dans un environnement fortement contesté sur le plan électromagnétique [2][3][4][5]. La Chine poursuit quant à elle une montée en puissance progressive fondée sur la fusion civilo-militaire. L'intégration du ZRY 222 ainsi que l'utilisation de plateformes issues d'entreprises comme Unitree illustrent une stratégie reposant sur des coûts réduits et une forte capacité de diffusion technologique.

L'Ukraine constitue aujourd'hui le principal facteur de rupture. Sous la pression opérationnelle due à la guerre, elle a développé un modèle d'innovation ascendant reposant sur un écosystème industriel décentralisé alimenté par des cycles d'adaptation très courts et des plateformes à faible coût. Entre 2024 et 2026, la production de robots terrestres a fortement augmenté, permettant à certaines unités d'assurer une part majoritaire de leurs missions logistiques par des véhicules terrestres sans pilote. Cette approche remet en question les modèles occidentaux fondés sur des plateformes plus coûteuses, plus durables et davantage normalisées. Par ailleurs, la France conserve une posture prudente.

Elle privilégie le concept de « robot outil » tout en excluant les systèmes d'armes létaux autonomes. Les programmes Cohoma et Pendragon traduisent néanmoins une évolution doctrinale visant à intégrer progressivement des unités robotisées au sein des forces terrestres d'ici 2027. Toutefois, les contraintes budgétaires et les retards identifiés dans plusieurs domaines technologiques limitent encore la capacité d'accélération nationale.

En définitive, trois lignes de fracture structurent désormais le paysage international. D'une part, l'opposition entre planification étatique et innovation issue du terrain, d'autre part, le compromis entre robustesse technologique et maîtrise des coûts, et enfin, la différence de maturité entre les usages logistiques et les applications de combat. Le retour d'expérience ukrainien démontre que l'avantage compétitif repose désormais autant sur la rapidité d'expérimentation et d'adaptation que sur l'excellence technologique, constituant un enjeu majeur pour les futures politiques de défense européennes.

V. Avantages opérationnels.

Le champ de bataille moderne connaît une robotisation croissante, et la logistique constitue sans doute le domaine où cette transformation est la plus visible et la plus rapidement applicable. Contrairement aux systèmes de combat autonomes, dont l'emploi soulève encore de nombreuses questions éthiques, juridiques et opérationnelles, les robots logistiques répondent à des besoins concrets et immédiats. Le ravitaillement des unités, le transport de munitions et d'équipements, l'évacuation des blessés ou encore la reconnaissance et l'ouverture d'itinéraires sont des missions répétitives, planifiables et fortement exposées aux menaces adverses. Dans les conflits contemporains, où les drones d'observation, les munitions téléopérées et l'artillerie de précision permettent de détecter puis de frapper rapidement les convois logistiques, ces tâches sont devenues particulièrement dangereuses pour les personnels de soutien.

Les robots terrestres sans pilote apportent une réponse à cette évolution. Déployés en appui des unités combattantes, ils sont capables d'acheminer des charges, de livrer des munitions ou du carburant, de transporter un blessé vers un poste médical ou encore d'effectuer des missions de reconnaissance d'itinéraires avant le passage d'un convoi. Leur principal intérêt réside dans leur capacité à remplacer temporairement le soldat dans les zones les plus exposées, tout en garantissant la continuité du soutien logistique indispensable à la manœuvre. Ainsi, même sous le feu ennemi ou dans un environnement fortement contesté, les unités peuvent continuer à être ravitaillées sans mobiliser inutilement des personnels sur des missions à haut risque. À première vue, l'intérêt économique de ces systèmes peut sembler limité. Les robots logistiques affichent souvent une charge utile inférieure à celle des véhicules militaires classiques, tout en représentant un investissement financier important, auquel s'ajoutent les coûts de maintenance, de formation des opérateurs et de soutien technique. Leur rentabilité ne peut donc être appréciée uniquement à l'aune de leur capacité de transport ou de leur coût d'acquisition. Leur véritable valeur réside avant tout dans la préservation du capital humain.

En remplaçant les soldats sur des missions particulièrement exposées, ces systèmes contribuent à réduire les pertes humaines, qui représentent non seulement un coût moral et politique majeur, mais également une perte de compétences difficilement remplaçables. Former un militaire, en particulier dans des spécialités techniques ou logistiques, nécessite plusieurs années d'investissement. Préserver ces ressources humaines constitue donc un enjeu stratégique autant qu'opérationnel.

Dans cette perspective, le robot logistique ne doit pas être considéré comme un simple substitut au véhicule traditionnel, mais comme un multiplicateur de forces permettant de maintenir le rythme des opérations tout en diminuant les risques encourus par les personnels. La logique n'est donc plus uniquement celle du rendement logistique, mais celle de la protection des combattants et de la résilience des forces engagées.

VI. Menaces, dépendances et limites.

Si l'intégration des robots dans la logistique militaire est une condition sine qua none à la montée en puissance de l'armée française, celle-ci ne peut se faire sans aborder, au préalable, les menaces, dépendances et limites inhérentes à cette incorporation.

i. Les menaces.

La menace principale qui pèse sur les robots logistiques est celle des cyberattaques, qui peuvent efficacement déstabiliser les chaînes de logistiques. Les systèmes électroniques et informatiques des robots, pièce maîtresse de leur efficacité, en font des cibles idéales pour les cyberattaques. Les adversaires peuvent, au choix, brouiller le robot, le leurrer ou en prendre le contrôle. Des vulnérabilités furent établies sur les systèmes GNSS (dont le GPS) qui permettent aux robots de se repérer dans l'espace, ainsi que sur le ROS, *Robot Operating System*, l'outil informatique permettant de développer des logiciels pour la robotique. Ces attaques peuvent entraîner des conséquences catastrophiques : la chaîne logistique peut ainsi être détruite, voire contrôlée, par un adversaire technologiquement supérieur. Il apparaît ainsi impératif de renforcer les systèmes informatiques des robots.

ii. Les dépendances.

Les dépendances françaises identifiées sont de deux ordres : une dépendance à l'égard des minerais et des matériaux critiques et une dépendance à l'égard des composants électroniques.

La fabrication des robots implique l'utilisation de matières premières et de minerais, parfois critiques. Or, l'approvisionnement et la production de ces matières sont en grande partie contrôlés par la Chine. Selon un rapport de la Commission européenne, la Chine « *est le principal fournisseur de plus d'un tiers des matières premières nécessaires à la robotique* ». Sur les 44 matières premières utilisées dans ce secteur, elle en fournit 23. Sur les matières et minerais critiques, même constat : « *Sur les 19 matières premières critiques identifiées pour la robotique, 12 sont fournies principalement par la Chine* ». Cette dépendance structurelle, se situant à la base de la chaîne de valeur et de production, dans un contexte de guerre économique globale, est problématique pour la France. La Chine peut ainsi paralyser les chaînes industrielles françaises. Outre les matières critiques, les composants électroniques, comme les semi-conducteurs ou les GPU, occupent une place majeure dans la chaîne de valeur de l'industrie robotique. Là encore, la France est en très grande partie dépendante de l'étranger. Selon la *Direction générale des Entreprises*, 80 % de la chaîne de construction des semi-conducteurs se situe en Asie, tandis que les Etats-Unis sont les leaders sur le marché, avec 48 % des ventes réalisées en 2022.

Pendant que la même année, les capacités françaises de production représentaient 11 % de la production de l'UE. Les importations françaises sont par ailleurs en nette hausse. Dans le domaine des GPU, la France ne dispose d'aucune entreprise capable de produire des cartes graphiques, comme l'entreprise américaine NVIDIA par exemple. Là encore, la dépendance française dans ce secteur est préoccupante.

iii. Les limites.

L'application concrète des robots logistiques et la faible dynamique du milieu industriel robotique sont les deux limites que nous avons identifiées.

La conception théorique de l'utilisation d'un robot, dans l'optique de s'en servir en tant qu'outil logistique, est aisée. Son application théorique l'est un peu moins, surtout en ce qui concerne les robots terrestres. En effet, les premières expériences de robots Mules lors de l'opération Barkhane, destinées à du transport de matériel au plus près des fantassins, ont révélé un certain nombre de contraintes : le port obligatoire, par exemple, d'un moyen de charge restreint les terrains d'utilisation des robots. D'autres difficultés semblent exister. Le général Vincent Breton, directeur du centre interarmées de concepts, doctrines et d'expérimentations, souligne, à travers l'expérience russo-ukrainienne, la difficulté des robots terrestres d'évoluer dans des terrains accidentés. D'autre part, le général souligne leurs vulnérabilités face aux drones aériens. La deuxième limite est la faible envergure de l'industrie française de robotique, ainsi que l'inertie de la R&D française dans ce secteur. Selon le rapport de la Fédération Internationale de Robotique, la France, en 2025, comptait 195 robots pour 10 000 employés, la plaçant en dessous de la moyenne industrielle européenne. Cette atonie industrielle peut entraîner un double retard : à la fois dans la production de robots logistiques et de soutien à destination des forces armées et dans la recherche technologique. La France ne se donne pas les moyens de ses ambitions : les dépenses en R&D robotique française, de l'ordre de 30 millions d'euros, sont bien inférieures aux dépenses R&D chinoises, américaines ou japonaises.

VII. Scénarios et perspectives.

i. Scénario numéro 1 : autonomie logistique souveraine.

La France consolide une filière nationale et européenne de robotique logistique, permettant à l'armée de Terre de déployer largement des convois autonomes, des mules robotiques et des systèmes d'évacuation médicale automatisés, en ligne avec l'objectif de « logistique de masse » du CEMAT. Cette trajectoire réduit la dépendance aux composants extra-européens, développe l'exportation de solutions logistiques autonomes et renforce l'influence française sur les standards OTAN/UE. Le scénario se traduit par une montée en cadence industrielle, la sécurisation des approvisionnements critiques et une LPM ambitieuse.

ii. Scénario numéro 2 : souveraineté en réserve.

La base industrielle française conserve la maîtrise technologique en logistique autonome, mais la doctrine d'emploi et les budgets ne suivent pas le rythme de certains alliés ou adversaires. Les capacités existent mais restent sous-employées, ce qui expose la France à un risque de décrochage capacitaire en cas de conflit de haute intensité. Ce scénario résulte de lenteurs bureaucratiques, de rivalités industrielles européennes et d'arbitrages budgétaires défavorables.

iii. Scénario numéro 3 : souveraineté en réserve.

Sous la pression opérationnelle, la France généralise l'emploi de systèmes robotiques logistiques en s'appuyant sur des briques technologiques critiques d'origine étrangère, notamment pour le cloud, l'IA de commandement et les composants électroniques. La capacité opérationnelle progresse, mais l'autonomie stratégique se dégrade, avec des risques de rupture d'approvisionnement, de restrictions d'exportation (ITAR ou équivalents) et d'exposition de données sensibles.

iv. Scénario numéro 4 : décrochage capacitaire.

La France cumule un sous-investissement industriel et un retard doctrinal, la maintenant dépendante de technologies critiques étrangères tout en limitant l'intégration opérationnelle des robots logistiques. Elle se trouve ainsi doublement vulnérable, sur le plan de la souveraineté industrielle et sur le plan opérationnel, avec un risque de marginalisation face à des alliés et compétiteurs plus avancés.

VIII. Les recommandations

- IX. *Accélérer et sécuriser le programme DROIDE, en fixant un jalon calendaire ferme et en garantissant son financement accru dans la prochaine loi de programmation militaire, plutôt que de recourir à des équipements étrangers sur étagère (direction générale de l'armement) [1][2][3][4]*
- X. *Formaliser une doctrine d'emploi mixte air-sol pour la logistique de l'avant, répartissant les rôles entre drones aériens pour le ravitaillement au contact et robots terrestres pour le transport de charges lourdes et l'évacuation médicalisée à l'arrière (état-major des armées, direction générale de l'armement) [5][6][7][8]*
- XI. *Inscrire dans la loi de programmation militaire 2027 une clause de stocks stratégiques minimums pour les composants critiques des robots terrestres logistiques, assortie d'une diversification des sources d'approvisionnement hors zone chinoise (direction générale de l'armement, ministère de l'économie) [9][10][11]*
- XII. *Doter Bpifrance et la direction générale de l'armement d'un mécanisme de golden share ou de prise de participation minoritaire dans les petites et moyennes entreprises stratégiques du secteur, couplé à un fonds d'urgence opérationnelle. [12][13][14]*
- XIII. *Engager, sur arbitrage conjoint et via un contrat-cadre dédié, le passage de PROBOT du stade du prototype à une commande de série multi-missions réversible (évacuation médicale, ravitaillement, logistique générale), en s'appuyant sur les spécifications validées par le retour d'expérience ukrainien, à un horizon compatible avec le calendrier du programme DROIDE (2027-2028) (direction générale de l'armement, service de santé des armées, armée de Terre). [15][16][17].*

XIV. Conclusion

L'analyse conduite dans cette étude confirme que la robotisation de la logistique militaire ne constitue pas une option parmi d'autres, mais une transformation structurante à laquelle aucune armée de premier rang ne peut se soustraire. L'expérience ukrainienne, où les UGV assurent désormais jusqu'à 90% des flux logistiques dans certains secteurs du front, en établit la preuve opérationnelle irréfutable : la préservation du capital humain, plus que la seule performance technique, y constitue le véritable levier stratégique.

Face à cette dynamique, la France dispose d'atouts réels : programmes DROIDE et PROBOT, exercices capacitaires comme CoHoMa, dynamisme de PME telles que Shark Robotics ou M-Systems. Mais ces leviers restent fragilisés par des dépendances structurelles (semi-conducteurs, terres rares, batteries) et par un retard doctrinal et budgétaire persistant. La confrontation des quatre scénarios prospectifs le montre clairement : la trajectoire la plus probable à ce stade n'est pas celle de la souveraineté pleinement maîtrisée (S1), mais celle d'une dépendance opérationnelle croissante (S3), où l'efficacité s'achète au prix de l'autonomie stratégique.

Répondre à la question initiale — la robotisation logistique est-elle un facteur de supériorité opérationnelle ou de vulnérabilité stratégique pour la France ? — revient donc à constater qu'elle sera l'un ou l'autre selon les choix effectués dans les prochaines années. Les cinq recommandations formulées (accélération de DROIDE, doctrine mixte air-sol, sécurisation des approvisionnements critiques, protection capitaliste des PME stratégiques, industrialisation de PROBOT) dessinent précisément le chemin permettant à la France de basculer du scénario de dépendance vers celui de l'autonomie souveraine, avant que la fenêtre d'opportunité capacitaire ne se referme.

XV. ANNEXE

Annexe 1. Partie scénario et perspectives : Démarche méthodologique et matrice.

Mise en perspective des scénarios

Ces quatre scénarios couvrent tout le spectre possible pour la robotique logistique française, depuis une autonomie pleinement maîtrisée jusqu'au risque de décrochage. Le scénario 1 décrit la trajectoire à atteindre : une filière industrielle souveraine, des robots logistiques intégrés à grande échelle et une capacité à peser sur les normes internationales. Le scénario 2 correspond à une souveraineté qui existe mais reste sous-utilisée, faute de doctrine et de moyens, avec le risque de se faire dépasser en cas de crise. Le scénario 3 dévoile les gains en efficacité opérationnelle en s'appuyant sur des technologies étrangères, au prix d'une dépendance stratégique accrue. Enfin, le scénario 4 combine retard industriel et retard d'emploi, et place la France en situation de double fragilité, industrielle et militaire. L'enjeu, pour les décideurs, est donc clairement de se rapprocher du scénario 1, en évitant les trajectoires de dépendance ou de décrochage que représentent les scénarios 3 et 4.

La construction des scénarios repose sur une démarche de prospective stratégique en quatre étapes.

1) Identification des variables motrices : six variables structurantes sont retenues, portant sur la maîtrise industrielle française/ européenne des composants critiques, le rythme d'intégration doctrinale des robots logistiques, l'intensité des engagements opérationnels, le degré de coopération industrielle européenne, la maturité de la cybersécurité et la volonté politique et budgétaire.

2) Sélection des deux axes principaux : une analyse impact/incertitude fait émerger deux axes dominants pour 2030-2035 :

- un axe de souveraineté industrielle et technologique (de dépendante à maîtrisée),

XVI. Un axe d'intégration opérationnelle (de lente/marginale à rapide/massive).

Les autres variables jouent comme facteurs d'accélération ou de freinage à l'intérieur des scénarios.

3) Construction de la matrice de scénarios : le croisement de ces deux axes produit quatre scénarios considérés comme les futurs les plus probables, les combinaisons extrêmes et peu discriminantes étant écartées.

4) Qualification et vraisemblance : chaque scénario est ensuite caractérisé par des indicateurs et signaux faibles à surveiller, afin d'en apprécier la dynamique et la vraisemblance.



Annexe 2 : Partie analyse des acteurs : cartographie des acteurs.

Acteur	Posture doctrinale	Origine / ancienneté	Matérialisation concrète	Facteurs limitants
États-Unis	Généralisation progressive et institutionnelle, cycles longs d'acquisition [1][10]	FCS (2001, annulé 2009) → RCV relancé 2017-2020 → annulé de nouveau en 2025 [9][10]	S-MET/MUTT opérationnel depuis 2020 ; ULTRA testé en 2025 (Géorgie, 173e brigade) [6][7]	Programmes lourds répétitivement annulés ; succès limité aux plateformes légères de logistique
Russie	« Déjà effective » : emploi massif de téléopérés dès aujourd'hui [1]	Téléopération dès les années 1920-1930 (chars T-18/TT-26) ; programme 2014 relancé [2]	Uran-9/Marker/Ner ekhta déployés en Ukraine pour logistique et évacuation depuis 2024-2025 [3][4]	Uran-9 non concluant en Syrie (2018) : perte de liaison en environnement électromagnétique dégradé [5]
Chine	Processus de long terme, subordonné à la maturité de l'IA [1]	Parade militaire de septembre 2025 ; ZRY222 en service depuis 2024 [11]	« Yak mécanique » (160 kg de charge), robots-loups en essais testés dès 2025 [12]	Dual-use civil-militaire opaque (Unitree) ; restrictions de publication depuis mars 2025 [13]

Ukraine	Rupture ascendante ('bottom-up'), pilotée par le terrain plutôt que par la doctrine	Accélération depuis l'été 2025 ; 280 entreprises spécialisées, 550 solutions [14][15]	15 000 UGV livrés en 2025 (vs 2 000 en 2024) ; jusqu'à 90 % de la logistique de certains secteurs assurée par robot [15][16]	Robots consommables (5 000 à 13 000 \$) mais dépendance à l'état du terrain et aux liaisons
France	Prudence doctrinale assumée, refus des SALA, priorité au « robot outil » [17][18]	Cohoma (2023) ; MC² (2021) ; Pendragon (programme lancé 2025-2026) [17][19]	Sminex (démontage) reporté à 2029-2030 ; unité robotisée Pendragon visée à l'été 2027 [17][19]	Budget innovation contraint (10 Md€/7 ans tous domaines confondus) et retard reconnu sur les drones [20][21]

XLVII. Sources :

1. Intro :

2. Cadre d'analyse :

[1] Defense News. (2026, April 24). Ukraine to field 25,000 ground robots in push to replace soldiers for frontline logistics. <https://www.defensenews.com/unmanned/2026/04/24/ukraine-to-field-25000-ground-robots-in-push-to-replace-soldiers-for-frontline-logistics/>

[2] Jamestown Foundation. (2026, January 26). Ukraine becomes world leader in unmanned ground vehicles. <https://jamestown.org/ukraine-becomes-world-leader-in-unmanned-ground-vehicles/>

- [3] Second Line of Defense. (2025, October 27). Ukraine's robot army: The rise of unmanned ground vehicles in modern warfare. <https://sldinfo.com/2025/10/ukraines-robot-army-the-rise-of-unmanned-ground-vehicles-in-modern-warfare/>
- [4] Interesting Engineering. (2026, April 27). Ukraine plans 25,000 war robots for frontline logistics in 2026. <https://interestingengineering.com/military/ukraine-plans-25000-unmanned-ground-vehicles>
- [5] Modern War Institute. (2026, April 19). Networked for war: Lessons from Ukraine's ground robots. <https://mwi.westpoint.edu/networked-for-war-lessons-from-ukraines-ground-robots/>
- [6] Drone Actu. (2025, March 19). Le drone terrestre militaire en France. <https://www.drone-actu.fr/drone-militaire/le-drone-terrestre-militaire-en-france>
- [7] Ministère des Armées. (2024). Loi de programmation militaire 2024-2030. <https://www.defense.gouv.fr/ministere/politique-defense/loi-programmation-militaire-2024-2030>
- [8] TechCrunch. (2025, January 8). Boston Dynamics settles patent suit with military robotics firm Ghost. <https://techcrunch.com/2025/01/08/boston-dynamics-settles-patent-suit-with-military-robotics-firm-ghost/>

XLVIII. Analyse du contexte :

XLIX. Analyse des acteurs :

- [1] FRS. (2024). *La robotisation du champ de bataille : benchmark doctrinal à horizon 2040 (États-Unis, Russie, Chine, Turquie)*. <https://www.frstrategie.org/publications/defense-et-industries/robotisation-champ-bataille-benchmark-doctrinal-horizon-2040-etats-unis-russie-chine-turquie-2024>
- [2] Centre de doctrine et d'enseignement du commandement. (n.d.). *Pensées mili-terre : robotisation de l'armée russe*. https://www.penseemiliterre.fr/fr/114678_1013077.html
- [3] Business AM. (2026, mai 1). *La Russie déploie plus de 20 types de robots terrestres dans la guerre en Ukraine*. <https://fr.businessam.be/la-russie-deploie-plus-de-20-types-de-robots-terrestres-dans-la-guerre-en-ukraine/>

- [4] Opex360. (2026, avril 14). *Selon Kiev, des robots de combat terrestres auraient conquis une position de l'armée russe*. <https://www.opex360.com/2026/04/14/selon-kiev-des-robots-de-combat-terrestres-auraient-conquis-une-position-de-larmee-russe/>
- [5] Ifri / Le Monde. (2023, mai 18). *En France, l'armée de terre s'engage à pas prudents vers le combat robotisé*. <https://www.ifri.org/fr/presse-contenus-repris-sur-le-site/en-france-larmee-de-terre-sengage-pas-prudents-vers-le-combat>
- [6] Army Recognition. (2025, juillet). *Exclusive Report: U.S. Army tests ULTRA autonomous tactical vehicle*. <https://www.armyrecognition.com/news/army-news/2025/exclusive-report-u-s-army-tests-ultra-autonomous-tactical-vehicle-to-reduce-risk-in-frontline-logistics-operations>
- [7] General Dynamics Land Systems. (n.d.). *MUTT — page produit*. <https://www.gdls.com/mutt/>
- [8] Commando Magazine. (2026). *Milrem Robotics : un flanc Est robotisé pour l'OTAN*. <https://commando-magazine.com/milrem-robotics-devoile-son-concept-de-defense-robotisee-du-flanc-est-de-lotan-avant-eurosatory-2026/>
- [9] Wikipedia. (n.d.). *Future Combat Systems*. https://en.wikipedia.org/wiki/Future_Combat_Systems
- [10] Congressional Research Service. (2025). *The Army's Robotic Combat Vehicle (RCV) Program*. https://www.congress.gov/crs_external_products/IF/PDF/IF11876/IF11876.15.pdf
- [11] Army Recognition. (2026, janvier). *Chinese Ground Units Test ZRY222 Rocket-Armed UGV*. <https://www.armyrecognition.com/news/army-news/2026/chinese-ground-units-test-zry222-rocket-armed-unmanned-ground-vehicle-for-infantry-close-support>
- [12] Breizh-info. (2025, août 10). *Chine : l'armée déploie des loups robots pour ses exercices militaires*. <https://www.breizh-info.com/2025/08/10/249912/chine-larmee-deploie-des-loups-robots-pour-ses-exercices-militaires/>
- [13] RobotToday. (2026, avril). *Future Warfare: Unmanned Ground Vehicles — From Logistics Mules to Front-Line Robots*. <https://robbottoday.com/article/future-warfare-unmanned-ground-vehicles-from-logistics-mules-to-front-line-robots>
- [14] Aruco. (2025). *L'Ukraine accroît sa production de robots terrestres face à l'armée russe*. <https://www.aruco.com/robotique/ukraine-robots-guerre/>
- [15] Techniques de l'Ingénieur. (2026). *Des UGV aux missions de ravitaillement, le front ukrainien teste la robotisation au sol*. <https://www.techniques->

ingenieur.fr/actualite/articles/des-ugv-aux-missions-de-ravitaillement-le-front-ukrainien-teste-la-robotisation-au-sol-159934/

[16] RTS. (2026, avril). *La montée en puissance des robots militaires ukrainiens*. <https://www.rts.ch/info/monde/2026/article/la-montee-en-puissance-des-robots-militaires-ukrainiens-29213164.html>

[17] Ifri / Le Monde. (2023, mai 18). *En France, l'armée de terre s'engage à pas prudents vers le combat robotisé — (doublon de [5], même article)*. <https://www.ifri.org/fr/presse-contenus-repris-sur-le-site/en-france-larmee-de-terre-sengage-pas-prudents-vers-le-combat>

[18] L'Usine Nouvelle. (2021). *Les industriels, renforts indispensables à la robotisation des armées*. <https://www.usinenouvelle.com/article/les-industriels-renforts-indispensables-a-la-robotisation-des-armees.N1102879>

[19] OpexNews. (2026, mai). *Actualisation de la LPM : les priorités de l'armée de Terre pour 2030*. <https://opexnews.fr/armee-terre-acceleration-transformation-lpm-pierre-schill-2026/>

[20] Institut Montaigne. (n.d.). *La loi de programmation militaire 2024-2030, loi de réparation mais non de réarmement*. <https://www.institutmontaigne.org/expressions/la-loi-de-programmation-militaire-2024-2030-loi-de-reparation-mais-non-de-rearmement>

[21] Meta-Defense. (2026, mai 7). *L'Ukraine lance un achat de 25 000 robots terrestres UGV d'ici mi-2026*. <https://meta-defense.fr/2026/05/07/ukraine-achat-25000-ugv-2026/>

[22] Jeunes IHEDN. (n.d.). *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/>

L. Avantages opérationnels :

LI. Risques et vulnérabilités :

[1]

Yaacoub, J.-P. A., Noura, H. N., Salman, O., & Chehab, A. (2022). Robotics cyber security: Vulnerabilities, attacks, countermeasures, and recommendations. *International Journal of Information Security*, 21(1), 115–158. <https://doi.org/10.1007/s10207-021-00545-8>

[2]

Carmen+ University Transportation Center. (2024, mars). *Faculty spotlight on Todd Humphreys*. The Ohio State University, College of Engineering. <https://utc.engineering.osu.edu/news/2024/03/faculty-spotlight-todd-humphreys>

[3]

Sandoval, S. (2018). *Cyber security testing of the Robot Operating System in unmanned aerial systems* [Mémoire de master, Naval Postgraduate School]. Defense Technical Information Center. <https://apps.dtic.mil/sti/trecms/pdf/AD1065502.pdf>

[4]

Blagoeva, D., Pavel, C., Wittmer, D., Huisman, J., & Pasimeni, F. (2019). *Materials dependencies for dual-use technologies relevant to Europe's defence sector* (EUR 29850 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/570491>

[5]

Direction générale des Entreprises. (2025, 8 janvier). *Les semi-conducteurs : un marché mondialisé et une dépendance européenne* (Les Thémas de la DGE, n° 27). <https://www.entreprises.gouv.fr/la-dge/publications/les-semi-conducteurs-un-marche-mondialise-et-une-dependance-europeenne>

[6]

Cornut-Gentille, F. (2022, 22 février). *Question écrite n° 44343 : Bilan de l'expérimentation des robots mules* (Réponse publiée le 3 mai 2022). Assemblée nationale, XVe législature. <https://questions.assemblee-nationale.fr/q15/15-44343QE.htm>

[7]

Saint-Cast, F. (2025, 17 mars). *Robots : la France est à la traîne*. Fondation IFRAP. <https://www.ifrap.org/etat-et-collectivites/robots-la-france-est-la-traine>

LII. Scénario & Perspectives :

Futuribles. (s.d.). La méthode des scénarios en prospective stratégique. <https://www.futuribles.com>

Godet, M. (2004). From anticipation to action : A handbook of strategic prospective. Paris : UNESCO.

IFRI. (s.d.). Prospective stratégique et scénarios de crise : outils pour la défense et la sécurité. <https://www.ifri.org>

Castex, P. & al. (2018). La construction de scénarios stratégiques pour les forces armées. Revue Défense Nationale. <https://www.defnat.com>

Opex360. (2026, January 5). Pour le général Schill, l'armée de Terre doit réapprendre à faire de la logistique de masse. <https://www.opex360.com/2026/01/05/pour-le-general-schill-larmee-de-terre-doit-reapprendre-a-faire-de-la-logistique-de-masse/>

Theatrum Belli. L'armée de Terre sécurise sa capacité logistique : 7 000 camions pour 2 milliards d'euros. <https://theatrum-belli.com/larmee-de-terre-securise-sa-capacite-logistique-7-000-camions-pour-2-milliards-deuros/>

Fipa.tv. Forces françaises : dépendance numérique (Cloud Act / ITAR / Arcadia). <https://www.fipa.tv/tech/forces-francaises-dependance-numerique/>

Portail de l'IE. (2024). Souveraineté numérique : le ministère des Armées face au piège Microsoft. <https://www.portail-ie.fr/univers/risques-et-gouvernance-cyber/2024/souverainete-numerique-le-ministere-des-armees-face-au-piege-microsoft/>

Clubic. L'armée française reste dépendante des Big Tech américains, et voici pourquoi. <https://www.clubic.com/dossier-618238-larmee-francaise-reste-dependante-des-big-tech-americains-et-voici-pourquoi.html>

GeoStrategia. Cloud défense : défi opérationnel, impératif stratégique, enjeu de souveraineté (reprend l'article IFRI de Clotilde Bômont). <https://www.geostrategia.fr/cloud-defense-defi-operationnel-imperatif-strategique-enjeu-souverainete/>

LIII. Recommandations :

- [1] Forces Operations Blog. (2025, 6 février). *KNDS et Safran retenus pour la conception d'un démonstrateur robotique terrestre*. <https://www.forcesoperations.com/knds-et-safran-retenus-pour-la-conception-dun-demonstrateur-robotique-terrestre/>
- [2] Ministère des Armées et des Anciens combattants. (2025, 7 février). *Robotique terrestre : La DGA notifie l'accord-cadre DROIDE*. <https://www.defense.gouv.fr/dga/actualites/robotique-terrestre-dga-notifie-laccord-cadre-droide>
- [3] Forces Operations Blog. (2025, 28 mars). *DROIDE, un accord-cadre pour accélérer sur la robotique de combat*. <https://forcesoperations.com/droide-un-accord-cadre-pour-accelerer-sur-la-robotique-de-combat/>
- [4] Forces Operations Blog. (2026, juin). *Eurosatory 2026 : un pied dans la robotique de combat pour l'armée de Terre*. <https://forcesoperations.com/eurosatory-2026-un-pied-dans-la-robotique-de-combat-pour-larmee-de-terre/>
- [5] Slate.fr. (2026, juin). *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>
- [6] Techniques de l'Ingénieur. (2026, juin). *Des UGV aux missions de ravitaillement, le front ukrainien teste la robotisation au sol*. <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/des-ugv-aux-missions-de-ravitaillement-le-front-ukrainien-teste-la-robotisation-au-sol-159934/>
- [7] Ministère des Armées et des Anciens combattants. (2025, 5 juin). *Le drone, nouvelle arme de guerre*. <https://www.defense.gouv.fr/actualites/drone-nouvelle-arme-guerre>
- [8] INAS-France. (2025, 22 novembre). *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/>
- [9] Techniques de l'Ingénieur. (2026, 5 juin). *Les actualités à suivre : souveraineté, hydrogène naturel, IA et conformité, Critical Raw Materials Act, PFAS*. <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/les-actualites-a-suivre-souverainete-hydrogene-naturel-ia-et-conformite-critical-raw-materials-act-pfas-160428/>
- [10] LCP/Assemblée nationale. (2026, 1 avril). *Munitions, drones, porte-avions : ces dépendances qui affaiblissent l'armée française*. <https://lcp.fr/actualites/munitions-drones-porte-avions-ces-dependances-qui-affaiblissent-l-armee-francaise-434563>

- [11] Sénat. (2025). *Question écrite n° 251106603 de Mme Catherine Dumas — Dépendance de la France aux métaux rares nécessaires aux technologies de défense*. <https://www.senat.fr/questions/base/2025/qSEQ251106603.html>
- [12] Bpifrance | Presse. (2025, 14 octobre). *Bpifrance lance le fonds « Bpifrance Défense », permettant aux particuliers d'investir dans des entreprises principalement non cotées du secteur de la défense et de la souveraineté technologique*. <https://presse.bpifrance.fr/bpifrance-lance-le-fonds-bpifrance-defense-permettant-aux-particuliers-dinvestir-dans-des-entreprises-principalement-non-cotees-du-secteur-de-la-defense-et-de-la-souverainete-technologique>
- [13] Economie Matin. (2026, juin). *Bpifrance : 10 000 épargnants mobilisent 100 millions d'euros pour la défense française*. <https://www.economiematin.fr/bpifrance-100-millions-defense>
- [14] Armées.com. (2026, 30 juin). *Bpifrance finance la défense : 6 M€ pour les PME militaires*. <https://armees.com/bpifrance-finance-defense-6-m-pme-hauts-france/>
- [15] Ministère des Armées et des Anciens combattants. (2025, 4 juillet). *14 juillet 2025 : trois raisons de s'intéresser au robot mule PROBOT*. <https://www.defense.gouv.fr/sante/actualites/14-juillet-2025-trois-raisons-sinteresser-au-robot-mule-probot>
- [16] Zone Militaire (Opex360). (2025, 5 juillet). *Le Service de santé des armées dévoile un robot terrestre dédié aux évacuations sanitaires*. <https://www.opex360.com/2025/07/05/le-service-de-sante-des-armees-devoile-un-robot-terrestre-dedie-aux-evacuations-sanitaires/>
- [17] Slate.fr. (2026, juin). *Sur le front ukrainien, les drones terrestres changent les règles de la guerre (robot MAUL — évacuation 64 km)*. <https://www.slate.fr/monde/guerre-ukraine-front-drone-robot-terrestre-armes-technologie>