



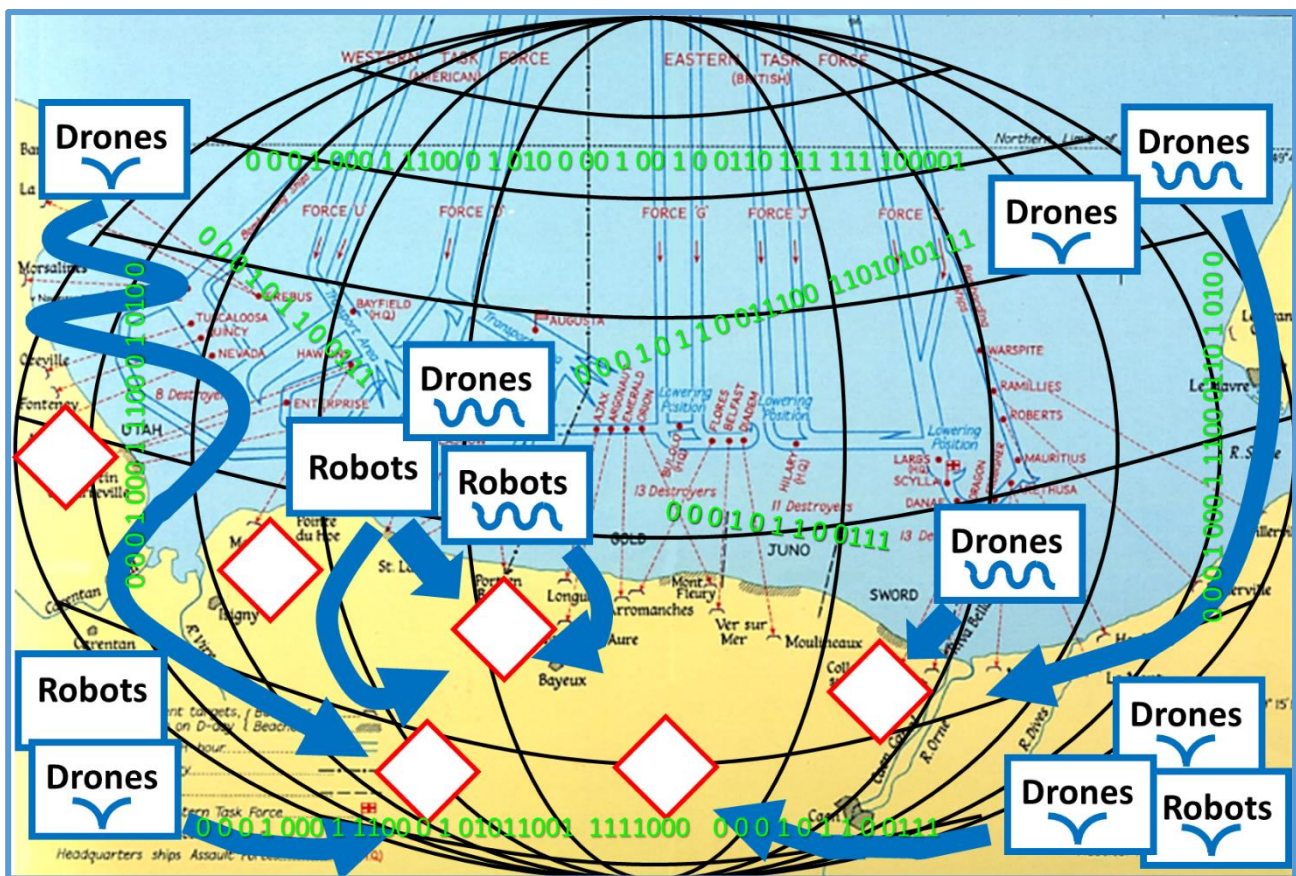
ÉCOLE DE GUERRE

PROMOTION P28

2020-2021

RÉFLEXIONS SUR L'INTÉGRATION EN MASSE DE ROBOTS ET DE DRONES DANS UNE MANŒVRE OPÉRATIVE

Comment envisager l'emploi des drones et robots dans une manœuvre opérative interarmées de haute intensité?



Chef d'escadrons (TA), Sébastien Gille

Sous la direction de

ICETA2, Yann BOUREZ,

Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations

Résumé

Les drones et les robots investissent progressivement les champs de batailles modernes. Ils sont craints, ils sont appréciés. De nouveaux modes d'actions sont expérimentés dans une perspective de haute intensité. Sur les théâtres d'opération, des drones aériens sont utilisés au profit de l'opératif pour du ciblage. Les industriels s'affairent afin que des drones tactiques agissent en essaim. En partie grâce à l'intelligence artificielle, les systèmes automatisés deviendront de plus en plus performants, endurants, mobiles, modulaires.

Ainsi, apparaît-il nécessaire d'envisager un emploi des drones et des robots à grande échelle en masse? Ils offrent en effet l'opportunité de créer des entités agiles et interarmées pour agir en multimilieux et multichamps. Ils sont certainement l'occasion d'explorer de nouveaux procédés singuliers, ouvrant la voie à un emploi décloisonné et interchangeable entre le tactique et l'opératif. Il serait ainsi pertinent de créer ponctuellement une *task force* robotique, outil unique au profit de l'opératif. Les principaux avantages de cette *task force* seraient la fulgurance, la réactivité et la souplesse de subordination. Sa résilience et son adaptabilité seraient conférées par le maintien de superviseurs humains de proximité pour palier à une perte de communication, principale faiblesse des systèmes.

Abstract

Unmanned Vehicles (UAV, UGV, USV) are gradually invading modern battlefields. They are feared, they are appreciated. New modes of action are being experimented with in a high-intensity perspective. In theatres of operation, aerial drones are used for targeting purposes. Industrialists are working to ensure that tactical drones act in swarms. Thanks in part to artificial intelligence, automated systems will become increasingly powerful, durable, mobile and modular.

Doesn't it therefore seem necessary to envisage the use of drones and robots on a large scale? Indeed, they offer the opportunity to create agile and joint entities to act in a multi-domain operation. They are certainly an opportunity to explore new singular processes, paving the way for a decompartmentalised and interchangeable use between the tactical and the operational. It would therefore be appropriate to create a robotic task force, a unique tool for the operative level. The main advantages of such a task force would be its rapidity, reactivity and flexibility of subordination. Its resilience and adaptability would be conferred by the maintenance of local human supervisors to compensate for a loss of communication, the main weakness of the systems.

Introduction

Rendons-nous sur les plages du débarquement en Normandie. Arrêtons-nous un instant sur la pointe du Hoc, face à la mer. À notre gauche, Utah Beach. À notre droite Omaha Beach. Derrière nous, les *drop zones* des parachutistes américains. Laissons-nous porter par nos réflexions... Projétons l'opération *Overlord* dans un futur proche, avec tous les progrès technologiques et les évolutions doctrinales inhérents. Et si... Et si cette vaste opération devait être panifiée et conduite aujourd'hui ou très prochainement, quelles différences observerions-nous? Si le défenseur renforçait ses capacités de déni d'accès par des missiles hypervéloces? Si les blindés alliés étaient automatisés, appuyés sur les plages par des drones d'accompagnement sous-marins / terrestres hybrides? Et si les belligérants avaient recours massivement aux drones et aux robots? Elargissons un peu le cadre : comment employer au mieux des robots et des drones dans une manœuvre opérative complexe intégrant de l'amphibie et de l'aéroporté? En allant encore plus loin dans le raisonnement : tous les robots et drones sont-ils employables à tous les niveaux - tactique, opératif et stratégique -, de façon réversible?

La littérature sur les drones et les robots n'est certainement pas orpheline. Ensuite, l'inspiration mutuelle des premières bonnes pratiques entre milieux offre aussi une source de réflexion pour les armées et les industriels. Par ailleurs, si l'emploi des systèmes automatisés (SA), entendus comme les robots et les drones semi-autonomes¹ de toutes catégories de masses et de volumes, se comprend et s'imagine aisément au niveau tactique, n'est-il pas nécessaire d'envisager également un emploi à plus grande échelle au niveau opératif? Si tel est le cas, en dehors des quelques drones déjà utilisés actuellement à ce niveau, comment les SA peuvent-ils s'intégrer en nombre dans la manœuvre opérative multimilieux de haute intensité? Certains robots et drones ne sont-ils pas destinés à demeurer des outils au profit des plus petits échelons? Sont-ils interchangeables avec l'opératif? Quels sont les enjeux sous-jacents, les opportunités, les risques, les conséquences d'une telle intégration? Une évolution des procédés vers des modes d'actions parfois innovants est-elle envisageable?

¹ Les définitions et appellations françaises ou alliées sont nombreuses. *Unmanned Combat Aerial Vehicle* UCAV, *Unmanned Ground Vehicle* UGV, UAV, USV *Unmanned Surface Vehicle*, drones marins, etc. Ainsi pour simplifier le propos, les robots seront les systèmes automatisés physiques semi-autonomes terrestres, les drones seront plutôt marins, aériens ou spatiaux. Pour plus de précisions se référer aux définitions de l'annexe 2.

L'approche est multimilieu et multichamps² d'affrontements. Une attention particulière sera portée sur les espaces physiques traditionnels terre, air, mer, extra-atmosphérique, pouvant être qualifiés de milieux, mais également cybernétique et électromagnétique. Cette étude pourra établir aussi des passerelles indirectes avec les autres champs de conflictualité immatériels comme l'informationnel. Bien que le terme de robot existe en informatique, il ne sera pas employé sous cette définition ici. Les robots et les drones seront tous physiques et matériels.

Le niveau opératif est une notion parfaitement arrêtée au sein de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN)³ et la doctrine française⁴. Toutefois, selon le général Lung, « *la tactique ne diffère de la stratégie que par le but. Ses moyens d'actions sont semblables* »⁵, et la « *distinction entre stratégie et tactique n'est pas aussi claire que ne le suggère les définitions*

² Il s'agit de prendre en compte simultanément tous les milieux et les champs d'affrontement. L'approche est en cohérence avec le nouveau concept d'emploi des forces. (ÉTAT-MAJOR DES ARMÉES (EMA), *CIA 01 Concept d'emploi des Forces*, Paris, 2 décembre 2020, 40 p., p. 28). En outre, il existe neuf champs d'affrontements (Terre, Air, Mer, extra-atmosphérique, électromagnétique, cybernétique, biologique, infinitésimal et informationnel) définis par le CENTRE INTERARMÉES DE CONCEPTS, DE DOCTRINES ET D'EXPERIMENTATIONS (CICDE), *RPIA-2016/001, environnement opérationnel futur 2035*, n°101, Paris, 23 mai 2016, version amendée 11 juillet 2017).

³ Cf. annexe 2 glossaire sur la définition approfondie du niveau opératif.

⁴ *Id.*

⁵ COUTAU-BÉGARIE Hervé, *Traité de stratégie*, Paris, Economica, 2008, 1133 p., p.137.

classiques »⁶ . Ainsi, le niveau étudié est celui d'un opératif moins strict et moins cloisonné, autorisant des passerelles entre les niveaux grâce à des « modes d'actions » transposables à plusieurs niveaux⁷ et à l'apport de nouvelles technologies dont la robotique. Pour offrir des atouts supplémentaires, les composantes et les systèmes de commandement⁸ pourront être décloisonnés. Le niveau étudié restera cependant cohérent avec la doctrine alliée actuelle dans le sens où il s'agira de mener des actions interarmées intégrées d'emblée.

La question qui se pose alors est comment envisager l'emploi en masse de tous les drones et robots dans une manœuvre opérative interarmées multimilieux et multichamps (M2MC) de haute intensité à un horizon 2040?

Le cœur du propos exploratoire, non exhaustif et *bottom-up*, visera à identifier des pistes de réflexions sur l'intégration ou l'emploi au niveau opératif, en proposant des solutions alternatives, souhaitables et réalisables. Il s'avère que les drones et robots peuvent être utilisés en masse au niveau tactique et au niveau opératif, de façon décloisonnée. Grâce aux

⁶ *Ibid.* p. 133.

⁷ Le terme confortable de « *modes d'action* [...] *peut s'appliquer à n'importe quel niveau* [décisionnel] », il englobe plusieurs concepts, principes, et procédés. COUTAU-BÉGARIE, *op. cit.*, p.143.

⁸ Les systèmes de commandement sont « *robustes et agiles* ». CIA 01 *Concept emploi des forces*, *op. cit.*, p.27.

nouvelles technologies, à la modularité et à l'autonomie ajustable de la majorité des plateformes, il y aurait un intérêt d'effectuer des bascules de subordination d'un niveau à un autre. La création sur opportunité d'entités *ad hoc* robotiques, nommées *task force* robotique⁹, aux ordres de l'opératif, en limitant les contraintes organisationnelles et techniques, pourraient s'avérer efficace pour certaines manœuvres. Le but étant de s'extraire de certaines «normes» actuelles, pourtant salutaires, pour faire preuve d'agilité¹⁰ et de réactivité.

Dans un premier temps, afin d'obtenir une étude réaliste, il convient d'établir les hypothèses fondatrices de tout raisonnement scientifique et prospectif. Ces hypothèses mettront en exergue les premiers risques, conséquences et opportunités de l'emploi des robots et drones au niveau opératif. Dans un deuxième temps, il s'agira de poursuivre l'approche croisée par milieux pour soulever des enjeux sous-jacents dans l'esquisse d'emplois de robots et drones à un tel niveau dans les manœuvres traditionnelles et futures.

⁹ Il s'agit d'une unité créée provisoirement à partir de moyens provenant d'entités différentes pour accomplir une mission spécifique. Cf. annexe 2.

¹⁰ L'agilité est un facteur de supériorité opérationnelle. *CIA 01 Concept emploi des forces, op. cit.*, p. 34. Il en existe neuf : performance du commandement, force morale, compréhension, agilité, influence, endurance, foudroyance, crédibilité, masse.

I. Cadre général : les hypothèses nécessaires à la prospective

Tout raisonnement scientifique débute par la **mise en place d'hypothèses et de présupposés afin de canaliser la pensée**. Se fondant sur des constats et proposant les premières pistes de réflexion, cette partie a pour **objectif de poser un cadre opérationnel de réflexion** comme il est préconisé dans les méthodes de raisonnement et de planification appliquées dans les forces armées.¹¹ Il s'agit dès lors de répondre aux questions simples : avec quoi, où, contre qui, quelles limitations et quels premiers enjeux englobent le niveau étudié.

A) Où agir avec les systèmes automatisés : l'impératif d'une approche multimilieux pour un combat efficace

Effet de mode, d'entraînement¹², application d'une volonté stratégique ou simple bon sens, **l'étude des systèmes automatisés, encore plus au niveau opératif, doit se faire selon une approche croisée des milieux et des champs d'affrontement. Les SA agiront de concert dans plusieurs milieux simultanément.** En effet, afin

¹¹ La *Comprehensive Operational Planning Directive* (COPD) pour l'OTAN, et la Méthode d'Elaboration de Décision Opérationnelle Tactique (MEDOT) pour l'armée de terre au niveau tactique.

¹² Les États-Unis développent les concepts de *MDO MultiDomain Operations* par exemple.

d'obtenir une meilleure synergie des systèmes, pour s'opposer à l'ensemble du spectre des menaces adverses, et dans l'optique de partager les bonnes pratiques, une vision générale est toujours plus efficace.

Au niveau tactique, les composantes les plus anciennes ou traditionnelles (terrestre, navale, aérienne) articulent dans l'espace et le temps plusieurs systèmes d'armes et leurs moyens selon leurs fonctions intrinsèques pour atteindre leur objectif. Autrement dit, l'armée de Terre combat en interarmes. La Marine agit en multilutte (simultanément grâce à plusieurs senseurs et effecteurs : lutte anti-sous-marine, lutte anti-aérienne, etc.) Par réflexion ou projection, le niveau opératif est obligatoirement interarmées. Dès lors, **l'étude des systèmes automatisés, tout en considérant les contraintes de chaque milieu, doit être interarmées.** Pourquoi réinventer une solution quand elle existe déjà ailleurs ? En s'inscrivant dans cette démarche efficace de cohérence capacitaire, la réflexion s'extrait ainsi en partie de certaines contingences spécifiques à chaque composante et permet avantageusement de s'inspirer mutuellement des solutions développées dans d'autres milieux. Par exemple, les caractéristiques des drones employés dans le milieu marin pour étendre les volumes de surveillances ne peuvent-ils pas être transposés par analogie dans le désert ?

En définitive, où vont agir les robots et les drones dans cette étude, et qu'apporte

l'approche croisée des milieux? **Le lieu d'affrontement¹³ devra être le plus générique possible (comme le centre Europe par exemple) pour que les concepts s'imaginent aisément et soient ensuite transposables à des environnements encore plus complexes.**

a) *Rechercher dans les caractéristiques des milieux les convergences et divergences*

La littérature sur la comparaison des milieux est abondante. Hervé Coutau Bégarie, dans son *Traité de stratégie*, explique comment au fil des siècles l'évolution des dimensions de la stratégie aboutit à quatre dimensions. L'espace englobant les trois autres traditionnelles (terre, air, mer). Olivier Kempf préférait la notion d'espaces gigognes, pour lesquels le cyber espace englobait les autres¹⁴. Enfin, depuis 2017, la doctrine propose neuf champs d'affrontements, pouvant être déclinés en cinq milieux et quatre autres champs d'affrontements, des champs matériels et immatériels¹⁵. Dans le cadre de la présente étude, **il convient de se rapprocher des concepts** de Félix Guattari et Gilles Deleuze **sur**

¹³ Le lieu d'affrontement peut être entendu comme l'espace géographique ou le théâtre où se déroulera l'action des drones et robots, il est multimilieux et multichamps. Cf. annexe 2 pour la définition.

¹⁴ KEMPF Olivier, *Introduction à la cyberstratégie*, Paris, Economica, 2015, 235p.

¹⁵ CICDE, *RPIA-2016/001, environnement opérationnel futur 2035*, n°101, Paris, 23 mai 2016, version amendée 11 juillet 2017.

l'opposition entre des espaces striés et lisses¹⁶ qui s'appliquent à plusieurs milieux et permettent de décloisonner chaque armée ou composante. Une autre approche pertinente est celle de l'historien militaire Laurent Henninger qui propose un cadrage développant la distinction entre milieux fluides et solides. Il y introduit le « combat d'interface » pour le cadrage opératif et insiste sur le fait que tous les milieux fluides ne se ressemblent pas¹⁷. Joseph Henrotin poursuit la comparaison contemporaine entre milieux fluides et solides permettant de les distinguer selon plusieurs critères (mobilité, rapidité, présence de l'homme...) Dès lors il semble opportun de s'appuyer sur des caractéristiques communes à travers chacun de ces sous-milieux. **En effet, chaque milieu peut être subdivisés en sous-milieux, certains continus et discontinus. C'est dans ces sous-milieux qu'il est possible de trouver des points de convergence entre les systèmes automatisés.**

À l'inverse, c'est à la frontière de ces milieux, dans le sens du nécessaire besoin d'un système automatisé de la franchir dans le cadre de sa mission, qu'il sera permis de différencier ou de trouver des points de divergences entre les

¹⁶ REGNAULD Hervé, Les concepts de Félix Guattari et Gilles Deleuze et l'espace des géographes, *Chimères*, 2012/1 (N°76), p. 195-204. Dit plus simplement les espaces lisses sont plutôt homogènes (comme la surface de la mer), et les espaces striés sont hétérogènes (zones montagneuses).

¹⁷ HENROTIN Joseph, De l'identité fluide des opérations aériennes, *DSI* n°113, avril 2015, p. 56-60.

drones ou robots. En conséquence, tant qu'un drone vole en moyenne altitude, il peut être le même pour la composante aérienne, terrestre ou navale. Dès qu'il se rapprochera du sol, il devra acquérir des spécificités capacitaires pour répondre aux contraintes du nouveau milieu qu'il aborde (pour se poser, utiliser ses armes, se déplacer). La liste exhaustive de toutes les caractéristiques dépasse le cadre du propos de ce document. Il s'agit en réalité de retenir la méthode en déterminant des analogies et des transpositions de certaines technologies. Par exemple entre un drone marin et un robot dans le désert, c'est dans le domaine de l'acquisition et non de la mobilité qu'il peut y avoir des similitudes. Ainsi, **il est préférable d'étudier par caractéristiques communes de milieux¹⁸ et non composantes d'armées, pour discriminer les divergences et convergences.**

En outre, il s'agira de **porter une attention particulière sur les passages d'un milieu à autre car ils font l'objet de vulnérabilité. À l'inverse, les SA peuvent jouer un rôle opportun dans ces frontières.** Par exemple, à la limite des milieux aérien et exo-atmosphérique, les SA peuvent jouir des avantages de chacun de ces milieux pour compenser leurs contraintes : faire preuve d'endurance, être moins exposés aux actions cinétiques, être plus furtifs, occuper une bonne position pour maintenir la liaison. Les ballons ou

¹⁸ Se référer par exemple au tableau de la figure 5 de l'annexe 2 qui compare des espaces fluides et solides de Laurent Henninger.

les microsattellites offrent de belles opportunités opératives et opérationnelles.

Enfin, **les SA doivent s'intégrer dans une manœuvre opérative globale, donc également avec des troupes composées d'hommes. Le nombre de SA ne doit pas être démesuré pour renforcer la résilience.** Les SA ne se substitueront pas uniquement à l'homme pour accomplir des tâches que ce dernier ne peut pas effectuer, ou celles jugées trop récurrentes, dangereuses. Ils devront permettre de découvrir de nouvelles capacités et de nouveaux modes d'actions. A nouveau, en utilisant les convergences entre milieux, il est possible de s'inspirer d'une pratique dans un autre milieu, pour le transposer et l'adapter à un autre avec un mode d'action qui n'était pas pratiqué jusqu'alors, notamment dans des milieux non permissifs.

b) Un effort sur l'action dans les champs matériels et les actions physiques

La présente étude se focalisera principalement sur ces champs matériels car il est davantage question de systèmes physiques. La zone centre Europe est l'une des plus appropriées pour développer les réflexions ou aider le lecteur à se projeter pour imaginer les concepts car elle présente de nombreux sous-milieux. Il ne s'agit pas d'écartier les lieux extrêmes comme désertiques ou arctiques. De plus, dans le cadre d'une guerre de haute intensité il est préférable

d'étudier un environnement complexe, très hétérogène, où s'entremêlent des lieux extrêmes, des climats diversifiés, l'ensemble des milieux, une population dense et des villes étendues... Toutefois, certaines idées développées pourront certainement trouver un écho favorable dans des espaces plus homogènes (selon une des dominantes fluide ou solide) comme dans les espaces géographiques désertiques ou arctiques.

Un partage des bonnes pratiques, des procédés, des modes d'actions, des « stratégies », et des concepts dans les milieux physiques sont par ailleurs plus aisément compréhensibles et lisibles pour effectuer des analogies concrètes.

Les milieux exo-atmosphérique et les couches physiques du cyber¹⁹ sont donc par exemple inclus dans la réflexion car les SA peuvent y agir directement.

c) Mais une interaction avec les autres champs d'affrontement

Cependant, les autres champs d'affrontements ne sont pas à écarter de cette étude. Le champ informationnel est par exemple une priorité du chef d'État-major des

¹⁹ La couche physique du Cyber représente par exemple les serveurs, les lignes de communication filaires, les ordinateurs, le *hardware*. KEMPF, *op. cit.*, p. 10-11.

armées²⁰ et de chaque armée comme l'armée de Terre²¹. **De façon directe ou indirecte, les SA (qui sont physiques et matériels) agissent dans ces nouveaux champs de conflictualité dont l'informationnel, mais surtout ils sont vulnérables à certains champs immatériels (comme le cybernétique et le champ électromagnétique).**

De nombreux exemples empiriques et intuitifs illustrent l'action psychologique des SA. Les robots ont par exemple un certain impact psychologique sur les adversaires potentiels de la Force. En défensive, dans l'attente des premiers coups de feu, le combattant terrien peut ressentir de la peur en entendant des drones ou robots le menaçant à proximité, surtout s'il ne peut les localiser et qu'il connaît la fulgurance de leurs attaques. L'aspect déshumanisé d'une machine peut aussi provoquer une crainte déstabilisant un soldat au même titre que l'apparition de chars dans les combats lors de la Première ou Seconde Guerre mondiale.

Également, comment réagira une population face à des machines inhabitées ? Cette question se posera dans les phases de planification. Dans la réflexion opérative, les champs immatériels

²⁰ « Agissant sur les perceptions qui assoient la légitimité, la crédibilité et la soutenabilité de toute action, le champ informationnel prend une dimension capitale. » CIA 01, *op. cit.*, p. 13.

²¹ CHEF D'ÉTAT-MAJOR DE L'ARMÉE DE TERRE (CEMAT), *Vision stratégique du chef d'état-major de l'armée de Terre « supériorité opérationnelle 2030 »*, Paris, avril 2020, 11 p., p. 5.

sont analysés dans le cadre d'une approche globale. L'action des SA ne dérogera donc pas à cette règle. Il conviendra alors de déterminer les actions possibles pour les drones et robots dans ces champs immatériels et dans les domaines autres que militaires (politique par exemple).

Enfin, il existe depuis 2013 des prototypes de drones de la taille d'un insecte comme le *RoboBee* mis au point par des ingénieurs de l'université d'Harvard. Ainsi, face à la miniaturisation continue des matériels, les SA pourraient aussi avoir des interactions avec l'infiniment petit. Par ailleurs, les SA pourraient naturellement agir sans contraintes dans un champ biologique contesté.

B) Proposition de catégorisation des systèmes automatisés pour fluidifier la réflexion

L'exercice de catégorisation des drones et des robots est complexe car les nombreuses grilles de lecture²² sont toutes cohérentes mais elles ne sont pas exhaustives, surtout si l'approche est multimilieu. En effet, les drones et robots peuvent être catégorisés en termes de masse, de taille, de charge utile, d'altitude de vol (pour les drones), de rayon d'action, de niveau de subordination (tactique, opératif, stratégique), du niveau d'autonomie décisionnelle²³, de

²² Un exemple figure en annexe 1.

²³ La notion d'autonomie est davantage une notion de semi-autonomie de décision pour les SA étudiés dans ce document. Pour plus de précisions sur

finalité opérationnelle, d'endurance, de fonction opérationnelle²⁴ ou en mélangeant certains de ces critères selon des tableaux à plusieurs entrées. Toutes ces notions sont à intégrer dans les ébauches de catégorisation. Il est à noter que **la grande modularité des futurs systèmes et plateformes pourront grandement simplifier la catégorisation** en limitant le nombre d'effecteurs dans chaque catégorie, très hétérogènes jusqu'à présent.

L'objet de cette partie (B)) est de d'explorer plusieurs pistes et paramètres à prendre en compte dans la réflexion (critères des systèmes, effets, actions, niveaux de subordination?...) afin d'aboutir à une proposition finale de catégorisation pour la présente étude.

a) *Les effets, les actions, une première piste ?*

Une première approche peut être celle des « effets généraux », qui a le triple **avantage de se**

l'autonomie se référer à CICDE, *CEIA 3.0.2_IA & SYST-AUT (2018) n° 75/ARM/CICDE/NP*, Paris, 19 juillet 2018. D'autres compléments sont aussi disponibles : BEZOMBES Patrick (IGA). Autonomie et respect de la Règle pour les robots militaires. *Autonomie et légalité en robotique militaire, Les cahiers de la Revue Défense Nationale*, Paris, 2018, 264 p., p.25- 35. Enfin, se référer à l'annexe 2 dont la définition des systèmes automatisés explique les différents stades de l'autonomie.

²⁴ La composante terrestre a par exemple la fonction contact, la fonction appui, la fonction logistique, la fonction appui au commandement. Il est possible de s'en inspirer pour la catégorisation, mais ce ne sera pas suffisant, car elles sont empreintes des composantes auxquelles elles appartiennent. Les fonctions opérationnelles sont répertoriées dans CICDE, *doctrine d'emploi des forces DIA-DEF (2014), N°128/DEF/CICDE/NP*, CICDE, Paris, 12 juin 2014.

libérer des contingences techniques, en s'affranchissant par exemple des contraintes du terrain, **de pouvoir intégrer la notion de niveau de décision** et de supervision en les décloisonnant si nécessaire, mais surtout **d'être immédiatement compréhensible** dans les possibilités d'emploi. **Le risque cependant est d'en oublier l'empreinte réelle** dans les milieux qu'il faudra nécessairement prendre en compte dans le cadre de la manœuvre. De plus, **la notion d'effet trouve actuellement de trop nombreuses définitions**. Les effets tels que définis dans la COPD ne seraient peut-être les plus appropriés car ils s'inscrivent sur une longue durée et leur formulation dépend de la mission et des analyses de la planification. Ils sont donc conjoncturels. En outre, comme plusieurs systèmes d'armes très différents (des avions ou des navires par exemple) peuvent produire le même effet, la notion d'effets a moins de sens pour la catégorisation.

La notion d'action serait-elle encore meilleure ? Pas vraiment, car si encore, il n'y a pas de listes exhaustives, elles sont définies pour la planification en cours.

Serait-il donc souhaitable d'avoir des « sous-effets » ou « effets généraux », ou « effets génériques » ? La réponse est : pas en premier lieu pour la catégorisation.

b) *Des paramètres et critères incontournables pour aider à catégoriser*

En se projetant au niveau opératif, l'échelle spatio-temporelle est évidemment plus large qu'au niveau tactique. **Les normes d'engagement des drones ou robots doivent pouvoir s'inscrire dans cette échelle de temps et d'espace.** Ainsi, **selon quels critères** intrinsèques est-il possible d'envisager l'emploi de SA à ce niveau ?

Dans le cadre des études menées sur le combat SCORPION de l'armée de Terre, un comité de réflexion à caractère opérationnel a étudié les normes d'engagement des petites unités, mais surtout la manière de déterminer des normes. Il ressort de cette étude, que les normes²⁵ standards : **temps, espace, rapport de force**, peuvent être déterminées grâce à sept critères intrinsèques : **mobilité, puissance de feu, liaisons, volume, protection, autonomie et RETEX/ histoire**²⁶. Une partie seulement de ces critères peut être utilisée pour aider à la catégorisation des SA dans une manœuvre opérative.

Il est à noter que **les spécificités du terrain ne font pas partie de ces critères** car il appartient

²⁵ Cf. annexe 2.

²⁶ Le comité était composé de stagiaires de l'école de guerre Terre. Le document n'est pas disponible en ligne ni archivé de façon manuscrite. Le sujet était : *Réflexions sur la détermination des normes d'engagement des petites unités*. Paris, École de guerre Terre, septembre 2019 à mars 2020. Toutefois, des définitions sont proposées dans le glossaire, annexe 2.

au chef d'adapter ces normes en fonction de la situation conjoncturelle de la mission. **Toutefois, les aptitudes d'un drone ou d'un robot dépendent du milieu dans le quel il va opérer.** Ainsi, cette problématique peut finalement être étudiée au prisme de nombreux critères: la mobilité est différente dans l'espace que sur terre, il en est de même pour les capacités d'observation.

Ensuite, **la catégorisation doit demeurer simple pour comprendre d'emblée l'utilité de l'engin.** La vision doit être commune (interarmées et interalliée), ainsi **la finalité opérationnelle du système est une priorité car elle est compréhensible.** Malgré un premier marquant opérationnel, l'engin peut avoir une fonction secondaire (un drone de renseignement peut être armé pour accélérer la boucle OODA²⁷). La masse ou l'élongation sont certes à intégrer car ils sont le reflet de contraintes spécifiques de l'engin ayant des conséquences sur la coordination et la synchronisation des tempos. Toutefois, certains drones ou robots agiront prochainement en systèmes de systèmes de drones ou robots, **le principe d'engin isolé n'aura plus de sens.**

Enfin, **la catégorisation doit être adaptable et réalisable.** L'écueil à éviter est de s'enfermer dans les composantes d'armée et de cloisonner définitivement les niveaux en vue d'intégrer de

²⁷ Boucle OODA (Observe, Orient, Decide and Act) est un concept inventé par le pilote de chasse John Boyd de l'USAF pour conceptualiser le processus décisionnel d'action, dont celui d'ouvrir le feu.

futures technologies prometteuses notamment la miniaturisation des systèmes. Pour catégoriser les tableaux seront toujours à entrées multiples.

c) *Envisager des hybridités²⁸ et des similitudes entre composantes d'armées*

L'essentielle approche croisée s'inscrit dans la recherche de cohérence capacitaire qui se pratique par la Direction Générale de l'Armement et l'État-Major des Armées. Dans une perspective d'emblée interarmées, **l'emploi de drones ou robots hybrides pourrait être une solution utile dans certains cas particuliers**, notamment dans le passage d'un milieu à un autre. Ces systèmes hybrides démontrent la porosité entre milieux et l'atténuation de leurs frontières. Des drones aériens équipés de chenillettes sont actuellement en cours de développement²⁹, ils peuvent ainsi se poser puis

²⁸ Un drone hybride peut s'entendre comme un drone disposant de systèmes lui permettant de s'évoluer dans plusieurs milieux différents. Par exemple à la surface de l'eau et sur terre., ou encore aérien et terrestre. Il peut aussi passer d'un sous-milieu à un autre. Le SECRÉTARIAT GÉNÉRAL DE LA DÉFENSE ET DE LA SÉCURITÉ NATIONALE (SGDSN) les nomme plutôt des drones « mixtes ». « *L'industriel THALES a ainsi récemment présenté un concept de drone mixte de surface et sous-marin, l'AUSS (Autonomous Underwater & Surface System), qui pourrait conduire un large spectre de missions de manière autonome sur une période de plusieurs semaines.* ». SGDSN, *Chocs futurs, Étude prospective à l'horizon 2030 : impacts des transformations et ruptures technologiques sur notre environnement stratégique et de sécurité*, Paris, 21 avril 2017, 208 p., p. 189.

²⁹ Par exemple le PEGASUS Mini VTOL UAS/UGV. *Jane's International Defense Review*, février 2020. Dans le domaine civil, des chercheurs du MIT ont créé un drone hybride qui vole comme un avion et roule comme une voiture afin de combiner polyvalence dans les déplacements et longue autonomie.

évoluer sur des terrains accidentés, pour limiter leur exposition en vol. En dépassant les contraintes technologiques, d'autres engins hybrides comme sous-marins / terrestres, sous-marins / aériens, spatiaux / maritimes ne pourraient-ils pas permettre d'augmenter les capacités et la polyvalence ?

Toujours en termes d'hybridité et de similitudes entre milieux, **l'intelligence artificielle, tout en permettant une autonomie décisionnelle ajustable³⁰, devrait permettre de faire agir les robots ou drones de façon individuelle, combinée entre SA, et combinée avec des hommes.** Les études sur le SCAF alimentent avantageusement les études sur le MGCS, notamment sur la notion centrale de vaisseau mère³¹. À l'inverse les études sur le combat collaboratif de SCORPION peuvent nourrir les réflexions sur le SCAF³².

³⁰ L'autonomie ajustable, en dehors de l'ouverture du feu qui repose sur la décision de l'homme, devrait permettre aux opérateurs de choisir le degré de supervision et de contrôle, par exemple d'un guidage de téléopération précis, vers un simple ordre de mouvement que le robot exécute seul. Pour plus de précision cf. annexe 2.

³¹ Un vaisseau mère est un véhicule habité par l'homme qui supervise des véhicules satellites inhabités agissant en tant que « pion de manœuvre » au sein de la même « grappe ».

³² Par exemple, en parallèle de SCORPION, l'armée de l'Air et de l'Espace développe un « *nécessaire renforcement du combat collaboratif* ». PARISOT Frédéric (GDA). Le combat aérien à l'horizon 2035. *La vision stratégique de l'Armée de terre, les cahiers de la Revue de Défense Nationale*, n°81, Paris, RDN, 2020, 58 p., p. 51.

d) *Quelques idées futuristes pour aller plus loin*

Dans un contexte multimilieux, la catégorisation doit pouvoir intégrer des drones ou robots qui agiront en dehors des milieux traditionnels. La conquête spatiale était restreinte jusqu'à peu de temps à la zone d'intérêt que représentait l'espace circumterrestre. Pourtant, dès la fin des années 50, des travaux³³ explorent ce que pourrait être cette guerre dans l'espace. Elle est absolument envisagée ! Si certaines études semblaient futuristes à l'époque, la conception de **vaisseaux spatiaux manœuvrant pourrait permettre de modifier les stratégies spatiales actuelles, en pouvant créer du mouvement en plus du feu.³⁴**

Le feu étant entendu ici comme une action physique sur un autre engin (par laser, par abordage, par contact direct etc.) La suprématie dans ce milieu sera recherchée par les puissances spatiales. Les volontés de conquêtes spatiales à l'image du président Trump dans son projet pour la Lune, s'accompagneront certainement du développement de moyens d'accompagnement et de protection militaires.

³³ Comme ceux de GAVIN James (general), *War and peace in the Space Age*, International Affairs, Volume 36, Issue 1, 1 January 1960, 89 p., <https://doi.org/10.2307/2609336> ou GOLOVINE M. N., *Conflict in Space. A pattern of war in a new dimension*. Temple Press, London. 1962. 146 p.

³⁴ En effet, une manœuvre est égale au feu ou choc et au mouvement. MOTTE Martin [dir.], *La mesure de la force, Traité de stratégie de l'École de guerre*, Paris, Tallandier, avril 2018, 416 p. Ainsi la manœuvre deviendrait possible dans l'espace si ces conditions sont réunies.

En outre, les grandes puissances spatiales accélèrent le développement d'engins patrouilleurs de l'espace pour protéger leurs satellites à l'image de la France avec le démonstrateur Yoda. Celui-ci devrait participer à la surveillance de l'espace depuis l'espace. Il n'est pas impossible de voir s'accélérer aussi la conception de vaisseaux spatiaux habités replaçant au centre des préoccupations la manœuvre spatiale « inter-systèmes », à l'image de l'interarmes.

En attendant, la frontière entre le milieu extra-atmosphérique (au-delà de 100 km) et le milieu aérien est un enjeu et un sous-milieu. Comme développé précédemment, c'est le lieu de passage potentiel d'avions, de vaisseaux, un lieu privilégié de communication. À ces altitudes ou dans le milieu spatial, les engins peuvent être plus endurants. Serait-il envisageable de disposer d'une réserve pré positionnée, en attente à ces altitudes, prête à intégrer et renforcer une manœuvre ? Certes, le coût est certainement exorbitant, toutefois, les évolutions technologiques actuelles ouvrent de nouvelles voies d'accès à l'espace et la notion de réserve demeure un principe clé dans toutes manœuvres. La diversifier peut être pertinent.

e) Le choix final

Certes, il existe assurément plusieurs alternatives à celle qui va être retenue. Par exemple, au lieu d'inclure les anciens critères

dans chacune des catégories choisies, une alternative pourrait être d'inclure les quatre catégories *supra* dans chaque critère des catégorisations déjà existantes (comme dans l'annexe 1) par milieux. Ou encore, les quatre catégories choisies pourraient être de trois sous catégories liées au niveau décisionnel (tactique, opératif, stratégique). Une autre alternative pourrait être de lier la catégorisation aux fonctions opérationnelles clés interarmées³⁵. **En définitive, l'enjeu est de fusionner et d'intégrer tous les paramètres et critères anciens, dans une représentation unique (cf. figure 1).**

Il peut être envisagé pour cette étude un choix volontaire et personnel en quatre catégories générales : RENSEIGNEMENT, FEU, TRANSVERSE et SOUTIEN qui répondent à la notion de fonction principale. Elles intègrent la finalité opérationnelle générale et les effets généraux, rendent poreuses les frontières entre niveaux décisionnels, et assurent une approche interarmées d'emblée. Ces niveaux qui pourraient aussi être réversibles au même titre que l'autonomie serait ajustable.

Le choix ci-dessus peut être qualifié de **primocatégorisation** englobant tous les drones et

³⁵ Les fonctions opérationnelles sont répertoriées dans CICDE, *DIA-01(A)_DEF (2014) Doctrine d'emploi des Forces*, n°128/DEF/CICDE/NP, du 12 juin 2014. Elles figurent également dans CENTRE DE DOCTRINE ET D'ENSEIGNEMENT DU COMMANDEMENT (CDEC, ex-CDEF), *DFT 3.2 Tome 3 (ex-FT04) - les fondamentaux de la manœuvre interarmes*, approuvé sous le numéro 263/DEF/CDEF/DDo/B.ENG IA, Paris, 27 juin 2011, 82 p., p.15.

robots de tous les milieux. Ensuite, **ces catégories auront assurément des sous catégories** principalement pour intégrer la mobilité de l'engin ou ses capacités précises dans le but d'appréhender les mesures de coordination spatio-temporelles intrinsèques nécessaires. Dit autrement les sous catégorisations pourraient ressembler aux catégorisations actuelles³⁶ par milieux. Également, il convient d'insister sur le fait que tous les robots et drones agiront sur l'ensemble temporel de la manœuvre, donc pas que ponctuellement. Enfin, les catégorisations actuelles sont liées directement à un type d'opérateur et à un niveau décisionnel d'emploi, il s'agit de sortir en partie de ce schéma pour les intégrer sans être les paramètres déterminants.

Catégorie 1: RENS: il s'agit de drones et robots, terrestres, aériens, marins, spatiaux ou hybrides. **Ils seront probablement parmi les plus légers et leur vocation est d'acquérir du renseignement** de plusieurs natures (ROIM, ROEM etc.). Ils peuvent agir au profit de chaque niveau tactique, opératif et stratégiques. Toutefois, aux vues de futures technologies, du partage d'information et du combat collaboratif

³⁶ Il en existe dans la doctrine OTAN ou dans CICDE, *CEIA-3.3.8_UCAV/UCAS Drone aérien de combat/ Système de drone aérien de combat, concept exploratoire interarmées (2015)*, N°52/DEF/CICDE/NP, du 20 mars 2015. Elles n'appartiennent cependant qu'à un unique milieu. Par exemple, pour les drones aériens on retrouve un tableau à plusieurs entrées selon la masse et donc la charge utile, le niveau d'emploi etc.

généralisé, ils pourraient selon des modalités à définir, pouvoir être transférés pour subordination d'un niveau à un autre. Ces drones peuvent être armés potentiellement pour leur défense ou pour détruire des cibles d'opportunité. Certains peuvent être des munitions rodeuses.

Catégorie 2 : FEU : il s'agit de drones et robots, terrestres, aériens, marins, spatiaux ou hybrides. **Ils fourniront la majeure partie d'effets cinétiques sur l'adversaire ou le terrain.** Ils participent directement à la manœuvre et aux effets cinétiques. Ils délivrent des feux directs ou indirects. Ils peuvent agir en appui direct ou individuellement au profit de chaque niveau tactique, opératif et stratégiques. Toutefois, aux vues de futures technologies, du partage d'information, et du combat collaboratif généralisé ils pourraient selon des modalités à définir, pouvoir être transférés pour subordination d'un niveau à un autre. Leur taille ne doit pas les empêcher de pouvoir aussi fournir des informations à la chaîne renseignement.

Catégorie 3 : TRANSVERSE : il s'agit de drones ou robots agissant en appui ou en complément des deux premières catégories. **Ce sont des plateformes encore plus modulaires que les autres. Ils peuvent aussi produire des effets indirects et non cinétiques.** Par exemple, il peut y avoir des robots d'agencement de l'espace

terrestres (dit autrement du génie), des drones de guerre électronique (en complément de simples capteurs ROEM, possédant des capacités de brouillage), des drones spécialement conçus pour la diversion, des drones avec des armes à énergie dirigée ou émettant des signaux acoustiques. Ces SA sont potentiellement armés pour assurer leur défense (dans le respect de règles éthiques et juridiques).

Catégorie 4 : SOUTIEN : il s'agit de drones ou robots agissant dans les missions de soutiens logistiques principalement. Ils sont potentiellement armés pour assurer leur défense (dans le respect de règles éthiques et juridiques). **Les drones ou robots logistiques servent autant les unités ou entités humaines que d'autres robots ou drones.**

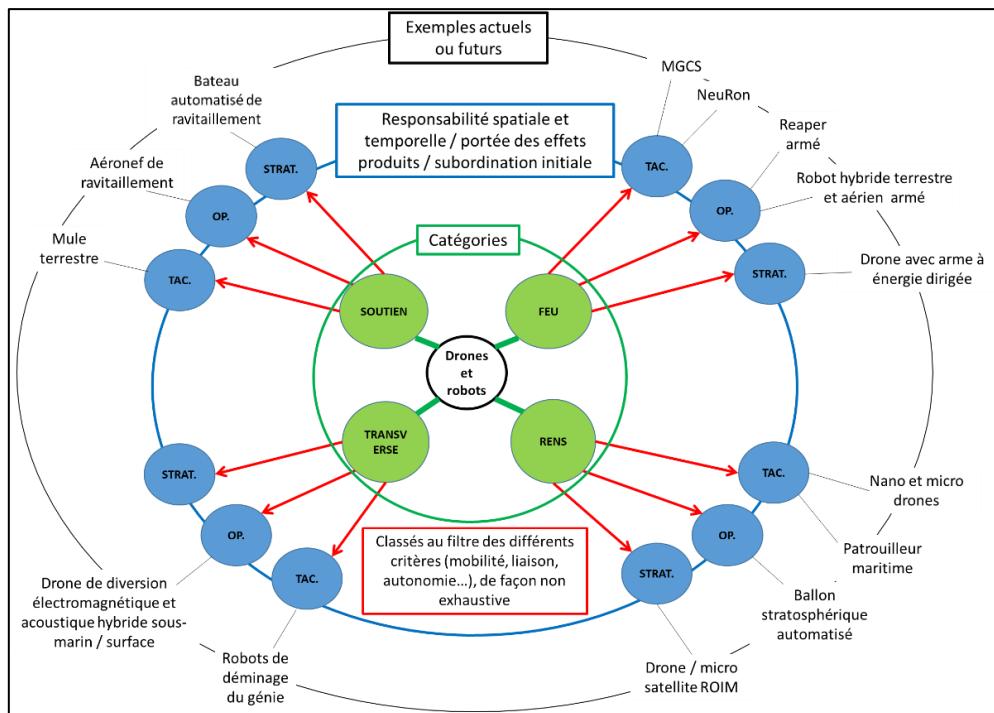


Figure 1: proposition de représentation de la catégorisation des drones et robots.

En s'inspirant des méthodes de *mindmapping*, pour visualiser l'imbrication et la fusion des catégorisations ou classifications anciennes, sous-catégorisations, paramètres, critères développés *supra*; une représentation par un tableau à de multiples entrées peut avantageusement être remplacé par une représentation circulaire concentrique telle que présentée en figure 1. Du centre vers l'extérieur sont illustrées les quatre catégories principales, déclinées ensuite selon les trois mêmes sous-

catégories (TAC-OP-STRAT) pour chaque catégorie, dans lesquelles chaque drone ou robot s'intègre grâce à l'étude non exhaustive des critères (mobilités, liaisons, etc.)

La représentation circulaire de la figure 1, qui constitue une première base de réflexion, est aussi plus évolutive qu'un tableau. Il est par exemple possible d'aller plus loin dans les sous-catégorisations, à l'aide d'autres « cercles » supplémentaires si nécessaire pour mettre en valeur certaines convergences de SA. **Une inversion du deuxième cercle (bleu sur Fig. 1) avec les cercles extérieurs suivants est aussi possible.**

C) Contre qui? La dialectique avec un ou des adversaires

En haute intensité, les robots et les drones de la Force vont se mouvoir dans un environnement hostile voire non permissif qui mérite d'être étudié comme tout préalable à une réflexion opérationnelle. **Les menaces ne sont pas uniquement techniques et symétriques**, elles relèvent aussi de forces conventionnelles, et de doctrines adverses elles aussi en perpétuel renouveau. L'ennemi aura probablement à disposition des drones et robots de même niveau voire des technologies parfois plus avancées. Comme l'éternelle dialectique entre le glaive et la cuirasse, **les contre-mesures actives et passives contre les drones de la Force ne cessent de se perfectionner.**

a) *Les forces conventionnelles et leurs doctrines innovantes*

Les drones et robots s'inscrivent et complètent une manœuvre interarmées, au même titre que l'adversaire qui dispose de moyens conventionnels. Les drones et les robots sont donc vulnérables à tous les « projectiles perdus » du champ de bataille et à tout le spectre des menaces (NRBC, feux directs, indirects, cyber, électromagnétiques...). Ils peuvent par ailleurs être des cibles privilégiées et faire l'objet de feux désinhibés contre eux.

Les réponses ne sont pas uniquement les contremesures techniques (brouillage, blindage etc.), la manœuvre tactique et opérative est une autre voie (grâce à des procédures opérationnelles, par les cheminements choisis, par des déceptions etc.) Nos systèmes feront face à des systèmes automatisés et à des hommes, imprévisibles, manœuvriers, inventifs. L'adversaire peut adopter des procédés inattendus. Les retours d'expériences des dernières opérations ou conflits³⁷ montrent la permanente adaptation des doctrines face à la dureté des combats. Les engins initialement prévus pour une tâche particulière peuvent se révéler de véritables atouts pour en accomplir

³⁷ Comme au Donbass où il y a un retour de l'artillerie, une mise en œuvre de stratégies hybrides. Concernant le conflit entre l'Arménie et l'Azerbaïdjan au Haut-Karabagh, Joseph Henrotin explore les nouveaux emplois des drones, une véritable menace contre les chars. HENROTIN Joseph, Haut-KARABAGH : les leçons d'une guerre de haute intensité, *DSI*, n°150, novembre-décembre 2020.

de nouvelles. La doctrine d'emploi des SA doit répondre à cet impératif d'adaptation, surtout avec la progression rapide des technologies embarquées et le développement permanent de nouvelles capacités. Ils seront sûrement employés pour d'autres fonctions que celles initialement prévues.

Enfin, **dans les forces conventionnelles, il faut intégrer toutes les nouvelles technologies** comme les missiles hypervéloces et d'autres répertoriées par exemple dans *Chocs futurs* du Secrétariat Général de la Défense et Sécurité Nationale (SGDSN). Les robots et drones agiront directement ou indirectement contre ces menaces. Par exemple, à très long terme, sous forme d'essaim les drones pourraient constituer un écran protecteur face aux missiles hyper véloces? Les drones ou robots pourraient pénétrer dans des lieux biologiquement non permissifs. En agissant en relais électromagnétique, ils pourraient agir au profit du champ cybernétique.

b) Les drones et robots adverses, le SALA³⁸ associé à d'autres menaces

Les SALA lourds (possédant une forte puissance de feu, avec une masse conséquente

³⁸ Pour plus d'information sur les Systèmes d'armes létaux autonomes (SALA) se référer à : De GANAY Claude, GOUTTEFARDE Fabien. *Rapport d'information de la mission d'information sur les systèmes d'armes létaux autonomes. [en ligne]* Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, n°3248 du 22 juillet 2020..

au-delà de la tonne), les capacités centrales de discrimination et les effets de saturation constituent de nouvelles menaces. À l'horizon de la prochaine décennie, les adversaires potentiels disposeront de SALA suffisamment évolués³⁹ et sophistiqués pour mener des actions offensives efficaces contre la Force. La course à l'intelligence artificielle militaire et l'autonomisation des systèmes est bien réelle. Même si le nombre de nations développant ces systèmes est restreint, l'investissement est croissant, la prolifération vraisemblable. Des systèmes dotés d'intelligence artificielle permettant de discriminer certains types de cibles (véhicules ou aéronefs) sont d'ores et déjà opérationnels. Les SALA pouvant aussi discriminer des cibles, notamment des individus, n'existent pas encore totalement mais sont en cours de développement. À l'horizon 2030, la reconnaissance faciale appliquée et intégrée ou couplée à des systèmes d'armes pourrait neutraliser de façon autonome plus rapidement les opérateurs des SA de la Force ou la chaîne de commandement ayant des conséquences sur le niveau opératif.

Des SALA sont développés depuis les années 1980. Ils sont nombreux dans les salons d'armement. Par ailleurs, les prototypes encore balbutiants comme l'URAN-9⁴⁰ pourraient

³⁹ Par exemple, des systèmes à voilure tournante comme le BLOWFISH A2 chinois.

⁴⁰ L'URAN-9 est un engin blindé non habité, équipé d'un canon, employé par la Russie en Syrie.

rapidement être opérationnels (horizon d'une décennie). Les emplois sont multiples : interdiction de zones (dont aériennes), défense sol-air, défense et interception de roquettes et obus courte portée⁴¹, reconnaissance et attaque, ciblage⁴², etc.

Pour faire face aux SALA et exploiter leurs vulnérabilités comme un piratage du système d'arme, la complémentarité interarmées serait une solution. Par exemple la neutralisation des SALA sol-air en premier (ou leurs moyens d'acquisition) permettra l'utilisation d'autres drones.

c) Les principales vulnérabilités des SA exploitées par l'adversaire

Techniquement, une des principales vulnérabilités pour les drones et les robots concerne leur grande dépendance aux liaisons surtout s'ils agissent collectivement. Les SA combattront dans un espace cyber contesté. Au-delà de la simple neutralisation ou de la retransmission de fausses données de géolocalisation par exemple, la principale

⁴¹ Par exemple, le système IRON DOME israélien ou PHALANX américain (USA).

⁴² « *Processus reposant sur la planification et permettant d'agir sur des cibles identifiées et sélectionnées méthodiquement. Il produit dans les champs physiques ou immatériels des effets maîtrisés et synchronisés, qui résulteront d'actions militaires létales, à létalité réduite ou non létales planifiées. Il contribue de façon déterminante à l'atteinte des objectifs du commandement (military objectives) et de l'état final recherché.* » CICDE, Document cadre, DC-004_GIATO Glossaire interarmées de terminologie opérationnelle, N°212/DEF/CICDE/NP, 16 décembre 2013, amendée le 1^{er} juin 2015, p. 36.

menace dans le cyber est la prise de contrôle puis un retournement de la robotique amie par l'adversaire. Les conséquences seraient à la fois physiques (retournement des armes contre la Force) mais également psychologiques (crainte de l'emploi des systèmes automatisés par peur de leur perte de contrôle). Il serait nécessaire de limiter les informations disponibles et exploitables embarqués dans les engins, au détriment de la performance opérationnelle (autonomie décisionnelle, résilience...). Le curseur entre sécurité et efficacité pourrait être déterminé en planification.

Le combat aura aussi lieu dans un espace électromagnétique contesté. L'ennemi peut également disposer de technologies nivelantes et acquises à bas coût (moyens de brouillage artisanaux). En dehors de dispositifs alternatifs de commande (filaire par exemple), le nœud du problème est bien la transmission des données et la circulation de l'information. Sans moyen de transmission, il sera difficile de communiquer des ordres aux robots. Ainsi, le niveau d'autonomie (hors ouverture du feu) devient un enjeu déterminant. Outre les moyens de protection, pour faire face à cette menace, les opérateurs devront intervenir au minimum.

D) Des limitations prévisibles mais incontournables

La démarche prospective n'a pas pour objet de prédire l'avenir, mais l'idée est de « *faire jouer* »

cet avenir par des joueurs qui décident de leurs « coups » »⁴³ . Par conséquent, les joueurs établissent les règles et les limites qu'ils veulent s'imposer. **Dans le cadre de cette étude, les limitations les plus prégnantes sont d'ordres éthiques, juridiques, cognitives et techniques.** Ce sont ces quatre domaines qui contraignent et canalisent principalement les réflexions prospectives sur les systèmes automatisés.

a) *Les conséquences finales des limites éthiques et juridiques*

La littérature est abondante sur les implications éthiques et juridiques de l'utilisation de la robotique et de la dronotique⁴⁴. Les différents travaux aboutissent de manière générale à la problématique du juste niveau d'autonomie décisionnelle du système. Plus fondamentalement, ce souci d'autonomie décisionnelle revient à l'obligation de garder l'homme au cœur de la décision, surtout s'il s'agit d'ouvrir le feu. Ainsi, la responsabilité de décider devra toujours reposer sur le chef opérationnel. Au niveau juridique, la question repose sur la conformité de licéité des systèmes

⁴³ IKONICOFF Moïses. Les étapes de la prospective. In: *Tiers-Monde*, tome 12, n°47, 1971. Le tiers monde en l'an 2000. pp. 489-496. Disponible sur <https://doi.org/10.3406/tiers.1971.1796>, www.persee.fr/doc/tiers_0040-7356_1971_num_12_47_1796. Moïses Ikonicoff reprend une citation de Bertrand Jouvenel, L'art de la conjecture, *Futuribles*, Monaco, 1964.

⁴⁴ Par exemple : Implications juridiques. Implications éthiques. In : *Autonomie et létalité en robotique militaire, Les cahiers de la Revue Défense Nationale*, Paris, RDN, 2018, 264 p., p.135-255.

avec le droit des conflits armés (DCA), la responsabilité juridique qui incombe à l'homme (le robot est dénué de personnalité juridique), et l'encadrement de l'emploi par des règles d'engagement strictes. **Certes, le choix éthiquement justifié de garder l'homme dans la boucle de décision peut paraître comme un désavantage face à des adversaires qui ne respectent pas ce droit, cependant, une des conséquences positives sur le plan tactique est de maintenir une part d'incertitude vis-à-vis de l'adversaire.** L'homme peut être plus imprévisible qu'une machine par nature notamment parce qu'il n'obéit pas à des algorithmes prédéfinis. Il peut appliquer des procédures et des schémas préconçus mais influencés par son instinct. Il peut aussi commettre des « erreurs heureuses ». Cette part d'incertitude permet de renforcer la part d'art dans la guerre. Au niveau opératif, le maintien de l'homme dans la décision ne sera pas une faiblesse face à des robots entièrement autonomes car la relation au temps est moins instantanée et parce que l'instantanéité se joue au niveau tactique.

Ce recadrage éthique et juridique souligne également la part de responsabilité du chef dans le combat. Autrement dit, la robotique et les outils d'aides à la décision ne doivent pas inhiber le chef dans les prises de décision dans l'incertitude. Malgré l'accélération du rythme de la manœuvre, même au niveau opératif, le chef doit maintenir sa capacité de discernement au

regard de ses limites cognitives. Ainsi, en dépit d'une amélioration croissante de l'intelligence artificielle, les moyens pour donner **les ordres aux SA devront demeurer simples pour permettre une acculturation plus rapide des décideurs et faciliter les réarticulations dynamiques⁴⁵ qui constituent un atout indéniable de ces systèmes.**

b) Les limites techniques des SA

La liste des contraintes et des obstacles techniques pour aboutir à un niveau d'autonomie décisionnelle acceptable et viable est particulièrement longue. Elle diffère en outre en fonction du milieu dans le lequel évolue le système: abrasif, rugueux, lisse, strié... (cf. paragraphe I)A)a)). Par exemple, un robot terrestre doit comprendre son environnement pour franchir des obstacles en travers d'une route, qui nécessite un IA élevée et des capteurs adaptés. Un drone aérien peut rencontrer une contrainte similaire pour se poser en dehors d'une base sécurisée. Cependant, afin de

⁴⁵ Une réarticulation dynamique peut s'entendre comme le changement d'organisation d'une unité en un temps réduit. Il était jusqu'à présent déconseillé de réorganiser la structure des unités en cours de mission. Ce n'est pas uniquement des architectures dynamiques comme cela le présente Thibault Fouillet. (FOUILLET Thibault. Entre multi-domain operations et « guerre nouvelle génération » quelles voies pour les armées françaises. La vision stratégique de l'Armée de terre, *les cahiers de la Revue de Défense Nationale*, n°81, Paris, RDN, 2020, 58 p., p. 18- 24.) La réarticulation dynamique suppose d'accepter des renforcements et des prélèvements. L'architecture dynamique est incluse dans la réarticulation dynamique.

donner des bases de réflexion, **il est essentiel de faire preuve d'ambition dans la prospective sans non plus être irréaliste et sans présager l'accélération potentielle des découvertes technologiques.** Ces limites techniques ont en effet des conséquences négatives sur la liberté d'action et la confiance de l'utilisateur en la machine. La standardisation des procédures entre l'homme vers la machine et l'homme vers l'homme pourrait atténuer dans les phases de transferts de gestion les perturbations intellectuelles et psychologiques.

Plus précisément, **en s'inspirant des critères sur les normes d'engagement exposés précédemment (I)B)b)), il convient de relever les limitations techniques majeures suivantes: autonomie énergétique** des robots pendant toutes les phases de la manœuvre et capacités d'emport énergétique pour la puissance de calcul des engins ; **rusticité, robustesse et résilience** (dans tous les domaines: mobilité en milieu complexe, liaisons optiques et réseaux électromagnétiques, puissance de feux, protection face aux menaces et vulnérabilités etc.); **intégration dans les réseaux de la Force et enjeux de communications** pour les réarticulations dynamiques. **Ces limitations s'appliquent certes à tous les systèmes, mais elles sont exacerbées pour les SA du fait de la nécessité d'autonomie.** La traduction compréhensible et **la transposition, via des algorithmes, de la réalité vécue par le SA sur le terrain** pour fournir une vision claire aux

décideurs **est cependant une limitation caractéristique des robots et des drones.** Par exemple, un pilote de drone ne peut se satisfaire d'une simple retransmission d'une caméra pour effectuer son vol dans de bonnes conditions. Il a notamment besoin de données aérologiques complémentaires. Un robot doit pouvoir faire comprendre aux opérateurs ou superviseurs l'environnement qui l'entoure et ses difficultés.

Pour compenser ces limites techniques, la machine pourrait apprendre de l'homme voire des autres machines grâce à un partage maîtrisé des connaissances ou une incrémentation itérative de sa programmation. Toutes les nouvelles technologies peuvent être explorées conjointement comme la réalité augmentée (dans les casques ou les viseurs voire dans les états-majors) dans la limite de charge cognitive acceptable. Le but est d'améliorer la compréhension de la situation ou la supervision, y compris au niveau opératif pour certaines d'entre elles, dit autrement, pour l'échange constructif entre l'homme et des SA.

Finalement, **ces contraintes techniques plaident aussi en faveur de dispositifs combinés hommes et machines.** Autrement dit, si les systèmes automatisés offrent de nouvelles perspectives tactiques et opératives, dans le but d'être toujours plus résilient, **l'étude de la juste proportion d'hommes et d'opérateurs sur le terrain est centrale.**

c) Les limites cognitives et psychologiques des opérateurs et des chefs

Les conséquences cognitives et psychologiques sont à étudier du niveau tactique le plus bas, jusqu'aux états-majors opératifs. En effet, la catégorisation des systèmes a permis de démontrer l'utilité d'un possible changement de niveau de subordination pour des systèmes initialement employés au niveau tactique et inversement.

La DARPA et la France via l'IRBA⁴⁶ sont déjà très avancées sur le sujet. Les générations sont de plus en plus accoutumées à l'emploi d'interfaces et de dialogues avec les systèmes facilitant ainsi leur prise en compte et leur mise en œuvre. **Pour limiter la charge cognitive, le but à tous les niveaux tactiques et opératifs est de pouvoir demander aux systèmes des « effets » ou des missions génériques, et non effectuer une multitude de téléopérations. Cela ne peut être rendu possible que par un niveau d'autonomie décisionnel ajustable des systèmes,** la capacité de réarticulation dynamique en assurant une continuité dans le transfert entre superviseurs / opérateurs⁴⁷, l'interface homme / machine

⁴⁶ DARPA : Defense Advanced Research Projects Agency. IRBA : Institut de Recherche Biomédicale des Armées.

⁴⁷ L'opérateur peut être entendu comme l'homme qui contrôle un drone ou un robot, par des moyens filaires ou par téléopération. Il est lié à son ou ses systèmes automatisés qu'il contrôle. Grâce à l'autonomie ajustable, il guide de moins en moins chaque mouvement ou action du SA.

Le superviseur n'est pas lié directement ou nativement au système, toutefois, selon la situation, il peut donner des ordres, des tâches à effectuer au robot ou

ergonomique, et surtout la place réelle de l'opérateur. **La charge doit être diluée et partagée sur l'ensemble de la chaîne hiérarchique.** Au niveau tactique, il convient de noter que la phase où la charge cognitive peut être la plus forte est celle du contact direct avec un ennemi qui ouvre le feu. Cette phase doit être la référence dans toute étude sur la charge cognitive des opérateurs. Au niveau supérieur, les chefs ont besoin de donner des effets à obtenir et bénéficier d'informations rendues disponibles par la position des drones et robots, sans être saturés d'informations, même en phase de planification. **Les « conflits de gestion » (plusieurs superviseurs donnent des ordres en même temps au même SA) devront alors être résolus grâce à la technique et en partie via les procédures mises en place.**

D'un point de vue psychologique, il existe un fort enjeu de confiance à tous les niveaux. Le robot ou le drone doit être accepté, et la confiance ne doit pas se déliter pour des raisons d'indisponibilités ou de failles techniques au risque d'être rejetés et inutilisés. Dit autrement, le robot ou le drone ne doit pas être une gêne, ni apporter un lot de contraintes cognitives supplémentaires non acceptables. Tout soldat a un exemple de matériel qu'il n'utilise pas par manque de fiabilité et donc de confiance.

drone, sans avoir le besoin de guider tous ses mouvements. Le superviseur peut-être un chef. Pour plus de précision, se référer à l'annexe 2.

En complément, au niveau opératif, en plus des contraintes précédentes, c'est davantage la perception de la situation sur le terrain qui sera essentielle. Les systèmes devront fournir une retransmission la plus fidèle possible de leur situation. Les pilotes de drones MALE ou HALE peuvent avoir le sentiment de visualiser le sol à partir d'une paille.

Cependant, le biais majeur de cette lisibilité et visibilité réside dans le risque d'« écraser » les niveaux décisionnels. S'il peut être très opportun de donner un ordre en limitant les intermédiaires dans un cas de conduite ciblé et ponctuel (ciblage ou *task force*⁴⁸ aux ordres du niveau opératif par exemple), il serait néfaste pour la subsidiarité de la chaîne hiérarchique de chercher à contrôler jusqu'au moindre véhicule. Ce biais d'écrasement de niveau a souvent été relevé lors des opérations récentes. Il pourrait être exacerbé avec les futures capacités offertes par l'intelligence artificielle. Mais les grandes masses déployées devraient maintenir à leur place chaque niveau.

Dans le cadre de la présente réflexion, la création d'une *task force* robotique offrirait l'outil tactique adéquate au profit de l'opératif, brisant ainsi conjoncturellement les frontières entre niveaux pour le besoin des opérations. La *task force* canaliserait toute tentation d'écrasement de niveau avec un réel outil le

⁴⁸ Pour rappel, il s'agit d'une unité créée provisoirement à partir de moyens provenant d'entité différentes pour accomplir une mission spécifique. Cf. annexe 2.

permettant. En effet, une unité composée de robots et de drones étant plus agiles lors de réorganisations rapides et urgentes. **L'opératif pourrait alors à la fois rester à son niveau de responsabilité, et au besoin, ponctuellement avoir une action tactique pour compresser la boucle décisionnelle, agir sur des temporalités différentes, et maintenir les équilibres cognitifs de tous niveaux.**

E) Les enjeux liés aux interactions avec les acteurs périphériques

L'emploi des robots et des drones au niveau opératif est assurément la cible de cette étude. Toutefois, elle ne peut être complète qu'en identifiant les interactions périphériques directes. Ainsi **le niveau opératif, par définition, se situe entre les niveaux tactiques et stratégiques, ce qui génère de fait des interactions singulières verticales.** En outre, les opérations interalliées, interarmées et multidomaines de haute intensité, imposent des contraintes multilatérales en termes d'interopérabilité, de coopération, et de coordination verticale (entre tous les niveaux) et horizontale (entre entités de mêmes niveaux).

a) Les enjeux de coordination verticales et horizontales

L'emploi des SA ne bouleverse pas la nécessaire coordination et synchronisation des

planifications et des tempos qui reposent sur des procédures opérationnelles. L'emploi des systèmes automatisés en général et à un tel niveau pourrait limiter certaines mesures de coordination dans les phases de transferts entre zones de responsabilité mais générerait en parallèle un double écueil: l'écrasement des niveaux décisionnels et par conséquent, une perte de lisibilité des responsabilités. Cette confusion peut générer une perte de subsidiarité (abordée en partie I)D)c)) qui provoque de fait une arythmie dans les décisions prises en conduite de l'action et une incohérence avec les plans. La gestion des différentes temporalités demeure un enjeu central.

Certes les systèmes automatisés et les nouveaux systèmes de communications plus collaboratifs ouvrent de nouvelles perspectives en termes de rapidité de partages d'informations, d'actions et de prises de décisions. Surtout s'ils sont moins liés strictement à un niveau⁴⁹ décisionnel rigide. Ils pourraient réduire la chaîne décisionnelle. Par comparaison, lors d'un survol d'aéronef hostile sur le territoire national, l'ouverture du feu est directement subordonnée aux plus hautes autorités de l'état, et le nombre d'intermédiaires entre le pilote et le décideur est numériquement très faible (deux ou trois). Également, les SA

⁴⁹ Dans le sens où les bascules de subordination doivent être favorisées et simplifiées.

favorisent la réarticulation dynamique ou les bascules rapides d'effort. Par exemple, si les SA sont uniformément répartis au sein des unités subordonnées, il est possible d'imaginer le regroupement prompt (à l'échelle temporelle opérative) d'une majorité des drones et robots sur un flanc ou une portion particulière de la zone de manœuvre. Ne craignant pas de destruction fratricide, l'automatisation de cette bascule permet aux SA de traverser « en diagonale » les zones de responsabilités de chaque entité subordonnée avec des interactions et des déconflitions limitées, et en conséquence plus rapides.

Ainsi, il serait parfois utile de laisser le niveau opératif décider directement d'un effet produit par les drones et robots mais dans un cadre identifié en planification pour uniformiser les procédures avec le niveau tactique. Il pourrait en être de même avec le niveau stratégique. Il s'agirait seulement de garder le contrôle d'une situation qui s'accélère de façon brutale du fait de l'emploi de systèmes automatisés. Les procédures qui peuvent sembler parfois un carcan, sont également des garde-fous. Toutefois, le cloisonnement des niveaux pourrait toujours être utile pour recouvrer une certaine maîtrise de la temporalité liée au fonctionnement des SA, ou pour répartir spatialement les zones de responsabilité.

Si la notion d'effets à obtenir est salutaire pour la planification, c'est plus fondamentalement la géolocalisation des systèmes et de leur zone

d'effet qui améliorera la coordination et la synchronisation des actions et des effets. Il est souvent constaté dans les centres d'entraînement que 80% des communications effectuées au niveau tactique ne concernent que des comptes rendus de positions. Lors d'exercices de postes de commandements, il n'est pas rare de constater des écarts significatifs entre les cartes de chaque niveau représentant les situations de référence des positions des unités tactiques. Les nouveaux systèmes de communications aideront à améliorer la clarté de ces situations. Les systèmes automatisés devront être intégrés à ces représentations de situation de référence. Le risque, en même temps qu'atout, est cependant d'accélérer le tempo d'action car le cycle décisionnel traditionnel de commandement sera obligatoirement raccourci avec des systèmes standardisés, recevant des ordres simplifiés et non soumis à interprétation. Ce biais sera canalisé par des procédures éditées en amont, puis évolutives au même titre que les doctrines.

b) Les enjeux d'interopérabilité et de coopération: être connecté verticalement et horizontalement

L'interopérabilité technique repose principalement sur la standardisation des systèmes, dont leurs moyens de communication. La liaison 16 utilisée par de

nombreuses armées pour la coordination et le partage d'informations sur la situation de référence dans le milieu aérien avec les troupes de surface, est un exemple de standardisation avec ses contraintes inhérentes. Au-delà des contraintes industrielles propres à chaque BITD⁵⁰, la charge normative des pays alliés peut parfois être un frein au développement d'une solution technique ou opérationnelle.

L'approche croisée capacitaire entre alliées et entre milieux peut être salutaire pour explorer les bonnes pratiques et limiter justement les normes et freins excessifs nuisant à la fluidité de la coordination. Par exemple, la Belgique avec le programme CAMO et la France avec SCORPION échangent actuellement sur l'emploi (doctrinal, technique...) des futurs véhicules blindés qu'ils auront en commun. La marine nationale française et la marine italienne échangent régulièrement leurs retours d'expériences sur les FREMM (Frégate Multimission). Grâce aux exercices communs, les aviations de l'OTAN échangent sur leurs procédures et pratiques.

Par ailleurs, **cette approche croisée sert assurément les études sur l'emploi des robots et drones lors du passage d'un milieu à un autre.** Cette phase de transition est toujours une période de vulnérabilité. Les parachutistes sont vulnérables lorsqu'ils touchent le sol. Un assaut amphibie est vulnérable sur les plages. Un sous-marin est vulnérable quand il fait surface, un

⁵⁰ Base Industrielle de Technologies et de Défense.

navire quand il accoste ou navigue en eaux resserrées.

Parallèlement à l'interopérabilité technique, l'interopérabilité opérationnelle renforce la coopération. Elle repose quant à elle en partie sur les procédures communes. La vision de l'art opératif français doit continuer d'alimenter les réflexions sur l'emploi des systèmes automatisés pour élargir le champ des possibles et ouvrir de nouvelles perspectives. **La souplesse et l'adaptation des procédures sont pourtant une arme pour déstabiliser l'ennemi** en choisissant des solutions imprévisibles.

De façon plus déterminante, **la coopération entre alliés ou en interarmées ne sera rendue possible que si la « confiance » et l'acceptation psychologique sont établies envers les robots et les drones.** Pour se faire, les opérateurs sont un vecteur de confiance car ils seraient la présence humaine rassurante du système. En outre, les exercices réguliers intégrant l'emploi de drones ou de robots pourraient améliorer la connaissance de ces robots par les alliés et en interarmées. Les salons internationaux d'armement ne permettent pas suffisamment de connaître tous les nouveaux systèmes.

c) Les enjeux des SA dans le temps

Les drones et les robots pourraient apporter une certaine asymétrie temporelle offrant de fait de nouveaux outils pour la manœuvre opérative. Dès lors, leurs spécificités auraient

des conséquences négatives limitées dans les phases de planification et positives en phase de conduite surtout en cas de création de *task force* robotique.

Globalement la robotique intervient dans les quatre dimensions du temps: la durée, la fréquence, la séquence, l'opportunité⁵¹. La robotique permet d'allonger ou d'optimiser la durée d'engagement en préservant l'homme et en assurant une continuité des effets, sous réserve de disposer des ressources énergétiques suffisantes. La fréquence des attaques peut aussi être augmentée notamment dans le cadre d'action en essaim ou en meute (développées en partie II)E)a)). Le choix de la séquence d'emploi des drones et des robots doit être mûrement réfléchi en phase de planification afin de disposer réellement de la ressource pour les actions clés. Enfin, la robotique pourrait permettre **de relancer des actions ou au moins d'anticiper pour saisir des opportunités** puisqu'en dehors des pertes subies ou des ressources énergétiques, elle est hermétique à la fatigue.

En phase de planification, **c'est l'étude fine de la fréquence de réemploi des drones et robots qui serait centrale**, afin d'exploiter au maximum la capacité de réengagement des SA. Par ailleurs, encore plus que pour les unités humaines, l'exploration d'un maximum de cas non

⁵¹ YAKOVLEFF Michel (général), *Tactique théorique*, Paris, Economica, 2007, 639 p., p. 134- 137.

conformes, d'alternatives dans le plan principal qui pourraient être salutaires pour la conduite. Le but est de laisser le temps de préparation aux niveaux tactiques, pour incrémenter par exemple les ordres dans les systèmes. Cependant, il est permis de considérer que les avancées technologiques, notamment en termes de d'intelligence artificielle et la possibilité de disposer de SA aux autonomies ajustables, réduiront le temps de préparation. Cette problématique sera plus centrale en cas de création d'une *task force* robotique.

En conduite, **c'est bien la capacité de réorganisation qui pourrait bouleverser la temporalité de l'action pour prendre l'ascendant sur l'adversaire.** Par exemple, en cas de découverte d'une faiblesse dans le dispositif ennemi, mais que la Force ne dispose pas de moyens humains suffisants, un regroupement prompt de robots et drones pour rééquilibrer le rapport de force pourrait permettre d'exploiter cette faiblesse et d'imposer le tempo à l'adversaire.

Les problématiques liées à la planification et la conduite seront constamment abordées dans les parties suivantes de la réflexion.

En conclusion de cette première partie, **les pré-supposés d'aujourd'hui sur les menaces, les vulnérabilités, les limites, les enjeux de coordination ou de coopération ne manqueront pas d'être remis en question** grâce à certains outils technologiques facilitant l'emploi de systèmes complexes et l'adaptation des procédures. Toutefois, il est nécessaire d'imaginer des bases de réflexions en ajustant progressivement et de façon incrémentale ces évolutions.

Ainsi, **l'approche M2MC, la considération des zones d'interface entre milieux** pour étudier les SA au niveau opératif ainsi que **la relation spécifique des SA aux champs immatériels** (cyber, EM, perceptions) sont incontournables.

La proposition de catégorisation fondée sur la fonction principale des SA en quatre familles: RENS, FEU, TRANSVERSE, SOUTIEN, offre une première grille de lecture claire et simple de l'emploi possible des robots et des drones. Elle peut ensuite être approfondie par des sous-catégorisations. Avec la miniaturisation des engins et l'apport de l'intelligence artificielle, la taille ou la masse ne seront plus les critères déterminants ou suffisants pour catégoriser les drones et les robots ensemble. La complexité technique des systèmes ne doit pas rendre complexe l'idée que l'on peut se faire de leur emploi au risque qu'ils soient sous exploités.

L'étude des SA ne peut se faire sans considérer les adversaires et les moyens qui leurs seront opposés. **En plus des menaces traditionnelles du**

champ de bataille, la guerre électronique et le cyber représentent les défis majeurs de vulnérabilité des robots et drones. Les SA ne seront pas uniquement opposés à des SA.

Les limitations principales des SA dans les domaines éthiques, techniques et cognitifs reposent sur des enjeux de confiance, de dialogue entre l'homme et la machine, ainsi que sur les capacités de mobilité et d'autonomie ajustable (avec l'homme dans la décision pour l'ouverture du feu).

Les enjeux d'interopérabilité, d'interférence et de temporalité très spécifique des SA sont à considérer pour la planification et la conduite de l'action.

Il est désormais possible d'esquisser l'emploi de drones et de robots dans les manœuvres opératives à travers **notamment la création d'une ou plusieurs *task forces* robotiques, en planification et en conduite, en exploitant tous les avantages d'asymétrie spatio-temporelle et l'agilité qu'ils apportent.**

II. Conséquences sur l'emploi des robots et des drones au niveau opératif : quelles options possibles dans les différentes manœuvres ?

Après avoir cadrer les hypothèses nécessaires à la réflexion, **il s'agit dans un second temps de développer des options et les pistes d'utilisation des SA dans une manœuvre opérative intégrée.** Que doit être du ressort du niveau tactique ? **Le choix de l'organisation de la chaîne hiérarchique robotique, adossée à une potentielle évolution de la chaîne organique traditionnelle, ouvrira des pistes non exhaustives d'emploi de SA dans les manœuvres offensives, défensives, pour renouveler des procédés anciens et explorer de nouveaux modes d'action.**

A) Une perturbation dans l'organisation générale ?

L'arrivée et la place des robots ou drones peuvent être vues sous deux angles différents. Soit les SA s'intègrent et sont répartis dans les unités qui demeurent organiques. Les SA sont déjà gérés par les unités et complètent les capacités existantes à petites échelles. En dehors du point de vue logistique, il n'y a pas véritablement de conséquences au niveau de la manœuvre opérative centralisée. **Soit les SA**

sont considérés comme de véritables capacités nouvelles permettant de faire bouger certaines lignes doctrinales grâce aux atouts de rapidité d'exécution, d'endurance ou d'absence de contraintes physiologiques par exemple. Dès lors **il est nécessaire d'explorer les conséquences sur les organes de commandement et sur l'architecture⁵² des grandes unités. La place des spécialistes et opérateurs peut servir de point de départ à cette réflexion.**

a) La place des opérateurs et superviseurs comme donnée essentielle

Au grès de l'évolution de l'intelligence artificielle, **l'autonomie décisionnelle des systèmes sera de plus en plus ajustable.** Cela permettra notamment de réduire le nombre d'opérateurs directs et par conséquent l'empreinte humaine pour la gestion de ces robots (en dehors du soutien logistique et de la maintenance). Également, la gestion partagée entre différents niveaux de responsabilité en fonction du besoin diluera la charge reposant sur les uniques opérateurs. Pour se faire, les procédures opérationnelles de répartition des tâches se trouvant dans les ordres devront être parfaitement délimitées, car les SA disposeront d'une grande modularité à canaliser.

⁵² Généralement appelé articulation au niveau tactique.

Le chef d'état-major des Armées de Grande - Bretagne, face aux difficultés actuelles de recrutement dans les armées, évoque, à l'horizon 2030, des forces qui pourraient être composées jusqu'à 25% d'effectifs robotiques. **Cependant, il ne semble pas judicieux de réduire de façon démesurée le nombre de soldats ou le volume de troupes en général. La robotique doit plutôt augmenter la masse à effectif humain constant pour réorienter l'action humaine à d'autres tâches et parce qu'il est nécessaire d'assurer une certaine résilience en cas de pertes des SA.** En effet malgré les évolutions technologiques, tant que le milieu est permissif, il serait souhaitable d'avoir des opérateurs directs ou indirects à proximité de la zone d'évolution des drones ou robots, en cohérence avec les échelles spatiales des milieux. Le but serait de prendre en compte les missions des SA s'ils sont dans l'incapacité de les accomplir.

Ces opérateurs pourraient être des petites équipes en autoprotection ou alors totalement intégrées à une unité. Ces options dépendent du système considéré, de l'effet recherché, de l'autonomie disponible, du niveau de protection attendu et des liaisons. **Ils peuvent aussi agir à partir d'autres milieux si la situation l'exige (du milieu aérien pour opérer du terrestre par exemple).** L'échelle de distance du contrôle dépend également de la capacité recherchée par le système. La distance entre un drone terrestre et ses superviseurs sera naturellement plus restreinte qu'un opérateur aérien.

L'approche intermilieux est en permanence à rechercher pour favoriser la lutte multimilieux et multichamps. Enfin, il est à noter la difficulté de projeter des opérateurs sur le terrain. Il est donc nécessaire de pouvoir partager la supervision et d'avoir une capacité de réversibilité et d'emport dans les véhicules habités pour accueillir des opérateurs en fonction de la mission. Par exemple, certains robots lourds pourraient être des véhicules habitables mais pas toujours habités.

Dans tous les cas, **il ne saurait être question d'une ferme d'opérateurs totalement hors sols** par rapport aux zones de combats sans avoir une redondance humaine sur le théâtre. Cela générera effectivement des contraintes logistiques, techniques de communication, et de protection supplémentaires. Toutefois, il s'agit d'une solution pour augmenter la résilience et la redondance des systèmes face aux menaces cyber, dans le spectre électromagnétique, mais également face aux effets cinétiques du théâtre.

b) La centralisation ou la décentralisation⁵³ des SA

Il convient désormais de s'interroger sur l'action décentralisée ou centralisée des drones et des robots dans la manœuvre. Dans tous les cas, la manœuvre sera intégrée⁵⁴ et interarmées.

⁵³ Cf. annexe 2 pour plus de précisions.

⁵⁴ L'intégration est définie de la façon suivante : « *Coeur de ce concept, l'intégration consiste, à partir d'une compréhension la plus large possible des*

La centralisation est une notion proche de la « concentration », et la décentralisation de la notion de « distribution ». Mais la décentralisation ou la centralisation inclut en plus un paramètre de commandement et de contrôle.

Au niveau tactique le plus bas, cette question s'appréhende plus aisément. **Au niveau opératif**, avec toutes les contraintes logistiques inhérentes à des périodes d'emploi bien plus longues qu'aux échelons subordonnés, **un regroupement partiel de robots pour une action groupée à cette échelle peut laisser sceptique. Cependant, cette option ne doit pas être écartée** car les robots ou les drones sont assurément plus adaptables et réactifs aux changements de subordination. Ces changements pourraient être plus rapides qu'avec une chaîne humaine à condition de disposer de systèmes standardisés à tous les niveaux, et en prenant en compte les contraintes logistiques et psychologiques de ces transferts parfois brutaux pour les opérateurs sur le terrain. L'entraînement à tous les niveaux faciliterait ces habitudes de changements, sans devenir excessifs au risque de devenir contreproductifs.

situations et l'association active de tous les acteurs, à mettre en synergie en vue d'un but unique toute la gamme des effets permettant de l'atteindre, et de les réaliser de manière concentrée ou distribuée dans l'espace et dans le temps, sur l'ensemble du spectre matériel et immatériel. » CIA 01, op. cit., p. 25.

Serge Caplain le confirme également dans La fourmière du général : le commandement opérationnel face aux enjeux de la haute intensité, *Focus stratégique*, n°89, Ifri, juin 2019.

Ainsi, il pourrait être envisageable en fonction de la situation de combiner les effets de drones et robots, de façon centralisée. Leur complémentarité le permettrait en contournant des contraintes techniques. Par exemple, une faible autonomie d'un drone peut être compensée par l'emploi d'un robot terrestre « dormant » qui serait camouflé et utilisé à la demande. Il limiterait ainsi sa consommation et pourrait être employable au niveau tactique comme opératif. La centralisation nécessitera une réelle affectation de moyens et de systèmes de commandement qui seront abordés en II)A)c).

Il s'agit donc d'exploiter les atouts des SA pour adapter leur place dans l'organisation. La majorité des SA de toutes catégories, principalement ceux dévolus au niveau tactique, doivent rester organiquement au sein de leurs unités mixtes humaines / robotiques et ponctuellement pouvoir être rassemblés pour une opération de plus grande ampleur précise. **La souplesse d'emploi du robot ou drone, leur agilité sont des atouts essentiels face aux évolutions technologiques et aux futurs adversaires.**

En dehors de drones jusqu'alors clairement identifiés aux niveaux opératifs ou stratégiques (drones MALE, HALE etc...), **le besoin de disposer d'unités supérieures au niveau 5 organiques entièrement composées de drones et robots (en plus d'opérateurs) n'est peut-être pas la solution la plus pertinente** au vue des contraintes en

ressources humaines. **Certes, le fait de regrouper les savoir-faire est confortable et souhaitable pour la formation et le soutien, mais cette centralisation permanente d'unités organiques non mixtes pourrait générer une rigidité doctrinale d'emploi** qui deviendrait rapidement une affaire de spécialistes, dans un cadre peu adaptable. Enfin, les unités qui seront prélevées risquent aussi d'être déstabilisées si elles le sont trop régulièrement.

Pour limiter ce risque, une adaptation structurelle de l'organisation du C2 pourrait apporter une solution, au-delà des notions actuelles d'*Operational Control* (OPCON), *Tactical Command* (TACOM) et *Tactical Control* (TACON)⁵⁵. Pour un emploi de la robotique en masse, elles ne suffisent probablement plus, surtout dans une action centralisée.

c) Ayant des conséquences sur le C2

Conjointement à la création de task forces robotiques, de tous milieux confondus, il serait probablement souhaitable d'adapter la fonction commandement et son système, globalement ou ponctuellement. L'utilisation

⁵⁵ Ces notions définissent le périmètre des responsabilités en terme de commandement, de soutien et de contrôle d'un « donneur d'ordre » vis-à-vis d'une unité subordonnée agissant dans sa zone par exemple. Les définitions sont disponibles dans CICDE, *DIA-3.0_CEO_L1_HTN (2019) Commandement des engagements opérationnels hors du territoire national*, Doctrine interarmées, n° 127/ARM/CICDE/NP du 17 juillet 2019.

des drones ne sera plus celle d'aujourd'hui (vol de drones MALE isolés par exemple). **Il s'agirait d'action de drones et robots en masse, avec de nombreuses nouvelles aptitudes et spécificités à exploiter, ayant des conséquences sur le C2.** Une synchro matrice matrice spécifique sera-t-elle nécessaire? **Une cellule dédiée est-elle obligatoire? Quelle évolution de la structure? Comment maintenir une agilité dans le C2?**

La présence de spécialistes en robotique ou en dronotique est certainement souhaitable. Il s'agit d'entendre comme spécialistes, des officiers et sous-officiers d'états-majors maîtrisant les effets de l'ensemble des drones et robots. Ils ne proviendraient pas obligatoirement d'une filiale spécifique robotique qui ne semble par ailleurs pas immédiatement disponible. Si les robots et drones restent dans leurs entités d'origine ou d'affectation, et que seuls les drones opératifs sont employés à ce niveau, alors les cellules des états-majors actuels sont probablement déjà suffisamment armées. **En cas de création de task forces, du fait de la spécificité des nouvelles capacités offertes par la robotique, plusieurs options seraient possibles.**

La première est la création *ad hoc* d'une entité de commandement spécialement générée, interarmées, en provenance des unités d'origine. Avec ses drones et robots, elle constituerait alors une unité à part entière dans l'ordre de bataille, aux ordres du niveau opératif,

déployée sur le terrain au même titre que les entités ou composantes du même niveau tactique. L'empreinte humaine de cette entité de commandement serait globalement similaire aux autres entités de même niveau car les synthèses et les productions seraient certainement proches malgré les outils de comptes rendus automatiques. Au PC opératif, il n'y aura pas de changement majeur. Certaines cellules pourraient simplement disposer de certains officiers acculturés à ces systèmes (J5, J3, J2, JOC, ciblage ?).

En deuxième approche, cette même entité de commandement pourrait directement être intégrée au PC opératif, mais avec une empreinte humaine réduite. Le but serait de grandement raccourcir la boucle décisionnelle en apportant des solutions opérationnelles plus rapidement que pour les entités à dominantes humaines ou les autres composantes. C'est par ailleurs le but recherché d'obtenir des SA une plus-value dans l'opération et non une unique substitution aux moyens humains.

La troisième solution serait non pas la création d'une entité de commandement *ad hoc*, mais la disposition en organique d'une entité de commandement déployable pour commander des *tasks forces* robotiques. Elle pourrait être adossée aux PC de niveau opératif pour l'entraînement et le pré-déploiement avant d'être engagée pour telle ou telle opération. Cependant, cette solution confortable n'est pas

réalisable en l'état permanent de ressources humaines qualifiées extrêmement comptées.

Les deux premières options sont autant acceptables et réalisables, même si les conséquences sur la ressource humaine disponible pour armer concrètement ces entités de commandement *ad hoc*, doivent toujours être étudiées avec soin. D'autres problématiques peuvent être soulevées pour affiner ces options. À cet égard, indifféremment des choix possibles, il s'agira d'étudier le temps consacré à la préparation de l'opération. Au niveau tactique, par exemple, l'incrémentation du paramétrage des mesures de coordination et des tâches à accomplir dans chaque phase pour anticiper la conduite, pourrait être longue. Un robot reçoit la lettre de la mission, et non l'esprit, il ne pourrait comprendre une subtilité lexicale tactique, les ordres doivent ainsi être encore plus précis que pour l'homme. Paradoxalement, pour compenser cette perte de temps, les SA apporteront probablement une plus grande rapidité d'exécution. L'acculturation générale pourrait réduire les temps de préparation. Pour se faire, il faudra diffuser la connaissance des SA partout dans les Forces.

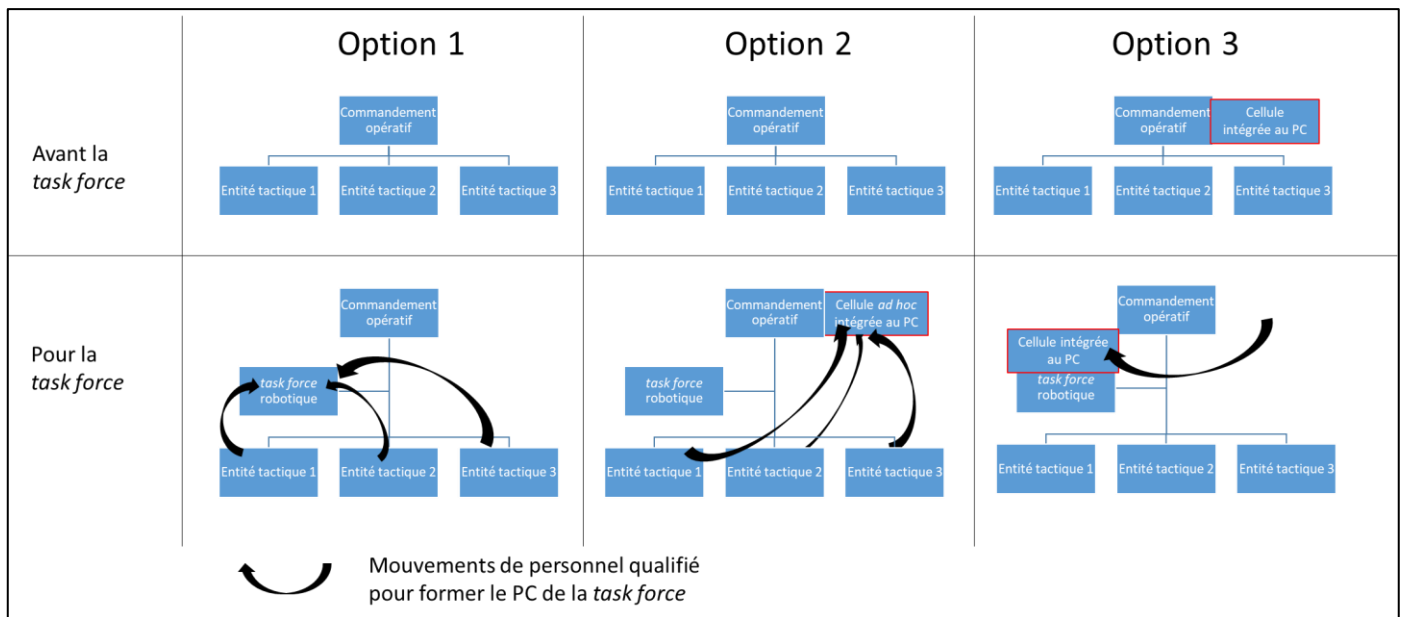


Figure 2: illustration des options de C2.

Enfin, afin d’approfondir le développement de la sous-partie (II)A)c)) sur la centralisation et la décentralisation, les règles de répartition des responsabilités, du commandement et du contrôle au niveau tactique, opératif (OPCON, TACOM, TACON...) peuvent toujours s’appliquer, mais elles ne sont qu’une partie de la mise en œuvre de la structure choisie. **Au vue de la spécificité des robots et drones, il est souhaitable lors de la création de *task force* robotique, d’avoir un commandement adapté. La *task force* ne doit pas pour autant devenir une composante native à part entière (à l’image**

des composantes déjà existantes aéroterrestres, maritime, forces spéciales, cyber...) afin de maintenir un esprit intégré et interarmées. Il s'agit véritablement de proposer un outil de manœuvre unique au profit de l'opératif. Il y aurait une interpénétration des niveaux voulue pour favoriser la réactivité et l'action de cette *task force* particulière. L'opératif coordonnerait directement l'action. Dans le cadre d'action décentralisée et distribuée, il y aurait peu d'impact sur le C2, le principe de (Relation Bénéficiaire En APPUI) RBEA⁵⁶ serait simplement appliqué.

B) L'emploi des SA dans l'offensive

La doctrine évolue et ne saurait être rigide⁵⁷. Pour guider l'étude de l'offensive et l'emploi des SA dans cette manœuvre opérative, **la chronologie des grandes étapes du mode offensif au niveau tactique⁵⁸ offre une bonne grille de lecture générale.** Le triptyque renseignement, manœuvre, logistique peut en être une autre. Le duo planification /conduite pourrait en être une aussi. Ainsi, **après la phase délicate de préparation, il s'agit d'étudier l'apport des SA dans une manœuvre offensive**

⁵⁶ Pour plus de précisions sur les notions de C2 se référer à CICDE, *DIA-3.0_CEO_L1_HTN (2019), Commandement des engagements opérationnels hors du territoire national, Doctrine interarmées, CICDE, n° 127/ARM/CICDE/NP* du 17 juillet 2019.

⁵⁷ de PEYRET Sébastien (colonel), *Peut-on innover en matière de doctrine ? , Revue de doctrine des forces terrestres*, Paris, CDEC, 20 avril 2020.

⁵⁸ DFT 3.2, *op. cit.*, p. 31- 33.

qui cherchera successivement du renseignement, puis à prendre le contact avec l'ennemi, le désorganiser, percer, exploiter puis consolider⁵⁹. Au cours de l'action offensive, une *task force* robotique pourrait être une solution efficace pour mener certaines actions foudroyantes⁶⁰.

a) *La recherche de renseignement*

L'emploi des robots et des drones est déjà profondément ancré et appréhendé dans cette phase. Il est devenu un réflexe à tous les niveaux. Par exemple les drones tactiques ou opératifs accomplissent déjà des missions de renseignement. Au Sahel, les petites unités tactiques exploitent et expérimentent l'emploi de micro-drones (NX70) et nano-drones (comme le *BlackHornet*). A plus grande échelle, le drone *Patroller* devient un atout du renseignement. Par ailleurs, les satellites, pouvant s'apparenter à des drones de catégorie 1 dans le milieu spatial, peuvent manœuvrer un minimum pour s'orienter vers les zones d'intérêt d'une opération.

Par conséquent, **c'est l'apport de robots terrestres, maritimes et hybrides de catégorie 1 qu'il va falloir mieux appréhender dans cette phase de renseignement.** L'avantage de ces engins serait de se fondre ou se diluer plus

⁵⁹ *Id.*

⁶⁰ Un autre facteur de supériorité opérationnelle.

aisément dans leurs milieux, permettant de compléter ou combler une absence de renseignement de la part de drones aériens dans des zones non permissives par exemple. Si la zone de couverture d'un drone aérien est assurément plus grande qu'un robot, ce dernier pourrait être largué ou déposé dans la profondeur opérative puis rester « dormant » ou en « veille » plusieurs jours avant d'accomplir sa mission.

De plus, chaque niveau tactique dispose de ses moyens de renseignement, et de sa zone de responsabilité pour le renseignement. Cette répartition géographique et méthodique est salutaire dans le cadre de la manœuvre renseignement. En effet, elle diffère d'échelle et donc de moyens engagés entre par exemple la brigade interarmes, la division ou le corps d'armée. **Il pourrait être envisagé d'intégrer ou mieux combiner ces moyens**, qui pourraient eux aussi être parfois identiques (*i-e* les mêmes plateformes) malgré le niveau d'emploi. **Le but serait de décroisonner la circulation de l'information.** Le risque, assez lourd, serait de faire perdre la lisibilité des dispositifs et des responsabilités par un écrasement de niveau. Au niveau opératif, dans un premier temps, il n'y aurait pas de véritables changements dans la gestion des moyens dédiés qui serviront par exemple en premier lieu le processus de « ciblage ».

Dans la phase de préparation qui est liée à la phase de renseignement, il s'agira d'effectuer ou

préparer certaines manœuvres de déception⁶¹ dans l'ensemble des milieux et champs. Une mise en place de drones et robots sur les arrières de l'ennemi ou imbriqués avec lui peut habilement créer une diversion physique et une intoxication cyber ou électromagnétique. Après infiltration, des SA seront mis en sommeil pour être utilisés au moment opportun. Aussi, en reprenant le cas de l'opération *Overlord*, et en particulier de l'opération fortitude qui visait à éviter que les allemands ne découvrent les véritables plages du débarquement, les alliés avaient concentrés de fausses troupes au plus proche de Calais, avec le général Patton à leur tête. Dans ce cadre des SA de catégories 2, 3 et 4 auraient pu simuler des convois, des mouvements de troupes à répétition dans ce secteur, de façon automatisée, générant de fait une impression de masse.

b) Prendre le contact

La prise de contact peut être relativement longue au niveau opératif contrairement au niveau tactique. Il s'agit de confirmer le renseignement mais surtout de préparer ou débiter la désorganisation. Elle est donc charnière voire en tuilage avec les phases précédentes et suivantes.

Puisqu'il s'agit d'exposer le moins possible l'homme au combat, les robots et les drones

⁶¹ Cf. annexe 2 pour plus de précisions sur la notion de déception.

trouvent toute leur pertinence dans cette phase. Sans qu'ils ne deviennent tous « consommables », car de nombreux SA n'auront pas un coup dérisoire, il sera possible de tester la manœuvre adverse sans craindre de pertes excessives. L'emploi de drones et robots produits à bas coût serait approprié pour cette phase. Une centralisation au niveau opératif pourrait être aussi envisagée pour atteindre les premiers effets plus rapidement grâce à l'action conjointe de drones de catégories 1 et 2.

c) Désorganiser l'adversaire

En complément de la manœuvre classique, humaine, il pourrait être envisagé d'utiliser une (ou des) *task force* robotique, agissant à faible échelle et composées de binômes extrêmement mobiles et souples « *hunter/killer* »⁶², sur l'ensemble des « arrières » de l'ennemi ou sur des cibles à haute valeur ajoutée. Dans le cadre d'une manœuvre multimilieux, par « arrières » il faut entendre toute direction matérielle ou immatérielle qui ne serait pas un axe d'effort pour l'ennemi. L'emploi de cette *task force*, directement aux ordres du PC opératif, dont la frontière avec l'emploi tactique est certes très ténue, permettrait de multiplier les actions, de réorienter rapidement les efforts, et donc de

⁶² Dans l'esprit il s'agit d'avoir de petites entités identiques composées de drones de catégories 1 et 2, pouvant acquérir puis détruire l'ennemi. Cette idée n'est pas nouvelle, la littérature sur le sujet existe déjà dans le domaine des études prospectives.

déstabiliser davantage l'adversaire pour débiter la prise de l'ascendant. Grâce aux cellules de ciblage, le potentiel de commandement serait réduit, provoquant ainsi une pression psychologique sur l'adversaire. La structure de cette *task force*, composée de petites entités parfaitement identiques, facilitera les réorganisations, les remplacements et le commandement.

Dans cette phase, la *task force* pourrait aussi être fortement employée dans les manœuvres de déception (intoxication, diversion) dans tous les milieux, dans la destruction planifiée ou d'opportunité des organes de commandement, les vecteurs 3D, les pièces d'artillerie sol-air ou sol-sol.

Dans le cadre d'*Overlord*, de nombreuses troupes des 82^{ème} et 101^{ème} divisions aéroportées américaines ou de la 6^{ème} division aéroportée britannique, auraient pu être préservées grâce aux SA. En véritable binômes d'*hunter-killer*, des SA auraient pu harceler les arrières du dispositif allemand d'une part. D'autre part, avec une empreinte au sol humaine réduite, ils auraient pu assurer durant les premières heures, la sécurisation de certains points et ponts clés sur les flancs est et ouest (points à Sainte Mère l'église, ou ponts aux abords de Ouistreham). S'ils ne sécurisaient pas les ponts, ils auraient pu constituer à quelques kilomètres dans la profondeur, un premier rideau défensif pour soulager la pression des troupes humaines sur ces points. Dans tous les cas, ils auraient pu

massivement participer à l'extension de la tête de pont dans les dix jours du débarquement, en anticipant par exemple la prise d'un objectif stratégique, le port de Cherbourg, en s'attaquant aux batteries côtières menaçant la flotte au large.

d) Percer, exploiter et consolider

D'un point de vue tactique, les SA vont continuer d'agir en combinaison de la manœuvre traditionnelle, intégrés à leur niveau de subordination. Plus généralement, l'objectif à tous les niveaux est de maintenir le rythme et respecter le tempo de la manœuvre. S'il existe une *task force*, les SA pourraient être systématiquement déployés en premier pour préparer l'arrivée des autres troupes. Les relèves sur position qui sont certes un procédé tactique particulier, seraient grandement simplifiés puisqu'il y aurait moins de risques de destructions fratricides dramatiques grâce à des systèmes de reconnaissance automatisée comme l'IFF (*Identification Friend or Foe* déjà utilisé en aviation). De plus il n'y aurait pas de transmission de consignes entre entités humaines. Ainsi la manœuvre opérative serait par conséquent fluidifiée.

Simultanément, les SA, au même titre que pour la manœuvre de renseignement initial, serviront à élargir la zone ou plutôt le volume d'intérêt, car la zone est nativement multidimensionnelle. Ils agiront dans les espaces lacunaires, dans tous

les milieux et espaces de conflictualité, pour contrer toute surprise de l'ennemi. Ils permettront de faciliter l'approche multidirectionnelle.

Dans tous les cas, même dans le cadre d'un «rideau robotique», entendu comme un déploiement de robots et drones en amont d'un dispositif, **il sera toujours nécessaire d'inclure des hommes pour rendre plus robuste la manœuvre,** mais également pour prendre en compte les missions en cas de pertes des liaisons par exemple. Par ailleurs, au même titre qu'au niveau tactique, il s'agira de créer de nouvelles procédures et mesures de coordination entre SA avec les troupes à dominante humaine pour compenser les faiblesses techniques notamment en termes de communication ou logistiques, et contourner les menaces adverses. Par exemple, la création de zone de coordination / regroupement / secours, qu'ils soient terrestres, aériens, maritimes, spatiaux deviendront certainement des points clés à protéger et masquer.

Pour reprendre à nouveau l'exemple d'*Overlord*, après la contrattaque allemande de Mortain du 7 août, pour exploiter au plus tôt les circonstances entre le 9 et 20 août, (échec allemand) une *task force* robotique de circonstance aurait pu permettre de fermer plus rapidement la poche de Falaise. Plus apte à se regrouper promptement, la *task force* aurait pu être projetée dans la profondeur. Puis, avec son endurance, elle aurait pu assurer *in fine* la

jonction entre le XI^{ème} corps américain et les troupes de Montgomery après avoir agi dans le dernier passage ouvert entre Argentan et Falaise avec plus de foudroyance que les troupes humaines.

e) *Les SA dans la manœuvre logistique*

Elle sera naturellement continue dans toutes les phases précédentes. Plus précisément, les SA pourraient aider à désaxer la ligne d'opération liée aux axes logistiques, de la ligne d'engagement et ainsi favoriser une réelle manœuvre multidirectionnelle. En effet, dans *Perspectives tactiques*⁶³, l'auteur explique que ces axes sont actuellement alignés, ce qui interdit une réelle manœuvre multidirectionnelle⁶⁴. En s'appuyant sur un concept de logistique « *pulsée* » et non de « *flux* »⁶⁵, il est possible de désaxer ces lignes. **La flexibilité des SA de troisième catégorie, escortés par des catégories 1 et 2, pourraient aider également en ce sens.** Lors de la Première Guerre mondiale, l'emploi de patrouilleurs pour protéger des flux permanents de navires de transports constamment menacés par les sous-marins ennemis, a démontré leur inefficacité. En

⁶³ HUBIN Guy (général), Chapitre 14 : de la tactique à l'opératif. In : *Perspectives tactiques*, Paris, Economica, 2000.

⁶⁴ Le but est de ne pas progresser vers l'ennemi linéairement selon un seul axe, une seule direction, mais plusieurs en même temps.

⁶⁵ HUBIN Guy (général), Chapitre 14 : de la tactique à l'opératif. In : *Perspectives tactiques*, Paris, Economica, 2000.

agissant en convoi, solidement escortés par des navires puissants, les pertes furent réduites. Dans une approche comparée des milieux, il peut convenir de s'en inspirer, le sous-marin représentant l'exemple même d'un vecteur naturellement dissimulé.

Au niveau des unités tactiques de bas échelons, **les SA vont continuer d'agir sans changements majeurs par rapport aux engins habités. Les évolutions technologiques en termes d'énergie ou de puissance de feux par exemple profiteront aux engins habités et non habités indifféremment.** Des SA logistiques de troisième catégorie soutiendront des unités humaines. Leur emploi s'imagine aisément, ils amélioreront les flux grâce à une automatisation des convois avec une réduction de l'empreinte humaine dans une certaine proportion, car certaines manutentions nécessitent toujours une main d'œuvre qualifiée en nombre.

De surcroît, **une attention particulière pourrait être portée au ravitaillement (notamment énergétique) de SA qui seront déployés de plus en plus loin** pour préparer chaque action future, en particulier en cas de création de *task force*. Cela nécessiterait de nouvelles procédures pour limiter les vulnérabilités de zones de regroupements dans la profondeur. En effet, **l'agilité des binômes de systèmes ne sera possible que s'ils en ont les ressources.** C'est également valable pour le niveau tactique. Est-il envisageable de les faire revenir systématiquement à leur ancrage d'origine ? La

chaîne logistique pour ces robots et drones est certainement à adapter.

C) L'emploi des SA dans la défensive

Dans le même esprit que l'action offensive développée précédemment, une grille de lecture pour une action défensive pourrait être la suivante. **Il s'agira successivement de s'installer et valoriser la zone d'engagement, tout en se renseignant, affaiblir l'ennemi, l'arrêter, puis relancer l'offensive⁶⁶ car la défensive n'est pas une fin en soi. Au cours de l'action défensive, une *task force* robotique à dominante feu n'est pas toujours une des solutions efficaces** car elle rend la manœuvre plus prédictible, la décentralisation semble plus souhaitable pour plus d'efficacité dans la durée.

a) S'installer et se préparer

L'installation, cette approche s'apparente plus à une vision terrienne car dans ce milieu, elle s'entend comme la possibilité de façonner ou d'instrumentaliser le terrain pour exploiter au mieux la rugosité et l'apparence striée du milieu. Par exemple, à plusieurs échelles, la composante terrestre cherche à mettre des obstacles pour contraindre l'ennemi. Cela est probablement moins évident pour les milieux lisses et ouverts, même si dans le milieu maritime il est possible

⁶⁶ DFT 3.2, *op. cit.*, p. 33-35.

de confiner l'adversaire grâce à l'action combinée de la composante « guerre des mines » ou de patrouilles maritimes (avec des avions de lutte sous-marine Atlantique 2 par exemple). **Ainsi, il existe toujours des points de convergences et d'interactions entre milieux qu'il s'agit d'exploiter.** Dans la guerre de course ou de côte, les détroits sont clés par exemple. **Considérant qu'il est nécessaire d'avoir une vision générale multimilieux, il s'agira toujours de préparer son « terrain »** d'une manière ou d'une autre: prépositionner des troupes, des entités, le modeler si possible, l'utiliser au mieux. Par ailleurs, les grilles de lecture utilisées jusqu'à présent pour l'offensive ou la défensive correspondent davantage à une grille temporelle des étapes clés, qu'à une grille géographique. En effet, une fois encore l'approche n'est pas en deux dimensions (c'est-à-dire selon une vision plane, 2D), mais multidimensionnelle (2D, 3D, cyber etc.)

Ainsi, **les SA de troisième catégorie auraient une place singulière.** Ils seraient principalement répartis au sein des niveaux tactiques, donc de façon distribuée pour des actions décentralisées. **Il ne faut cependant pas écarter l'emploi de moyens centralisés,** combinés à des drones et robots de renseignement, pour compléter leur action, élargir le volume de surveillance et augmenter de fait la liberté d'action et l'économie des moyens, deux des principes du maréchal Foch. Il y aurait une partie

décentralisée tactique, et une partie centralisée opérative.

La préparation devra mettre en œuvre également tous les moyens passifs et actifs de la déception, pour intoxiquer et dissimuler l'intention à l'adversaire. **Dans ce cadre les SA pourraient apporter une aide non négligeable.** Leurs actions pourraient avoir des conséquences sur les champs immatériels au niveau tactique comme opératif. En outre, en descendant au niveau tactique, sans être en surnombre car elles deviennent inapplicables, les mesures de coordination, synchronisation seront certainement à réinventer pour absorber les flux logistiques automatisés, les mouvements de réarticulation s'ils ont lieu etc. Les mesures de coordination 3D actuelles pourraient être une source d'inspiration.

b) La recherche de renseignement

L'emploi des SA pourra être similaire à l'offensive. Dans la manœuvre défensive, surtout dans un cadre M2MC, l'ennemi aura des approches multidirectionnelles. Dit autrement, il arrive rarement de face. Sur un plan en deux dimensions, il peut provenir du flanc ou par les arrières. Mais la direction ici n'est pas uniquement restreinte à un plan en deux dimensions, elle peut venir de la surface, de l'air, sous terre, sous-marine, du cyber ou du champ électromagnétique (4D et 5D). Les SA faciliteront l'économie des moyens en les

orientant vers des directions secondaires. Une fois encore, la réactivité renseignement / action et l'action multimilieux permettront de contraindre l'ennemi plus rapidement, débiter l'affaiblissement et maintenir le rythme et la temporalité de la manœuvre, qui est un facteur clé de la défensive.

L'idée d'un rideau renseignement uniquement robotisé n'est pas souhaitable sur les zones clés du fait des vulnérabilités techniques et du besoin de redondance. Il s'agit également de s'installer dans la profondeur y compris pour la manœuvre renseignement. Les drones et robots peuvent combler les intervalles et assurer un lien entre les zones de responsabilités des différents niveaux. Par exemple, les moyens sont souvent comptés entre la composante terrestre et les plus grandes unités tactiques, les drones et robots pourraient offrir réellement une capacité d'anticipation aux échelons tactiques.

Toutefois, la profondeur dans le cyber et les champs immatériels s'entend assurément différemment. Elle peut s'entendre comme une redondance et une succession voire superposition de dispositifs offensifs et défensifs des autres milieux ou champs.

c) Affaiblir l'ennemi

Les robots et les drones agiront conjointement dans les unités au niveau tactique. Les binômes *hunter/killer* pourront avoir toute leur pertinence. Les drones et robots de 1^{ère}

catégorie seront essentiels au niveau opératif pour agir le plus longtemps possible et dans la profondeur avec des moyens indirects sur les cibles à haute valeur ajoutée, les centres de gravité⁶⁷ en exploitant les vulnérabilités critiques.

Globalement tous les SA s'exposeront en lieu et place de l'homme. Il s'agit d'un poncif car c'est une des raisons d'être de la robotique. **En termes d'élongations, les rayons d'actions doivent être mesurés s'il n'y a pas d'hommes « proches » de l'action.** Les drones agissant seuls, sur les arrières, loin des systèmes de contrôle sont envisageables pour une première percée dans un espace non permissif, mais présentent de nombreuses vulnérabilités sans systèmes de communication suffisamment robustes. **L'approche multimilieux est encore une solution alternative pour contourner cette vulnérabilité.** Par exemple un SA terrestre peut maintenir la surveillance en veille, en restant dissimulé grâce au terrain, pendant que les drones aériens s'esquivent pour recouvrer les liaisons et communications. **Également, le contrôle pourra se faire à partir d'un autre milieu, nécessitant une planification à la coordination spatio-temporelle aboutie.** Par exemple, des drones pourraient être supervisés ou opérés par des troupes au sol déployées en avance de phase. À l'inverse, des superviseurs aériens pourraient

⁶⁷ « Élément, matériel ou immatériel, dont un État, ou un ensemble d'États, une collectivité, une force militaire, tire sa puissance, sa liberté d'action ou sa volonté de combattre ». GIATO, *op. cit.*, p. 35.

gérer des robots terrestres à condition que le milieu aérien soit un minimum permissif. **Ce niveau de planification pourrait revenir au niveau opératif pour des actions d'affaiblissement de grande ampleur.**

d) Arrêter l'ennemi

Cette idée d'« arrêter l'ennemi » peut sembler artificielle car très simpliste dans un contexte multimilieux. Toutefois, il s'agit de rester à la notion de concept. **L'objectif recherché est d'avoir suffisamment désorienté et réduit le potentiel de combat et de commandement ennemi pour le conduire à marquer un temps d'arrêt dans sa conduite de l'opération ou au moins le faire douter dans sa volonté de continuer.** Cette phase est complexe car il s'agit aussi de contenir l'ennemi. **La manœuvrabilité et la réactivité des SA combinés en intermilieux pourrait favoriser cette action.** L'intérêt est de pouvoir ensuite concentrer les effets de tous les autres moyens.

Également, arrêter l'ennemi donne l'illusion caricaturale du besoin d'effectuer la bataille décisive. Dans les faits il s'agit davantage d'obtenir les conditions permettant d'affirmer que la Force amie a la totale initiative pour assigner des (et non un unique) coups qui rendront difficile la poursuite de l'action ennemie.

e) *Les SA dans la manœuvre logistique*

L'effort sera de régénérer le potentiel suite à l'action d'affaiblissement afin d'être suffisamment armé pour la phase d'arrêt d'offensive qui suivra. Les schémas actuels pourraient ne pas être remis en cause excepté sur la vulnérabilité des flux⁶⁸. La prise en compte des élongations des systèmes potentiellement isolés constituera en revanche une problématique singulière. L'autonomie des SA dans la haute intensité étant rapidement réduite. **Le niveau opératif priorisera assurément la logistique entre les SA restés décentralisés au niveau des troupes, ou les SA déployés au loin.**

D) Les robots et les drones dans le renouvellement des procédés anciens

Il peut paraître souhaitable de mettre à jour ou valoriser des procédés ou des stratégies éprouvées. Ces procédés s'appliquent souvent autant au niveau tactique qu'au niveau opératif. Les robots et les drones peuvent apporter une plus-value à ces procédés. La revue suivante ne sera pas exhaustive tant l'imagination dans l'art de la guerre est infinie. La déception fait actuellement couler beaucoup d'encre dans les revues de stratégies. Les « coups » du général

⁶⁸ Cf. II) B) e).

Yakovleff⁶⁹, ou encore les comparaisons avec le duel d'escrimeur du général Beaufre sont autant d'astuces qui méritent d'être décortiquées et analysées au prisme de l'apport des robots et des drones en opératif. **Ils peuvent occuper une place singulière, résoudre certains problèmes, être dilués dans la manœuvre générale, ou décupler les effets initiaux.**

a) *Les SA dans la déception*⁷⁰

Les robots et les drones trouvent toute leur place dans les actions de déception. Ils peuvent agir sur l'ensemble du spectre de la déception : intoxication, dissimulation et diversion⁷¹. Ils auront un impact tant dans les champs matériels qu'immatériels. Ces manœuvres de déception peuvent autant servir le niveau tactique que le niveau opératif. Il s'agit d'exploiter toutes leurs caractéristiques techniques.

Tout d'abord, pour brouiller la perception que l'ennemi a sur notre intention, les SA peuvent être utilisés à contrecourant, c'est-à-dire à l'inverse de ce pour quoi ils sont créés à l'origine : remplacer l'homme pour les tâches annexes ou dangereuses. En effet, **avec des plateformes modulables, il est possible de**

⁶⁹ YAKOVLEFF, *op. cit.*, p. 448- 473 et p.550- 566.

⁷⁰ Pour explorer davantage la déception, se référer à HÉMEZ Rémy, Opérations de déception. Repenser la ruse au XXI^{ème} siècle, *Focus stratégique*, n°81, Ifri, juin 2018).

⁷¹ Cf. annexe 2 pour plus de précisions sur ces notions.

simuler la génération d'une force à de nombreux endroits en s'appuyant notamment sur le spectre électromagnétique et le cyberspace. Des SA de catégorie 1, 2 ou 3 peuvent simuler des systèmes de commandement comme des entités armées. Ils sont capables de générer une certaine empreinte au sol. **Leur mobilité et leur nombre dans certains milieux peuvent saturer une zone.**

Ensuite, exploitant cette fois-ci leur origine (s'exposer à la place de l'homme), ils peuvent servir d'appât à très grande échelle à l'image de l'opération BOLO. Cette opération militaire américaine de la guerre du Vietnam consista à camoufler des chasseurs *F-4 Phantom II* en chasseurs-bombardiers *F-105 Thunderchief*. Contraints de toujours utiliser les mêmes couloirs aériens de pénétration, ces derniers étaient en effet la cible privilégiée des avions de combat *MiG-21* de la force aérienne populaire vietnamienne. Le colonel Robin Olds commandant le *8th Fighter Wing* engagea, à la place des *F-105*, les *F-4* en leur faisant suivre les mêmes trajectoires, voler aux mêmes vitesses et altitudes, et en utilisant le même jargon dans les communications ainsi qu'une signature électronique identique. Surpris, les *MiG-21* furent alors confrontés à des chasseurs, laissant dès lors la voie libre aux bombardiers! Les drones et les robots pourraient dans un cas de figure comparable, adopter dans une manœuvre opérative, des comportements, signatures visuelles et électromagnétiques

similaires à d'autres entités pour tromper l'ennemi.

En outre, leur endurance et leur action combinée (actions de drones et robots de tous milieux simultanément) permettraient de très largement contourner des obstacles techniques ou technologiques. **Autrement dit, il s'agirait de contourner un obstacle ou de résoudre une problématique ennemie dans un milieu en exploitant un autre milieu.** Par exemple, des drones sous-marins puis terrestres neutraliseraient des systèmes de défense et de déni d'accès aérien pour laisser la voie libre aux drones. La diversion serait donc davantage crédible car accompagnée de contacts. Il est à noter qu'actuellement, l'entreprise Metal Shark développe un bateau autonome baptisé « *Long Range Unmanned Vessel* » pouvant « *patrouiller dans des eaux peu profondes* » et appuyer un « *débarquement amphibie en lançant des drones explosifs* »⁷².

L'apport de l'homme intégré dans ces manœuvres, peut paradoxalement les valoriser et les rendre encore plus crédibles. La déception n'est valable et viable uniquement si elle est crédible. Ainsi, la diversion doit être accompagnée d'actions cinétiques. **L'emploi de drones et robots armés, dans le respect de la**

⁷² Des renseignements sur ce bateau autonome lanceur de drones sont disponibles sur www.metalsarkboats.com. GROUPEMENT DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET DE SÉCURITÉ TERRESTRES ET AÉROTERRESTRES (GICAT), *Rapport de veille technologique pour la défense et la sécurité*, n°15, février 2021. Disponible sur gicat.com.

règle de l'homme dans la boucle pour l'ouverture du feu, renforce la crédibilité de la diversion. Toutes ces capacités techniques agissant dans les champs matériels (par des actions cinétiques, « feu » par exemple) et immatériels (relais technique d'actions cyber), concourent à dégrader pour l'adversaire la lecture de la manœuvre de la Force amie. Ces manœuvres peuvent se faire au niveau opératif, en utilisant des SA de ce niveau initialement ou en regroupant des SA du niveau tactique.

Par ailleurs, **l'emploi de robots et drones peut créer le doute chez l'adversaire qui n'emploierait pas ses drones de la même manière.** Pour certains, il est préférable de ne pas sacrifier les plus sophistiqués inutilement, ils ne peuvent être dans une action de diversion. À l'inverse pour d'autres. Dans tous les cas, la combinaison de drones consommables et de drones précieux semble à privilégier. L'asymétrie d'emploi est à rechercher.

b) L'exploration des « coups » et des comparaisons

Dans *Tactique théorique*, le général Yakovleff expose ce qu'il nomme des « coups ». **Il s'agit d'idées de manœuvres pouvant avantageusement être utilisées pour surprendre l'ennemi, en employant la ruse et en respectant les principes des actions offensives et défensives. Ces coups sont transposables à plusieurs niveaux.** Ils sont simplement expliqués,

ce qui permet de laisser libre l'imagination pour leur mise en œuvre concrète sur le terrain. Avec quoi réaliser tel ou tel effet.

Prenons l'exemple du coup du «*bar ouvert*»⁷³. «*Il consiste à offrir à l'adversaire un objectif irrésistible, mais non prévu.*» Dans cette manœuvre, il s'agit de proposer à l'ennemi une cible ou un objectif suffisamment alléchant pour qu'il l'attaque. La majorité de la Force peut ainsi se préparer à l'attaquer par une autre direction. Le schéma peut sembler simpliste et en deux dimensions (dans le sens de plat). Tout l'art est désormais de le traduire en plusieurs dimensions en intégrant tous les milieux et champs. Cet objectif si tentant ne pourrait-il pas être perçu dans le milieu cyber par exemple ? Concernant les robots et les drones, ils pourraient dans cette manœuvre représenter aussi cet objectif à ne pas rater, grâce à une manœuvre fine de diversion, dissimulation et d'intoxication. Les SA pourraient en effet simuler un regroupement de masse et de systèmes de commandement, vulnérables à des tirs d'artillerie et d'attaques aériennes, en plus d'être des cibles privilégiées de l'ennemi.

Dans *Introduction à la stratégie*, le général Beaufre utilise les duels entre deux escrimeurs pour expliquer les grands coups et les parades générales que l'on peut opposer à un adversaire. Son ouvrage a pour objet la stratégie. Pour autant, le combat d'escrimeurs est du niveau

⁷³ YAKOVLEFF, *op. cit.*, p. 564.

tactique. C'est donc bien les concepts qu'il faut réussir à transposer, quel chemin parcourir pour accomplir son objectif. Chaque cas mérite d'être disséqué au prisme de l'apport de la robotique. Prenons deux simples exemples. L'action de surprendre⁷⁴ consiste à « *attaquer une vulnérabilité qui n'est pas protégée* ». Pour cela, il faut que « *la vulnérabilité ne soit pas protégée et qu'elle soit suffisamment sensible* ». Il est ensuite attendu « *une rupture des dispositions et du moral adverse* » et « *une prise d'initiative* ». Le niveau opératif ou tactique peut exploiter l'agilité et la capacité de réorganisation des SA pour détruire sur opportunité en conduite une cible se dévoilant. Ils ne laisseraient pas le temps à l'adversaire de se réorganiser.

Autre exemple, « *dégager*⁷⁵ » consiste à « *changer sa disposition pour amener l'attaque adverse sur des vulnérabilités protégées* ». Il faut « *avoir les moyens nécessaires* », et le dégagement « *change le sens de la lutte* ». Les SA aurait cette capacité de réversibilité du sens de l'action pour permettre le « *rétablissement de la sûreté* » des forces amies. En d'autres termes, il s'agirait d'exposer les SA plutôt que des troupes en masse.

⁷⁴ BEAUFRE André (général), Tableau 1. *Introduction à la stratégie*, Paris, Hachette Pluriel Reference (Pluriel), 2012, 192 p., p. 55.

⁷⁵ *Ibid.* p.56.

c) *La gestion des espaces lacunaires ou la maîtrise des espaces*

Dans tous les milieux il existe des zones que l'on ne peut contrôler, maîtriser ou surveiller. Dans le milieu terrestre elles se nomment espaces lacunaires⁷⁶. Dans le champ électromagnétique, elles peuvent s'appeler zones grises. Elles représentent les failles potentielles, elles alimentent le brouillard de la guerre. Face à l'expansion des champs de conflictualité il est illusoire d'imaginer que tous ces espaces lacunaires puissent être contrôlés ou maîtrisés. Il s'agit donc de les utiliser au mieux, voire à notre profit. Les drones et les robots peuvent aider en ce sens en contrôlant par exemple soit les lieux d'interaction ou d'interface (lieux de rencontre des milieux fluides et solides selon Laurent Henninger⁷⁷) avec des catégories 1 et 2, soit les contours des zones occupées avec les mêmes catégories, soit en élargissant l'espace amont améliorant les délais de réaction grâce à l'anticipation avec des catégories 1.

Enfin, au-delà du contrôle, pour les autres milieux que terrestre, il s'agit plus de maîtriser les espaces vastes (grandes étendues) et fluides.

⁷⁶ Il s'agit de portion de terrain non contrôlée et difficilement surveillées. Elles sont présentes en amont, en aval et dans les dispositifs de la Force. Plus l'échelle géographique est grande, plus il existe d'espaces lacunaires.

⁷⁷ HENROTIN Joseph, De l'identité fluide des opérations aériennes, *DSI*, n°113, avril 2015, p. 56- 60.

E) Exploiter les nouveaux procédés ou modes d'actions avec les drones et les robots

L'exploration doctrinale est passionnante car elle ouvre de nouvelles perspectives, sans brides. **La question de savoir si les nouvelles technologies créent des ruptures pérennes dans les manières de procéder, au niveau tactique, opératif voire stratégique se pose à leur apparition :** la poudre, le char, l'avion, l'intelligence artificielle, l'arme atomique...⁷⁸ En réalité, les avancées technologiques ne changent pas les « principes » intemporels de l'art de la guerre mais elles changent obligatoirement les « doctrines » qui sont, par nature, intrinsèquement liées à leur époque. Ainsi, il est à noter que les tactiques aériennes sont grandement dépendantes des possibilités techniques : orientation et capacités des radars, portées des missiles, capacités de brouillage. Il en est de même pour toutes composantes des milieux fluides, non naturels pour l'homme, car la technique est centrale. **Les robots et drones offrent de nouvelles perspectives tactiques et opératives.** Afin d'exploiter pleinement ce qu'ils peuvent offrir, il convient d'imaginer de nouveaux procédés et de s'inspirer de procédés dans les autres milieux pour élaborer des analogies et des transpositions entre milieux.

⁷⁸ CDEC, *Lettre de la Doctrine*, n°8, Paris, juin 2017.

a) *Les essais à grande échelle*

Premièrement, **les recherches doctrinales et techniques sont en cours pour développer la capacité des drones et des robots à agir en essaim⁷⁹ ou en meute⁸⁰, dans tous les milieux. Si ce type de manœuvre est séduisant et aisément compréhensible au niveau tactique, il l'est tout autant au niveau opératif.** Seuls la diversité des moyens, l'échelle spatiale, le niveau de contrôle seraient différents.

Au niveau tactique, prenons un scénario fictif. Dans le combat d'une unité SCORPION, une dizaine de drones, emportant chacun une charge utile d'explosifs, un armement, ou un dispositif non létal de neutralisation des moyens d'acquisition des véhicules ennemis (par exemple de la peinture), pourrait se mouvoir sur les arrières de l'ennemi, pour paralyser une partie de ses forces. Des drones pourraient ainsi détruire une cible, neutraliser les essieux d'un véhicules en explosant au contact, aveugler les optiques de l'ennemi. Le nombre et l'approche multidirectionnelle de chaque drone rendent la parade de l'ennemi difficile. Après ce premier coup, l'essaim s'esquiverait en attendant de

⁷⁹ « *Les opérations en essaim peuvent être définies comme une succession cyclique planifiée d'attaques pulsées concentriques. Elles sont menées par de multiples petits détachements d'attaque et de renseignement dispersés [...] parfaitement coordonnés depuis un maximum de directions et qui se dispersent immédiatement après* », PETER Mathieu, TERRIER Julien, *Les opérations guerrières en essaims*, Economica, 2019, 158 p., p. 11.

⁸⁰ Un exemple pour le milieu marin est exploré dans : GUILLAS Nicolas, *Les drones marins agissent en meute*, *Sciences Ouest*, N°368, Janvier 2019.

renouveler une attaque. Ce groupe de drones (ou essaim), agira de façon conjointe, comme un véritable système unique. Les formations d'attaques seraient gérées par l'intelligence artificielle embarquée. Un superviseur ne contrôlerait non pas chaque drone, mais l'essaim en général⁸¹. Des robots pourront aussi être associés à ces essaims.

Le concept d'« actions pulsées concentriques » est applicable en opératif, en mêlant des drones et des robots de toutes catégories, nativement dédiés au tactique et combinés avec les engins dédiés initialement à l'opératif (comme des drones MALE *Reaper* pour la partie acquisition du renseignement). Cette manœuvre simple de compréhension est pourtant extrêmement déstabilisante pour l'adversaire du fait de sa nature multidirectionnelle. Ces opérations nécessitent une synchronisation et une coordination telles que l'intelligence artificielle couplée aux drones et robots sont probablement les seuls à rendre possible une manœuvre collective efficace.

Toutefois, l'opération en essaim n'est pas une fin en soi. Elle ne pourrait constituer systématiquement LA manœuvre ou englober toutes les phases de la manœuvre. Elle peut néanmoins judicieusement être adaptée et renouvelée à chaque phase, dans des actions

⁸¹ Pour d'autres exemples et scénarios se référer à GILLE Sébastien, *Les enjeux tactiques de l'intégration des drones et robots dans le combat SCORPION des unités de niveau 5*. Rapport de projet individuel. Paris : Ecole de guerre Terre, 2020, 58 p.

ciblées. Elle peut aussi représenter un approche d'ensemble pour la phase de prise de contact et de percée par exemple. Plus elle sera utilisée, plus l'adversaire trouvera des parades la rendant de fait inefficace rapidement. Il est ainsi préférable de faire varier les moyens, l'échelle d'action, les milieux pour la rendre imprévisible. **Elle doit devenir multidirectionnelle dans tous les champs d'affrontement simultanément.**

b) Retour sur l'inspiration croisée par milieux

Pour renouveler des modes d'actions dans un milieu, il peut être judicieux de s'inspirer des procédés, modes d'actions, des bonnes pratiques utilisées par une composante dans un milieu particulier. Cette approche aurait pu être exposée dans les paragraphes précédents sur la valorisation de procédés anciens, cependant, **la notion de transposition apporte un regard neuf dans la découverte de procédés transposés.** S'il manque certaines capacités pour réaliser concrètement une transposition, **les robots et les drones pourraient alors être utilisés avantageusement pour les compléter ou les valoriser car ils sont particulièrement adaptables et agiles.**

Les stratégies maritimes sont généralement prises en exemple pour transposer certaines stratégies d'un milieu à un autre. En effet certaines caractéristiques du milieu maritime en surface (vastes étendues, archipels, des zones

clés comme les détroits), sont facilement transposables dans les réflexions sur le milieu désertique comme l'affirme ainsi T.E. Lawrence dans sa *Guérilla dans le désert* : « par leur caractère, ces opérations [dans le désert] étaient plus proches d'une guerre navale que d'opérations terrestres ordinaires ». Dans le désert, pour assurer les ravitaillements et les convois, les drones de catégories 4 assureraient le transport tandis que des catégories 1 et 2 pourraient décupler la capacité de protection. Ces convois s'inspireraient en pratique de la guerre d'escadre moderne où les convois sont constitués de pions insubmersibles, dans le sens où ils disposent de tous les moyens de luttés et sont autonomes en appuis et soutiens.

Dès lors, il est tentant d'imaginer d'autres analogies ou transpositions possibles entre les différents milieux. « Cette idée d'une modularité par milieux n'est pas nouvelle »⁸², démontrant de fait que l'idée est source d'inspiration. Autre exemple, les stratégies développées par l'amiral Corbett inspirent souvent les réflexions sur les milieux fluides comme le spatial.

D'un point de vue capacitaire, les tactiques ou stratégies développées dans le cadre du SCAF pourraient grandement inspirer les études sur le MGCS ou sur des systèmes de drones marins agissant simultanément avec des engins habités. En effet, le point commun est le combat

⁸² MOTTE Martin [dir.], *La mesure de la force, Traité de stratégie de l'Ecole de guerre*, Paris, Tallandier, avril 2018, 416 p., p. 122.

collaboratif. L'ultime combat collaboratif sera multimilieu : l'équivalent de SCAF avec des MGCS ?

c) *Le wargame comme source d'inspiration*

Les moyens de simulations⁸³ offrent de nombreuses possibilités de recherche à bas coût pour tester et explorer de nouveaux modes d'actions ou identifier de nouveaux besoins en termes de robotique et dronotiques. Des plateformes allégées des systèmes d'armement complexes peuvent simuler des robots terrestres lors de manœuvres. Autre exemple, des systèmes comme SOULT⁸⁴ peuvent simuler des unités « humaines » et des unités robotiques. Pour se faire, il suffit de les paramétrer différemment en bridant ou augmentant leurs capacités selon des protocoles et règles choisies en amont.

Les générations actuelles sont particulièrement coutumières des moyens de simulation distribués. Elles ont une forme d'acculturation qui leur permet d'avoir confiance dans les systèmes développés tout en ayant un esprit critique sur les résultats. En effet,

⁸³ Il existe plusieurs catégories de systèmes de simulation. Ils peuvent être par exemple instrumentés ou distribués. Pour la simulation instrumentée, des systèmes lasers simulent les tirs des engins et des fantassins. Les moyens de simulation peuvent aussi s'appuyer sur la réalité augmentée, la virtualité augmentée ou encore la réalité virtuelle.

⁸⁴ Système de simulation distribué utilisé dans l'armée française pour simuler l'action de grandes unités terrestres dans les centres d'entraînement des postes de commandement.

l'intelligence artificielle ne cesse d'évoluer. Les scénarios créés par IA ne seront peut-être pas tous réalistes ou vraisemblables. Néanmoins certains scénarios pourraient bousculer nos façons de planifier et de conduire. En effet, le *wargame* répond à des règles rigoureuses pour se rapprocher de la réalité. Ces mêmes règles permettent alors de parfaitement cibler l'attendu de la machine.

Le *wargaming* est intégré dans les différentes méthodes de réflexion opérationnelles, qu'elles soient françaises ou alliées car cette méthode est une aide à la prise de décision. Il est sans aucun doute une aide au développement de scénarios mettant en œuvre des robots ou des drones au niveau opératif.

En conclusion de cette partie, **certains robots et drones continueront d'être utilisés au niveau tactique indépendamment du niveau opératif. Il en est de même pour certains drones nativement opératifs. Cependant, il pourrait être envisagé d'en regrouper certains pour constituer une forme de *task force* robotique / dronotique**, en lui associant les moyens de commandement et logistiques adaptés, afin de conduire des actions déterminantes dans la manœuvre opérative générale. L'idée est de décloisonner les niveaux dans des fenêtres temporelles planifiées et anticipées, mais également de réagir à une manœuvre impromptue de l'ennemi. La temporalité au niveau opératif diffère assurément de celle du niveau tactique, toutefois, les SA peuvent apporter une nouvelle arythmie ou asymétrie temporelle. L'avantage obtenu par la réactivité des systèmes automatisés doit être pleinement exploité pour imposer son rythme à l'adversaire. En offensive comme en défensive, les drones ne créent pas de rupture complète avec l'emploi traditionnel des moyens actuels, ils les complètent néanmoins avantageusement. Ils valorisent des modes d'actions pérennes tout en autorisant de nouveaux procédés à haut niveau.

Conclusion

Quelle synergie d'emploi coordonné de drones et de robots provenant de plusieurs milieux et de niveaux différents ? En effet, des drones sont déjà utilisés au niveau opératif, et des robots agissent déjà au niveau tactique. Faut-il entrevoir une autre voie plus intégratrice ? L'étendue des perspectives d'emploi des drones et des robots ne risquant pas d'être arrêtée dans les prochaines décennies, il s'agit de poser un cadre d'étude pour la prospective. Leur mobilité ou leur endurance sont limitées et ils sont vulnérables à l'ensemble du spectre des menaces. Partant de ces états de fait, en se plaçant au niveau opératif global, les drones et les robots auront un rôle à jouer en offensive, en défensive, avec des modes d'actions anciens et futurs prometteurs dans tous les milieux, de façon centralisée ou décentralisée.

En définitive, l'agilité des drones et robots ouvre de nouvelles opportunités en permanence. La dronotique et la robotique augmentent véritablement **la faculté d'adaptation de la force par des réorganisations facilitées.** Mais surtout **elles améliorent l'anticipation dans la manœuvre** même dans le cadre temporel du niveau opératif. Les armées devraient disposer de systèmes permettant une manœuvre continue de système de systèmes. **Il conviendra que l'autonomie décisionnelle de tous les systèmes automatisés soit ajustable**

pour permettre de décroiser les niveaux, en favorisant les passerelles et le partage du contrôle entre niveaux pour accélérer l'action après la décision. La modularité et une forme de standardisation des plateformes amélioreront l'intégration interarmées ainsi que la création de *task forces* dédiées et commandées par l'opératif.

Pour compléter cette étude, il pourrait être pertinent d'illustrer le futur par le passé avec l'étude d'*overlord*. L'intérêt serait de s'appuyer sur un cas historique connu, parlant pour de nombreux lecteurs sans avoir besoin de se plonger dans des ouvrages d'Histoire spécialisés. Par ailleurs, il s'agit d'une belle illustration de la réussite d'une opération opérative à portée stratégique. L'intérêt n'est pas de refaire l'Histoire, mais d'illustrer certaines problématiques, atouts ou faiblesses toujours sous l'angle des SA. **En parallèle, la rédaction de scénarios s'inspirant des méthodes utilisées pour les récits d'anticipation** par des auteurs comme P.W Singer et August Cole⁸⁵, **pourrait devancer l'accélération imprévisible du développement de certaines technologies,** notamment spatiales, en explorant des manœuvres opératives intégrant toujours des robots et des drones en multimilieux et multichamps.

⁸⁵ Auteurs de *A novel of the next world war GHOST FLEET*, New York, First Mariner books, 2016, 404 p.

Bibliographie

Références bibliographiques

BEAUFRE André (général), *Introduction à la stratégie*, Paris, Hachette Pluriel Reference (Pluriel), 2012, 192 p.

COUTAU-BÉGARIE Hervé, *Traité de stratégie*, Paris, Economica, 2008, 1133 p.

DANET Didier, BEAUDOIN Charles (GDI), BEZOMBES Patrick (IGA), (et al.), *Autonomie et létalité en robotique militaire, Les cahiers de la Revue Défense Nationale*, Paris, Revue de la défense nationale (RDN), 2018, 264 p.

DOARE Ronan [dir.], DANET Didier [dir.] et de BOISBOISSEL Gérard [dir.], *Drones et killer robot, faut-il les interdire ?*, presse universitaire de Rennes, 2015, 267 p.

HUBIN Guy (général), *Perspectives tactiques*, Paris, Economica, 2000.

KEMPF Olivier, *Introduction à la cyberstratégie*, Paris, Economica, 2015, 235 p.

MOTTE Martin [dir.] (et al.), *La mesure de la force, Traité de stratégie de l'École de guerre*, Paris, Tallandier, avril 2018, 416 p.

PETER Mathieu et TERRIER Julien, *Les opérations guerrières en essais*, Paris, Economica, 2019, 158 p.

YAKOVLEFF Michel (général), *Tactique théorique*, Paris, Economica, 2007, 639 p.

SINGER P.W, COLE August, *A novel f the next world war GHOST FLEET*, New York, First Mariner books, 2016, 404 p.

Articles

CAPLAIN Serge, La fourmilière du général : le commandement opérationnel face aux enjeux de la haute intensité, *Focus stratégique*, n°89, Ifri, juin 2019.

CDEC, *Lettre de la Doctrine*, n°8, Paris, juin 2017.

de LAJUDIE (colonel), La déception, réflexion libre, *Pensée mili-terre, Histoire & stratégie*, Paris, CDEC, 28 février 2020. [en ligne] Disponible sur <https://www.penseemiliterre.fr>.

de PEYRET Sébastien (colonel), Peut-on innover en matière de doctrine ? , *Revue de doctrine des forces terrestres*, Paris, CDEC, 20 avril 2020. [en ligne] Disponible sur <https://www.penseemiliterre.fr>.

FOUILLET Thibault. Entre « *multi-domain operations* » et « *guerre nouvelle génération* » quelles voies pour les armées françaises. *La vision stratégique de l'Armée de terre, les cahiers de la Revue de Défense Nationale*, n°81, Paris, RDN, 2020, 58 p., p. 18- 24. Disponible sur <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=293>.

GROS Philippe, La décentralisation du commandement et du contrôle (C2) des

opérations aériennes, *FRS*, note n°12, septembre 2020.

GROS Philippe, TOURRET Vincent, La synergie multidomaine, *FRS*, note n°7, avril 2019.

GOYA Michel, DUFOUR Isabelle, Dans la perspective d'affrontements de haute intensité, comment intégrer dans le combat aéroterrestre des actions sur les champs immatériels ? *Observatoire Armée de Terre 2035*, 21 avril 2020, 36 p.

HÉMEZ Rémy (lieutenant-colonel), Opérations de déception. Repenser la ruse au XXI^{ème} siècle, *Focus stratégique*, n°81, Ifri, juin 2018.

PARISOT Frédéric (GDA). Le combat aérien à l'horizon 2035. *La vision stratégique de l'Armée de terre, les cahiers de la Revue de Défense Nationale*, n°81, Paris, RDN, 2020, 58 p., p. 49-54. Disponible sur <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?carticle=293>

SECRETARIAT GÉNÉRAL DE LA DÉFENSE ET DE LA SÉCURITÉ NATIONALE (SGDSN), *Chocs futurs, Étude prospective à l'horizon 2030 : impacts des transformations et ruptures technologiques sur notre environnement stratégique et de sécurité*, SGDSN, Paris, 21 avril 2017, p. 208. Disponible sur http://www.sgdsn.gouv.fr/rapport_thematique/chocs-futurs/.

MINISTÈRE DES ARMÉES, *Les systèmes automatisés 2019*, [en ligne]. Disponible sur <https://www.defense.gouv.fr/web->

[documentaire/2019-les-systemes-automatisees/index.html.](https://www.cairn-int.info/revue-strategique-2017-1-page-103.htm)

PEREZ Jean, Les opérations amphibies depuis la Seconde Guerre mondiale, *Stratégie*, 2017/1 (N° 114), p. 103- 120. DOI : 10.3917/strat.114.0103. URL : [https://www.cairn-int.info/revue-strategique-2017-1-page-103.htm.](https://www.cairn-int.info/revue-strategique-2017-1-page-103.htm)

TARAVELLA Adeline, COSTE Frédéric, Relation homme-robot : prise en compte des nouveaux facteurs sociologiques, *Études de l'IRSEM*, n°16, 2012.

REGNAULD Hervé, Les concepts de Félix Guattari et Gilles Deleuze et l'espace des géographes, *Chimères*, 2012/1 (N°76), p. 195-204. Disponible sur [https://www.cairn.info/revue-chimeres-2012-1-page-195.htm.](https://www.cairn.info/revue-chimeres-2012-1-page-195.htm)

Articles de presse

GUILLAS Nicolas, Les drones marins agiront en meute, *Sciences Ouest*, N°368, Janvier 2019. Disponible sur le site espace-sciences.org.

HENROTIN Joseph, De l'identité fluide des opérations aériennes, *DSI*, n°113, avril 2015, p. 56- 60. Disponible sur [https://leadingedgeairpower.com/2015/05/05/on-the-fluid-identity-of-airpower/.](https://leadingedgeairpower.com/2015/05/05/on-the-fluid-identity-of-airpower/)

HENROTIN Joseph, Haut-KARABAGH : les leçons d'une guerre de haute intensité, *DSI*, n°150, novembre décembre 2020.

ZAFFAGNI Marc, *Ces drones hybrides capables de rouler et de voler révolutionneront ils les transports urbains?* [en ligne]. Disponible sur <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/drone-ces-drones-hybrides-capables-rouler-voler-revolutionneront-ils-transports-urbains-67762/>

Cet article permet d'ouvrir la réflexion à des capacités développées dans le civil.

The approachnig swarm, cooperative unmanned technology evolues, *Jane's International Defence Review*, volume 52, novembre 2019.

Rapports

COMMISSION DE LA DÉFENSE NATIONALE ET DES FORCES ARMÉES, ASSEMBLÉE NATIONALE, rapporteurs De GANAY Claude, GOUTTEFARDE Fabien. *Rapport d'information de la mission d'information sur les systèmes d'armes létaux autonomes.* [en ligne] Commission de la défense nationale et des forces armées, Assemblée nationale, n°3248 du 22 juillet 2020. Disponible sur https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion_def/l15b3248_rapport-information.

COUR DES COMPTES. *Rapport public annuel 2020 Tomel-drones-militaires-aériens.* [en ligne] Cour des comptes, février 2020. Disponible sur <https://www.ccomptes.fr/system/files/2020->

[02/20200225-05-Tome1-drones-militaires-aeriens.pdf](#).

GROUPEMENT DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET DE SÉCURITÉ TERRESTRES ET AEROTERRESTRES (GICAT), *Rapport de veille technologique pour la défense et la sécurité*, n°15, février 2021. Disponible sur [gicat.com](#).

MINISTÈRE DES ARMÉES. *Rapport de la Task Force IA, l'intelligence artificielle au service de la défense*, [en ligne] Ministère des armées, septembre 2019, 41 p. Disponible sur [www.defense.gouv.fr](#).

Sites internet et périodiques associés

Pour assurer la veille et alimenter les réflexions, un suivi permanent des sites (et des magazines correspondants) suivants a été effectué de 2017 à 2021 :

CDEC, *L'éclaireur*. [en ligne] Disponible sur <https://www.penseemiliterre.fr>.

Également :

IHS Jane's International Defense review. [en ligne] Disponible sur <http://www.janes.com>.

IHS Jane's International Defense Weekly. [en ligne] Disponible sur <http://www.janes.com>.

CDEC, *Pensée MILI-TERRE*, [en ligne]. Disponible sur <https://www.penseemiliterre.fr>.

Sources

Sources générales (chronologiquement)

Des entretiens approfondis avec des industriels ont eu lieu lors des salons d'armement: *EUROSATORY*, Paris, juin 2018. *EURONAVAL*, Paris, octobre 2016. *Interservice/ Industry Training, Simulation and Education Conference I/ITSEC*, Orlando, 2016.

Les travaux de recherches et interviews (DGA, industriels, utilisateurs de drones et robots) dans le cadre du projet de réflexion individuelle de l'école de guerre Terre ont initié les réflexions du présent document. GILLE Sébastien, *Les enjeux tactiques de l'intégration des drones et robots dans le combat SCORPION des unités de niveau 5*. Rapport de projet individuel. Paris : Ecole de guerre Terre, 2020, 58 p. Non disponible en archive numérique ou manuscrite. Disponible sur demande à l'auteur.

STAGIAIRES DE L'ÉCOLE DE GUERRE TERRE, *Réflexions sur la détermination des normes d'engagement des petites unités*. Rapport de Comité de Réflexion à Caractère Opérationnel (CRCO). Paris : Ecole de guerre Terre, septembre 2019 à mars 2020. Non disponible en archive numérique ou manuscrite.

Les cours dispensés à la 28^{ème} promotion dans le cadre de la scolarité de l'école de Guerre cycle 2020-2021 ont alimenté les réflexions. En particulier : le *Battlefield Tour* en Normandie, les

conférences du cycle *Maîtriser le fait militaire*, les cycles *Commander les opérations*, *Chaînes de commandement*, *Planification des opérations au niveau opératif*. Paris: Ecole de guerre, 2020-2021.

Les travaux collectifs du « comité stratégie » de l'École de guerre ont nourri les réflexions du présent document. STAGIAIRES DE L'ÉCOLE DE GUERRE, *Travaux du comité stratégie de l'École de guerre cycle 2020-2021 sur le thème: « Stratégies par milieux, approches croisées »*. Paris, Comité stratégie de l'École de guerre, 2020- 2021. Les travaux (séances collectives de réflexions, productions écrites) sur l'ensemble de l'année ne sont pas encore disponibles en archives numériques ou manuscrites.

Références doctrinales

CENTRE DE DOCTRINE ET D'ENSEIGNEMENT DU COMMANDEMENT (CDEC, ex-CDEF), *DFT 3.2 Tome 3 (ex-FT04) - les fondamentaux de la manœuvre interarmes*, approuvé sous le numéro 263/DEF/CDEF/DDo/B.ENG IA, Paris, 27 juin 2011, 82 p. Disponible sur https://www.c-dec.terre.defense.gouv.fr/images/documents/documents-fondateurs/20110627_NP_CDEF_DFT_3-2_T3_FT_04.pdf.

CDEC, EMP 60.641, *Glossaire français/ anglais de l'armée de Terre*, CDEF, janvier 2013.

CHEF D'ÉTAT-MAJOR DE L'ARMÉE DE TERRE (CEMAT), *Vision stratégique du chef d'état-major de l'armée de Terre « supériorité opérationnelle 2030 »*, Paris, avril 2020, 11 p. Disponible sur <http://lepaulette.net/wp/wp-content/uploads/2020/06/vision-strat%C3%A9gique-Cemat-2020.pdf>.

CENTRE INTERARMÉES DE CONCEPTS, DE DOCTRINES ET D'EXPÉRIMENTATIONS (CICDE), *CEIA 3.0.2_IA & SYST-AUT (2018) n° 75/ARM/CICDE/NP*, CICDE, Paris, 19 juillet 2018. Disponible sur <https://www.cicde.defense.gouv.fr/>.

CICDE, *CEIA-3.3.8_UCAV/UCAS Drone aérien de combat/ Système de drone aérien de combat, concept exploratoire interarmées (2015)*, N°52/DEF/CICDE/NP, du 20 mars 2015. Disponible sur <https://www.cicde.defense.gouv.fr/>.

CICDE, *Document cadre, DC-004_GIATO (2013) Glossaire interarmées de terminologie opérationnelle*, N°212/DEF/CICDE/NP, Paris, 16 décembre 2013, amendée le 1^{er} juin 2015, 160 p. Disponible sur <https://www.cicde.defense.gouv.fr/>.

CICDE, *DIA-01(A)_DEF (2014) Doctrine d'emploi des Forces*, n°128/DEF/CICDE/NP, du 12 juin 2014.

CICDE, *DIA-3.3.8_ESDAO (2020) Emploi des systèmes de drones aériens en opérations*, doctrine interarmées n°63/ARM/CICDE/DR avril 2020.

CICDE, *DIA-3.0_CEO_L1_HTN* (2019)
*Commandement des engagements
opérationnels hors du territoire national,*
Doctrines interarmées, n° 127/ARM/CICDE/NP
du 17 juillet 2019.

CICDE, *RPIA-2016/001, environnement
opérationnel futur 2035,* CICDE, n°101, 23 mai
2016, version amendée 11 juillet 2017. Disponible
sur <https://www.cicde.defense.gouv.fr/>.

DIRECTION GÉNÉRALE DES RELATIONS
INTERNATIONALES ET DE LA STRATÉGIE
(DGRIS), *Position du ministère de la défense sur
les SALA,* note N° 757 DEF/DGRIS/DSPC/NP, 3
avril 2015.

ÉTAT-MAJOR DES ARMÉES, *CIA 01 Concept
d'emploi des Forces,* Paris, 2 décembre 2020, 40
p.

Annexe 1 : Exemple de catégorisation

La figure 3 ci-dessous illustre une des catégorisations actuelles pour les drones. La première colonne montre la difficulté de différencier des notions et d'éviter les confusions ou les mélanges hâtifs. En effet, les drones sont classés à la fois en fonction du niveau de subordination d'emploi (stratégique, opératif et tactique), et de sa nature : drone d'attaque. Dans l'état actuel des technologies, les niveaux d'emploi sont proportionnels à la masse et au rayon d'action.

On retrouve dans la documentation classifiée et sur de nombreux sites internet d'autres catégorisations, appelées aussi segmentation ou encore classification, pouvant être de potentielles sources d'inspiration. Un autre exemple est disponible dans l'étude de Frédéric Coste et Adeline Taravella, Relation homme-robot : prise en compte des nouveaux facteurs sociologiques, *Études de l'IRSEM*, n°16, 2012.

Schéma n° 1 : segmentation des systèmes de drones aériens

Catégorie de systèmes de drones	Poids	Rayon d'action typique	Catégorie OTAN	Exemples
Drones d'attaque	Plus de 600 kg	> 150 km (liaison satellitaire)	Frappe/ combat	Prototypes (X45, X47, Neuron)
Drones stratégiques			HALE (Haute altitude longue endurance)	Global Hawk
Drones de théâtre			MALE (Moyenne altitude longue endurance)	Reaper Harfang Heron TP
Drones tactiques	150 à 600 kg	< à 150 km	Tactique	Sperwer Watchkeeper Patrolier
Drones de contact	< à 150 kg	= 80 km	20 kg < Petit < 150 kg	ScanEagle Luna Hermes 90
		= 25 km	20 kg < Mini < 2 kg	Skylark DRAC (drone de reconnaissance au contact)
		= 5 km	Micro et Nano < 2 kg	Black Widow Black Hornet

 : Type de drone représenté par la photo ci-contre

 : Segments de drones opérés par les armées françaises

Source : Cour des comptes d'après classification OTAN

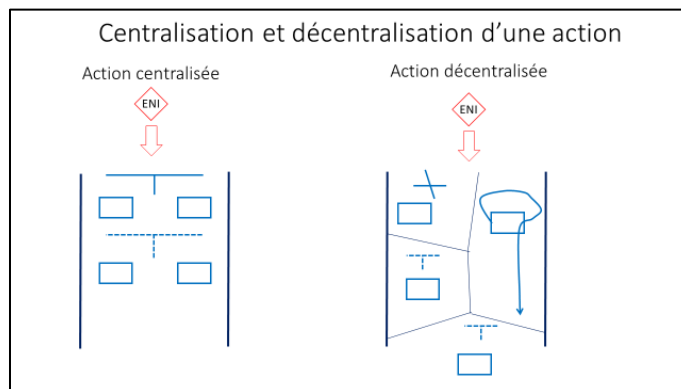
Figure 3 : exemple de catégorisation d'après la classification OTAN. (COUR DES COMPTES. Rapport public annuel 2020 Tome I-drones-militaires-aériens. [en ligne] Cour des comptes, février 2020, p.160).

Annexe 2 : Glossaire

- **Action centralisée / Action décentralisée:**

L'action centralisée est commandée depuis l'échelon central, en synchronisant chaque action. L'action décentralisée donne plus de souplesse aux entités subordonnées pour accomplir leur action dans le cadre spatio-temporel qui leur est défini. Bien qu'agissant d'en une manœuvre d'ensemble, ils agissent de façon indépendante et autonome dans leur secteur.

Pour les SA, s'ils sont centralisés, ils sont regroupés en une entité et agissent tous aux ordres de la même entité de commandement. S'ils sont décentralisés, ils agissent aux ordres de l'entité de commandement de leur secteur, souvent leur unité d'origine.



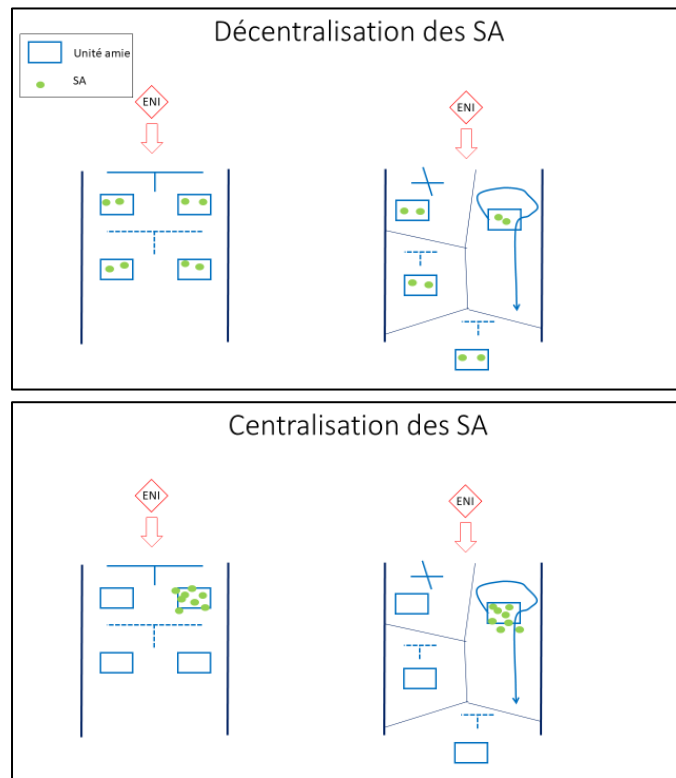


Figure 4: schémas comparatifs d'action centralisée et décentralisée, et de centralisation / décentralisation des SA.

- **Approche globale** (au niveau opératif): Dans le cadre de la gestion des crises extérieures, méthode visant à la prévention ou au règlement durable et rapide d'une crise par la synergie des actions réalisées par les différents intervenants dans les domaines de la gouvernance, de la sécurité et du

développement économique et social. GIATO, *op. cit.*, p. 24.

- **Approche multidirectionnelle:** Du point de vue tactique, l'approche multidirectionnelle permet de concevoir un mode d'action ami ou ennemi selon plusieurs axes et directions de progression. Ces directions peuvent s'appuyer de façon conceptuelle sur tous les champs ou milieux.
- **Approche multimilieu:** « *L'intégration multimilieu et multichamps vise à agir simultanément dans tous ou plusieurs milieux et champs, ou à partir de l'un vers l'autre, en jouant sur toute la gamme possible des effets, éventuellement délivrés par des effecteurs non prioritairement dédiés au milieu dans lequel ils produisent in fine un effet.* » CIA 01, *op. cit.*, p. 28.
- **Autonomie décisionnelle ajustable:** En dehors de l'ouverture du feu qui repose sur la décision de l'homme, l'autonomie ajustable devrait permettre aux opérateurs de choisir le degré de supervision et de contrôle, par exemple d'un guidage de téléopération précis, vers un simple ordre de mouvement que le robot exécute seul, jusqu'à donner des missions générales, mais sans que le robot ne la modifie. En effet, « *un système téléopéré est un système sans équipage à bord, opéré à distance* », « *un système automatisé est [...] soit supervisé, [...]*

semi-autonome, [...] pleinement autonome.»
BEAUDOIN Charles (GDI). L'impact des systèmes robotiques militaires pour l'armée de Terre et les enjeux liés à leur autonomie. *Autonomie et létalité en robotique militaire, Les cahiers de la Revue Défense Nationale*, Paris, 2018, p. 264, p.20. Les SA étudiés dans le document font partie des deux premières catégories. Pour plus de précisions se référer à la définition des « systèmes automatisés » *infra*.

- **« Autonomie »** (en tant que critère d'étude d'une norme, et non l'autonomie décisionnelle d'un SA): Peut être entendue comme la capacité d'une unité, quelle qu'elle soit, à mener un combat, sans autres capacités que celles dont elle dispose, pendant un temps précis et sur un espace précis.
- **Binômes hunter / killer**: Deux SA de catégories différentes peuvent agir de façon conjointe en boucle directe pour compléter mutuellement leurs capacités et augmenter l'agilité. Par exemple, un SA de catégorie 1 peut être couplé à un robot de catégorie 2 pour accomplir une mission d'harcèlement de l'adversaire.
- **Champs d'affrontements / Champs de conflictualité**: Il existe neuf champs d'affrontements (Terre, Air, Mer, extra-atmosphérique, électromagnétique, cybernétique, biologique, infinitésimal et

informationnel), définis par le CICDE, *RPIA-2016/001, environnement opérationnel futur 2035*, n°101 du 23 mai 2016, version amendée 11 juillet 2017. Parmi ces champs d'affrontements il existe 5 milieux: Terre, Air, Mer, extra-atmosphérique, cybernétique. Chaque milieu peut être subdivisé en sous-milieus possédant chacun ses caractéristiques. Par exemple, dans le milieu terrestre il existe le sous-milieu désertique.

- **Champ matériel / Champ immatériel**: Les champs matériels sont physiques, dans lesquels l'homme ou des véhicules peuvent se mouvoir. Ils sont par exemple associés aux milieux terrestre, aérien, maritime, spatial. Les champs immatériels ne sont pas palpables, l'homme ou un engin ne peut se mouvoir, comme le champ informationnel.

Plus précisément, Isabelle Dufour et Michel Goya donnent différentes définitions du champ immatériel: « *non physical domain* » ou « *non-kinetic* ». (Dans la perspective d'affrontements de haute intensité, comment intégrer dans le combat aéroterrestre des actions sur les champs immatériels ? *Observatoire Armée de Terre 2035*, 21 avril 2020, 36 p.). Les champs immatériels regroupent le cyber, l'environnement électromagnétique et le champ des perceptions. Un tableau compare des documents doctrinaux abordant cette notion (France, OTAN, Etats-unis). *Ibid.* p.15.

- **Déception** : « Effet résultant de mesures visant à tromper l'adversaire en l'amenant à une fausse interprétation des attitudes amies en vue de l'inciter à réagir d'une manière préjudiciable à ses propres intérêts et de réduire ses capacités de riposte. La déception comprend la dissimulation, la diversion et l'intoxication. » CDEC, EMP 60.641, Glossaire français/ anglais de l'armée de Terre, CDEC, janvier 2013, p.182.
 On parle en réalité non pas de « déception » mais bien d'« opération de déception », qui selon Rémy Hémez se définit comme : « Une pratique de guerre à la fois ancienne et méconnue, tant au niveau stratégique que tactique ou opératif. Leurs principaux procédés sont la dissimulation, la simulation et l'intoxication, qui toutes contribuent à tromper l'ennemi et lui faire croire à une illusion qui doit causer sa perte. » HÉMEZ rémy, Opérations de déception. Repenser la ruse au XXI^{ème} siècle, Focus stratégique, n°81, Ifri, juin 2018. Pour plus de précision sur les procédés existants, se référer à cette même publication, Tableau 1. D'autres exemples de modes d'action concourant à la déception sont disponibles. HÉMEZ, op. cit., p. 20- 22.
- **Diversion** : « Attirer les moyens de l'adversaire vers une zone ou un point différent de celui sur lequel on compte exercer l'effort principal. » EMP 60.641, op. cit., p. 212.

- **Dissimulation:** « La déception passive, aussi dénommée dissimulation, est destinée à cacher quelque chose qui existe vraiment (moyens, actions, intentions). Elle regroupe deux procédés principaux. Il y a d'abord le camouflage [...]. Vient ensuite le contre-renseignement [...]. » HÉMEZ, *op. cit.*, p.17.
- **Drone:** Les drones seront plutôt marins, aériens ou spatiaux. Pour plus de précisions sur ce point se référer à la doctrine émise par le CICDE, et à « Autonomie et létalité en robotique militaire », *Les cahiers de la Revue Défense Nationale*, 2018.
- **Effet:** « Suite, résultat ou conséquence d'une ou plusieurs actions sur l'état physique ou comportemental d'un système ou d'un élément constitutif d'un système. » GIATO, *op. cit.*, p. 61.
- **Environnement non permissif:** lieu d'affrontement pouvant regrouper plusieurs milieux dont l'ennemi interdit à l'homme ou aux machines toute occupation ou pénétration.
- **Espace strié / Espace lisse / Espace homogène:** « Se fondant sur l'analyse de Leroi-Gourhan (*L'Homme et la Matière*, Ed. Albin Michel, 1943), l'espace strié est rapporté au modèle du tissu, avec sa structure (fils de trame et fils de chaîne, et croisement perpendiculaire

des deux), sa finitude (largeur du tissu définie par le cadre de la chaîne et l'aller-retour du fil de chaîne dans ce cadre fermé) et son ordre dynamique (les fils de chaîne s'écartent pour laisser passer le mouvement régulé des fils de trame), alors que l'espace lisse sera pensé sur le modèle du feutre, comme « anti-tissu » qui n'implique aucun dégagement des fils, aucun entrecroisement, mais seulement un enchevêtrement aléatoire des fibres, à la fois homogène (« lisse »), susceptible de croître en tous sens, et infini en droit. » Mireille Buydens, Espace lisse / Espace strié In Le vocabulaire de Gilles Deleuze (sous la dir. Robert Sasso et Arnaud Villani), *Les Cahiers de Noesis* n° 3, Printemps 2003, p. 130.

- **Espaces fluides / Espaces solides**: Ces espaces sont théorisés par Laurent Henninger. Pour mieux appréhender ces concepts, les différences entre ces espaces sont répertoriées de façon non exhaustive dans la figure 5.

	Espace solide	Espace fluide
Présence humaine	Fréquente, voire systématique	Impossible ou de très courte durée
Relation à la vitesse	Espaces de la relative lenteur : vitesse de progression à pied ou en véhicule.	Espaces de la relative vitesse : de quelques nœuds aux vitesses hypersoniques ou électroniques.
Relation au mouvement	Espaces de la permanence.	Espaces de la transition : le mouvement est condition de survie.
Contrainte sur le mouvement	En moyenne forte : la topographie est en soi un obstacle.	En moyenne faible : les mouvements peuvent s'effectuer dans les deux, voire trois dimensions.
Conséquences militaire du mouvement	Elargissement des options, du raid à l'occupation.	Restriction des options, permanence limitée.
Relation à l'emprise politico-militaire	Possibilité de la domination.	Possibilité du contrôle.
Polarité de la stratégie	Facilitation de la défensive.	Facilitation de l'offensive.
Nécessité de la technologie pour l'investissement de l'espace et la vie en son sein et le combat	Non essentiel.	Essentielle : une pleine stratégie aérienne ou navale ne peut se concevoir sans avion ou navire
Relation au savoir nécessaire à son investissement	Faible.	Fort : importance des techniques de navigation, de la connaissance de points d'appui
Ségrégation des espaces entre civils et militaires	Plutôt forte d'un point de vue historique (« faire campagne »), actuellement de plus en plus faible (combat urbain).	Plutôt faible : les espaces voient coexister par les acteurs civils et militaires
Exemples	Campagnes, montagnes, zones urbaines, forêts, détroits...	Surface et/ou profondeurs des mers, ciel, espace, déserts, lignes ferroviaires, routes...
Source : [HEN 15b]		

Figure 5 : tableau comparatif des caractéristiques des espaces fluides et solides. Source:

<https://leadingedgeairpower.com/2015/05/05/on-the-fluid-identity-of-airpower/> HENROTIN, Joseph, « De l'identité fluide des opérations aériennes », *DSI n°113*, avril 2015, p. 56-60.

- **Espace lacunaire** : Il s'agit de portions de terrain non contrôlées et difficilement

surveillées. Elles sont présentes en amont, en aval et dans les dispositifs de la Force. Plus l'échelle géographique est grande, plus il existe d'espaces lacunaires.

- **Hybridité** (robot hybride / drone hybride): Un drone hybride peut s'entendre comme un drone disposant de systèmes lui permettant de d'évoluer dans plusieurs milieux différents. Par exemple à la surface de l'eau et sur terre., ou encore aérien et terrestre. Dans *Chocs futurs* le SGDSN les nomme plutôt des drones « mixtes ».

- **Intégration**: « *L'intégration consiste, à partir d'une compréhension la plus large possible des situations et l'association active de tous les acteurs, à mettre en synergie en vue d'un but unique toute la gamme des effets permettant de l'atteindre, et de les réaliser de manière concentrée ou distribuée dans l'espace et dans le temps, sur l'ensemble du spectre matériel et immatériel.* » CIA 01, op. cit., p. 7.

- **Intoxication**: « [L'intoxication] a pour effet de tromper l'adversaire sur les intentions et les possibilités amies en lui faisant acquérir de fausses informations. » EMP 60.641, op. cit., p. 198.

- **Lieu d'affrontement**: Peut être entendu comme l'espace géographique ou le théâtre où

se déroulera l'action des drones et robots, il est multichamps et multimilieus.

- **« Liaisons »** : Peuvent s'entendre comme la capacité des entités (des unités ou des matériels) constituantes pouvant communiquer entre elles, leurs chefs et leurs subordonnés. La communication n'est pas uniquement visuelle, elle associe tous les sens, les vecteurs et les moyens possibles : auditifs, visuels, sensitifs, dans le spectre électromagnétique, dans le cyber, etc. STAGIAIRES DE L'ÉCOLE DE GUERRE TERRE, *Réflexions sur la détermination des normes d'engagement des petites unités*. Rapport de Comité de Réflexion à Caractère Opérationnel (CRCO). Paris : Ecole de guerre Terre, septembre 2019 à mars 2020, annexe 2.

- **Milieu / Sous-milieu** : cf. champs d'affrontement.

- **Mobilité** : La « mobilité » peut s'entendre comme la capacité d'une entité (une unité ou un matériel) à se mouvoir sur le terrain, à changer de place ou de fonction grâce à ses moyens techniques. Également, il s'agit de sa capacité à changer rapidement d'aspect (de dispositif) et donc à se disperser, puis se concentrer grâce à ses capacités tactiques. CRCO, *op. cit.*, annexe 2.

- **Mode d'action**: « Option qui permet d'accomplir une mission ou une tâche, et à partir de laquelle sera développé un plan détaillé. Le mode d'action est caractéristique du niveau opératif. » GIATO, *op. cit.*, p. 94.

- **Niveau décisionnel / Niveau d'autonomie**: Au cours du propos, le niveau décisionnel fait référence au niveau hiérarchique et de commandement au sein duquel se prend la décision : tactique, opératif et stratégique. Le niveau d'autonomie fait référence à l'autonomie ou la semi-autonomie du robot ou du drone.

- **Niveau opératif**:
La vision OTANIENNE : niveau auquel des opérations de grande envergure et des campagnes sont planifiées, conduites et soutenues en vue d'atteindre des objectifs stratégiques sur des théâtres ou des zones d'opérations. AAP39, *NATO Handbook of land operations terminology*, 2015.
Définitions françaises : « le niveau opératif est moins une responsabilité purement géographique que celui de la coordination, de la synthèse de l'action de la Force engagée dans ses différentes composantes [...] ». CICDE, DIA-01(A)_DEF (2014) *Doctrine d'emploi des Forces*, n°128/DEF/CICDE/NP, du 12 juin 2014, p. 21.
« Niveau supérieur du commandement militaire projeté sur un théâtre ou responsable d'une zone géographique, auquel des opérations sont

planifiées, conduites et soutenues par une ou plusieurs forces en vue d'atteindre les objectifs militaires fixés par le commandement stratégique et de contribuer ainsi à la réalisation de l'état final recherché.» GIATO, op. cit., p.98.

- **Norme d'engagement**: Les normes d'engagement peuvent s'entendre comme le cadre dans lequel évolue un certain type d'unité pour un certain type de mission. Il peut se définir par un front et une profondeur mais ne peut être déterminé par ces seules notions. Ainsi les normes peuvent être décomposées en trois catégories : le front et la profondeur, la vitesse, le rapport de force. Le front et la profondeur prennent en compte l'aspect spatial. La vitesse prend en compte l'aspect temporel, et le rapport de force reflète les forces engagées. Le front peut être entendu comme la largeur du dispositif d'une unité, lui permettant par exemple de manœuvrer, d'appliquer des feux ou d'observer. La profondeur peut être entendue comme la distance disponible pour l'échelonnement de cette unité pour la défensive ou la distance à parcourir dans le sens de la marche pour l'offensive en laissant la capacité de manœuvrer. Entendu comme le ratio entre les forces et équipements amis et adverses, le rapport de force – RAPFOR - est un élément essentiel à toute forme de réflexion tactique. En effet, il positionne à la fois l'esprit de la mission, la

capacité à atteindre les objectifs et l'enchaînement des actions.

La vitesse peut être assimilée à la vitesse de progression du front de l'unité tactique étudiée. Il s'agit avant tout d'estimer le rythme de progression de son unité et de définir son cadre espace-temps relativement précis. Il pourra alors établir les différentes phases de sa manœuvre et de rencontre avec l'ennemi. CRCO, *op. cit.*, annexe 2.

- **Opérateur / Superviseur**: *cf.* définition systèmes automatisés. Cependant, dans le cadre de la réflexion, l'opérateur est davantage l'humain dont la tâche est de contrôler le ou les drones qui lui sont attribués. Dans la perspective d'un partage du contrôle, le superviseur n'est pas l'opérateur direct, il peut être un chef qui peut donner ponctuellement des ordres ou des tâches aux robots.
- **« Puissance de feu »**: Peut s'entendre comme la capacité d'une entité (une unité ou un matériel) à pouvoir causer des dégâts chez l'ennemi (dans le meilleur des cas détruire) après l'avoir détecté, identifié et acquis. CRCO, *op. cit.*, annexe 2.
- **« Protection »**: Peut être entendue comme l'ensemble des actions entreprises permettant à la Force de mener ses missions dans un cadre favorable. Ces actions peuvent être de toute sorte : passive ou active,

collaborative ou individuelle et encore statique ou dynamique. Elle s'adresse tant aux troupes déployées au cours d'opération qu'aux bases de stationnement. CRCO, *op. cit.*, annexe 2.

- Le critère « **historique/RETEX** » présente la particularité d'intervenir pratiquement à chaque étape des raisonnements. Tous les graphiques, les schémas et les croquis s'appuient sur l'expérience, les modes d'actions et les principes fondamentaux éprouvés au fil des années. Le critère historique est celui de l'expérience. Il constitue cette part d'art tactique dans l'ensemble de ce raisonnement plutôt scientifique. Il vient en effet influencer l'ensemble des critères et sa perpétuelle évolution montre qu'il se nourrit de tous les autres mais pas de manière précise et ciblée. CRCO, *op. cit.*, annexe 2.

- **Robot**: Pour simplifier le propos, les robots seront les systèmes automatisés physiques semi-autonomes terrestres, des plateformes mobiles équipées de capteurs et d'effecteurs. Pour plus de précisions sur ce point se référer à la doctrine émise par le CICDE, *CEIA 3.0.2_IA & SYST-AUT (2018) n° 75/ARM/CICDE/NP, CICDE*, du 19 juillet 2018, et à Autonomie et létalité en robotique militaire, *Les cahiers de la Revue Défense Nationale*, Paris, RDN, 2018, 264 p.

- **Simulation (dans le sens de la déception):**

« La déception active, ou simulation, terme plus englobant que celui de diversion utilisé dans la définition doctrinale française. La simulation consiste à fournir à l'adversaire des preuves d'intentions et de capacités que l'on ne détient pas en réalité. Elle regroupe quatre modes d'action. [...] Le leurrage, [...] la diversion, [...] la démonstration, [...] la feinte. » HÉMEZ, *op. cit.*, p. 18-19.

- **Systèmes automatisés (SA):** Pour la présente réflexion ils sont entendus comme les robots et les drones supervisés et semi-autonomes de toutes catégories de masses et de volumes.

Plus doctrinalement, selon CEIA 3.0.2_IA & SYST-AUT (2018) n° 75/ARM/CICDE/NP, CICDE, du 19 juillet 2018, p. 33, les systèmes automatisés sont segmentés de la façon suivante :

« a. **le système supervisé** : système dont les tâches de base sont automatisées. Un opérateur humain supervise en permanence l'état du système et décide des tâches de haut niveau à exécuter ;

b. le système semi-autonome :

(1) le système exécute ses tâches sans intervention humaine au-delà de la programmation initiale,

(2) des liens de contrôle et de désactivation existent entre ce système et la chaîne de commandement militaire et permettent de modifier ou d'interrompre la mission,

(3) ce système ne modifie pas sa programmation ni sa mission sans intervention humaine.

Nota 1 : les systèmes de missiles, torpilles et autres munitions, à usage unique, sont des systèmes semi-autonomes même s'ils s'affranchissent des liens de communication après leur engagement (tir) ;

Nota 2 : les mines (terrestre, maritime, etc.) sont des systèmes semi-autonomes si, par conception, leur emploi est strictement borné dans l'espace et dans le temps et qu'elles disposent de moyens de contrôle et de désactivation.

c. le système pleinement autonome :

(1) un système pleinement autonome ne dispose pas de liens de subordination, c'est-à-dire de liens de contrôle et de désactivation, avec la chaîne de commandement,

(2) il peut faire de l'apprentissage autonome, se reprogrammer seul, et modifier sa mission. »

• **Systemes d'armes létaux autonomes**

(SALA) : La France définit les « systèmes d'armes létaux autonomes » comme « un système d'armes complet, dont le vecteur serait capable de se déplacer, de s'adapter à son environnement et de réaliser le ciblage et le tir d'un effecteur létaux sans intervention ni validation humaine ». DIRECTION GÉNÉRALE DES RELATIONS INTERNATIONALES ET DE LA STRATÉGIE (DGRIS), *Position du ministère de la*

défense sur les SALA, note N° 757 DEF/DGRIS/DSPC/NP, 3 avril 2015.

Le SALA Lourd possède une forte puissance de feu, avec une masse conséquente au-delà de la tonne. Le **SALA Léger** peut entrer dans une « catégorie » de masse de moins de 100kg. Il ne peut accueillir des systèmes d'armes trop lourds, comme des canons supérieurs au calibre de 20mm par exemple.

- **Task force / Task force robotique :**

Une *task force* ou « force opérationnelle » en français :

« 1. Groupement temporaire d'unités constitué sous l'autorité d'un même chef en vue d'exécuter une opération ou une mission déterminée.

2. Groupement semi-permanent d'unités constitué sous l'autorité d'un même chef en vue de poursuivre une mission déterminée.

3. Partie d'une flotte constituée par le commandant d'une flotte opérationnelle ou par une autorité plus élevée, en vue d'exécuter une ou plusieurs missions déterminées. » GIATO, *op. cit.*, p. 71.

Ainsi, une *task force* sera entendue comme une unité créée provisoirement à partir de moyens provenant d'entités différentes pour accomplir une mission spécifique. Une *task force* robotique sera donc composée de robots et drones de tous milieux avec leurs opérateurs dédiés. Leur commandement sera adapté à la situation.

- **Volume**: La notion de « volume » est relative à la masse ou encore la densité d'occupation d'un espace. Par exemple, un terrain plus enclavé imposera un dispositif plus resserré qu'un espace ouvert. En conséquence, le volume de troupe serait plus important. CRCO, *op. cit.*, annexe 2.

Table des matières

Résumé.....	1
Abstract.....	2
Introduction	3
I. Cadre général : les hypothèses nécessaires à la prospective	8
A) Où agir avec les systèmes automatisés : l'impératif d'une approche multimilieux pour un combat efficace	8
a) <i>Rechercher dans les caractéristiques des milieux les convergences et divergences</i> 10	
b) <i>Un effort sur l'action dans les champs matériels et les actions physiques</i>	<i>13</i>
c) <i>Mais une interaction avec les autres champs d'affrontement.....</i>	<i>14</i>
B) Proposition de catégorisation des systèmes automatisés pour fluidifier la réflexion.....	16
a) <i>Les effets, les actions, une première piste ?.....</i>	<i>17</i>
b) <i>Des paramètres et critères incontournables pour aider à catégoriser</i>	<i>19</i>
c) <i>Envisager des hybridités et des similitudes entre composantes d'armées.</i>	<i>21</i>

d) Quelques idées futuristes pour aller plus loin.....	23
e) Le choix final.....	24
C) Contre qui ? La dialectique avec un ou des adversaires.....	30
a) Les forces conventionnelles et leurs doctrines innovantes	31
b) Les drones et robots adverses, le SALA associé à d'autres menaces	32
c) Les principales vulnérabilités des SA exploitées par l'adversaire	34
D) Des limitations prévisibles mais incontournables	35
a) Les conséquences finales des limites éthiques et juridiques	36
b) Les limites techniques des SA	38
c) Les limites cognitives et psychologiques des opérateurs et des chefs.....	41
E) Les enjeux liés aux interactions avec les acteurs périphériques.....	44
a) Les enjeux de coordination verticales et horizontales	44
b) Les enjeux d'interopérabilité et de coopération : être connecté verticalement et horizontalement.....	47
c) Les enjeux des SA dans le temps.....	49

II. Conséquences sur l'emploi des robots et des drones au niveau opératif : quelles options possibles dans les différentes manœuvres ? ... 55

A) Une perturbation dans l'organisation générale ? 55

- a) *La place des opérateurs et superviseurs comme donnée essentielle 56*
- b) *La centralisation ou la décentralisation des SA..... 58*
- c) *Ayant des conséquences sur le C2 61*

B) L'emploi des SA dans l'offensive..... 66

- a) *La recherche de renseignement..... 67*
- b) *Prendre le contact..... 69*
- c) *Désorganiser l'adversaire..... 70*
- d) *Percer, exploiter et consolider..... 72*
- e) *Les SA dans la manœuvre logistique.. 74*

C) L'emploi des SA dans la défensive..... 76

- a) *S'installer et se préparer 76*
- b) *La recherche de renseignement..... 78*
- c) *Affaiblir l'ennemi..... 79*
- d) *Arrêter l'ennemi..... 81*
- e) *Les SA dans la manœuvre logistique.. 82*

D) Les robots et les drones dans le renouvellement des procédés anciens..... 82

- a) *Les SA dans la déception..... 83*

b) <i>L'exploration des « coups » et des comparaisons</i>	86
c) <i>La gestion des espaces lacunaires ou la maîtrise des espaces</i>	89
E) <i>Exploiter les nouveaux procédés ou modes d'actions avec les drones et les robots</i>	90
a) <i>Les essaims à grande échelle</i>	91
b) <i>Retour sur l'inspiration croisée par milieux</i>	93
c) <i>Le wargame comme source d'inspiration</i>	95
Conclusion	99
Bibliographie	101
Sources	107
Annexe 1: Exemple de catégorisation	111
Annexe 2: Glossaire	113