



ICP

FACULTÉ
DE SCIENCES SOCIALES
ET ÉCONOMIQUES

Faculté des sciences sociales et économiques

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION
DU MASTER 2 GÉOPOLITIQUE ET SÉCURITÉ INTERNATIONALE



LÉTALITÉ ET AUTONOMISATION :

ÉVOLUTIONS ET APPORTS POUR LES DRONES AÉRIENS MILITAIRES

Rédigé et soutenu par **Eva Burgat**
Sous la direction de **Jean-Jacques Patry**

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes m'ayant accompagné, me permettant aujourd'hui de rendre ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps exprimer ma gratitude envers mon directeur de mémoire, Monsieur Jean-Jacques Patry, docteur en droit public et en sciences politiques et maître de recherche à la Fondation pour la recherche stratégique, pour m'avoir montré autant d'intérêt et d'implication, donnant à ce projet une valeur particulière. Je souligne également le niveau d'expertise dont Monsieur Patry, m'a fait bénéficier, sans quoi ce travail n'aurait pas été aussi juste et ancré dans le réalisme.

Je souhaite également remercier le corps professoral et administratif du Master 2 « Géopolitique et sécurité internationale » de l'Institut Catholique de Paris, grâce à qui j'ai bénéficié d'un enseignement de qualité, m'ayant donné les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Merci à ma promotion, où chacun a su apporter un avantage intellectuel, consolidant un groupe hétérogène et favorisant l'envie d'apprendre et de réussir.

Enfin, merci à mes parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ABRÉVIATIONS	5
INTRODUCTION	6
PREMIÈRE PARTIE - Rupture technologique et évolution stratégique dans l'armement du drone sur le champ de bataille	11
1. Polymorphisme des atouts du drone aérien armé, contrat d'une rupture technologique	13
1.1 <u>Une occupation de la terre « par le ciel »</u>	13
1.1.1 <i>L'importance de l'articulation drone-armement</i>	13
1.1.2 <i>Une capacité d'endurance démultipliée</i>	15
1.1.3 <i>De la « masse » pour saturer l'adversaire</i>	17
1.2 <u>Augmentation de la fluidité d'action de la boucle OODA</u>	19
1.2.1 <i>L'homme reste toujours « dans la boucle »</i>	20
1.2.2 <i>La capacité de « réduire la boucle »</i>	23
1.2.3 <i>Conclusion : l'optimisation de l'efficacité et de la précision du traitement d'une cible</i>	24
2. Une rupture technologique conduisant à un changement stratégique	28
2.1 <u>Réduction des coûts politiques et sociaux</u>	29
2.1.1 <i>Capacité d'effectuer des mission dull, dirty and dangerous</i>	29
2.1.2 <i>Renforcer la notion du « zéro mort »</i>	30
2.1.3 <i>Augmenter le soutien de l'opinion publique</i>	31
2.2 <u>Une nouvelle manière de contraindre l'ennemi</u>	33
2.2.1 <i>Faire peser une menace constante pesant sur le moral de l'ennemi</i>	33
2.2.2 <i>Influencer le comportement des cibles à son avantage</i>	34
2.2.3 <i>Le drone armé permet donc d'entraver la liberté d'action de l'ennemi</i>	35

DEUXIÈME PARTIE - Evolutions et limites à l'expansion des systèmes de drones létaux à l'autonomisation croissante	40
3. Démocratisation et avenir de l'autonomisation des machines non habitées : les drones en essais	42
<u>3.1 Intérêts et apports des opérations en essais robotisés</u>	43
<i>3.1.1 Une automatisation développée et une capacité de s'auto-organiser</i>	43
<i>3.1.2 Résilience et avantages de l'essaimage de drone</i>	44
<u>3. 2 Etat des lieux du développement des systèmes de drones en essaim</u>	47
<i>3.2.1 Des programmes structurant pour le swarming drones</i>	47
<i>3.2.2 L'entrée en jeu de l'intelligence artificielle ?</i>	50
4. Quels défis à anticiper face au développement de la létalité et l'autonomisation des UAS?	53
<u>4.1 Comment la défense se structure t'elle face à ces systèmes létaux de plus en plus autonomes ?</u>	54
<i>4.1.1 Un détournement de l'utilisation des drones armés</i>	54
<i>4.1.2 Une mise en place de mesures « conter-drones »</i>	55
<u>4.2 Quelles contraintes prévisibles au vu de l'expansion de la létalité et de l'autonomisation des systèmes ?</u>	59
<i>4.2.1 Enjeux juridiques du drone armé et de son autonomisation</i>	59
<i>4.2.2 Des défis normatifs face aux conditions d'engagements de ces systèmes</i>	61
CONCLUSION GÉNÉRALE	66
BIBLIOGRAPHIE	69
ANNEXES	77

Liste des abréviations

AESA : Agence européenne de la sécurité aérienne
CODE : Collaborative Operations in Denied Opérations
FAA : Federal Aviation Administration
F2T2EA : Find, Fix, Track, Target, Engage, Assess
C2 : Command and control
C-UAS : Counter Unmanned Aircraft Systems
DARPA : Defense Advanced Research Projects Agency
HALE : High Altitude Long Endurance
IA : intelligence artificielle
IED : Improvised explosive device
ISIS : Islamic State of Iraq and Syria
LOCUST : Low-Cost UAV Swarming Technology
MALE : Medium Altitude Long Endurance
NASA : National Aeronautics and Space Administration
OACI : Organisation de l'aviation civile internationale
ONU : Organisation des Nations unies
OTAN : Organisation du traité de l'Atlantique nord
OODA : Observe, Orient, Decide and Act
UCAV : Unmanned Combat Air Vehicle
UAS : Unmanned Aircraft Systems
UAV : Unmanned Air Vehicle
RPAS : Remotely Piloted Aircraft Systems
SALA : Système d'armes létales autonome
SEAD : Suppression of Enemy Air Defences

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Janvier 2020, le général iranien Qassem Soleimani est assassiné par un missile *Hellfire* tiré depuis un drone *Reaper MQ-9* américain, rappelant au monde qu'il est possible d'éliminer un individu avec une telle arme. Au cours des deux dernières décennies, l'utilisation américaine de drones armés a considérablement augmenté notamment sous l'administration de Barack Obama. Et alors que cette utilisation accrue des drones aériens suscite des critiques croissantes, en partie en raison des victimes collatérales, les frappes d'*Unmanned Aircraft Systems* (UAS) se sont réellement imposées comme effet de levier asymétrique. On observe depuis une vingtaine d'années, que les systèmes sont engagés sur des théâtres d'opérations de plus en plus étendus, allant du Pakistan à l'Afghanistan au début du siècle, à la Libye, au Yémen ou encore au Mali aujourd'hui. Dès lors, si ces systèmes de drones aériens armés ne sont pas nouveaux, ils ont aujourd'hui atteint une certaine maturité technique permettant de compléter ou de remplacer certains des moyens existant dans des opérations. Du fait de son armement, le drone devient une arme létale et non plus uniquement un outil de reconnaissance. Mais il est également à prendre en compte que le drone dispose d'un niveau d'automatisation croissant, conduisant aujourd'hui au développement du *swarming drones* par exemple. Par conséquent, il semblerait que l'art de la guerre connaisse une évolution de taille avec l'implantation durable de la dronisation du champ de bataille et l'autonomisation croissante des systèmes.

Plusieurs questions ont émergé, et certains restent sur la réserve face à ces évolutions. On sait que l'entreprise russe Kalashnikov a déjà annoncé en 2017 qu'elle lançait une « *production de drones de combat autonomes dotés de capacités d'apprentissage par réseaux de neurones, capables de reconnaître les cibles et de prendre des décisions autonomes dont celle de l'engagement* »¹. De ce fait, si des systèmes de la sorte se développent, cela est à prendre avec précaution, et la notion d'autonomie est à étudier. Par ailleurs, il apparaît clair que l'augmentation de la décision autonome des drones s'annonce comme la tendance de demain. Il semble donc pertinent de se demander, en

¹ « Robots armés autonomes : l'art de la guerre en mutation », *The conversation*, 15 août 2017, Disponible sur: <https://theconversation.com/robots-armes-autonomes-lart-de-la-guerre-en-mutation-81460>, consulté le 10 juin 2020

quoi l'armement du drone change-t-il sa nature ? A quoi sert-il aux forces armées sur le champ de bataille ?

La létalité et l'autonomie des drones aériens ont été majoritairement traitées par la littérature américaine, notamment à travers des *strategic studies* effectuées par les thinktank comme le « Drone Databook » du *Center for the Study of the Drone*, ou bien encore « A world of proliferated drones : a technology primer » du *Center for a new america technology*. Des organisations internationales comme l'OTAN ou l'ONU ont également publié sur le sujet, avec par exemple l'étude « *Armed Unmanned Aerial Vehicles* ». En France aussi des travaux existent, et il s'agit là le plus souvent de réflexions doctrinales interarmées. Somme toute, si le sujet est relativement bien traité dans la littérature, il faut reconsidérer chaque hypothèse au vu de l'avancée des technologies. Un état des lieux de 2015 ne sera pas en adéquation avec la réalité d'aujourd'hui. Il est donc important de se baser sur les analyses précédentes, tout en prenant en compte les nouveaux choix stratégiques et opportunités techniques qui se sont offertes au domaine. C'est ce que nous allons démontrer ici, en répondant à la question :

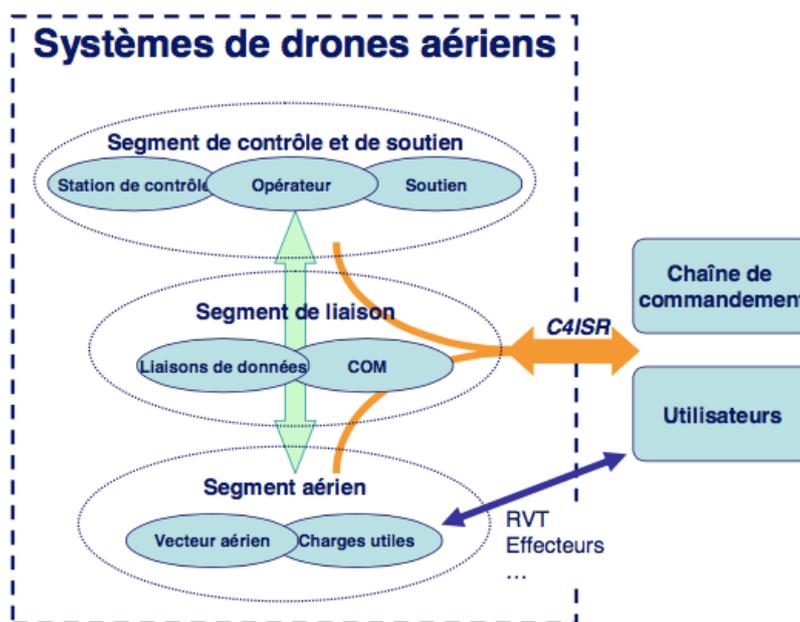
Compte tenu de son armement et de son automatisation croissante, dans quelle mesure le drone aérien militaire devient-il un véritable système opérationnel pour les forces armées contemporaines ?

Afin de donner suite à cette problématique, j'ai effectué un travail bibliographique relativement large. S'il est vrai que la littérature sur le sujet ne manque pas, elle est souvent très précise - il faut dès lors s'atteler à décortiquer plusieurs ouvrages, ou études pour avoir un esprit clair de l'ensemble du domaine. Premièrement j'ai donc étudié l'ensemble des travaux réalisés dans les centres de recherche français, telles que la *Fondation pour la Recherche Stratégique* ou encore *l'Institut de Relations Internationales et Stratégiques*. J'ai également assisté à des conférences en présentiel et ligne, à l'instar de celle de la FRS, « Drones armés : emplois actuels et futurs ». Mon approche du sujet s'est également largement forgée en analysant des documents de la littérature américaine, que ce soient des thèses, ou encore des travaux de recherches par des experts du sujet. Il y a aujourd'hui peu de livres traitant des drones armés et de l'autonomisation, étant donné que ce thème a tendance à s'ancrer dans une sphère de « prospective capacitaire » qui n'est pas facile à anticiper.

Afin de délimiter un cadre clair pour notre démonstration, il paraît indispensable d'établir quelques définitions des termes clefs du sujet permettant de quadriller notre zone d'étude.

Selon la Commission spécialisée de terminologie et de néologie du ministère de la Défense officialisée par le Journal officiel de la République française², un drone est un « *engin mobile terrestre, aérien ou naval, sans équipage embarqué, programmé ou télécommandé et réutilisable. Les drones militaires sont équipés de systèmes d'armes ou de recueils de renseignements* ».

Le drone aérien ne doit pas être considéré comme un « vecteur aérien » mais bien comme un système à part entière. Un « système de drones aérien » peut être défini comme « *un ensemble de modules notamment techniques permettant aux opérateurs de mettre en œuvre le vecteur aérien afin de remplir la mission confiée. L'homme occupe une place centrale dans ce système, même s'il se trouve physiquement déporté à distance du vecteur aérien, parfois jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres* »³. Chaque système possède la même architecture commune composée de trois segments, modélisés ci-dessous :



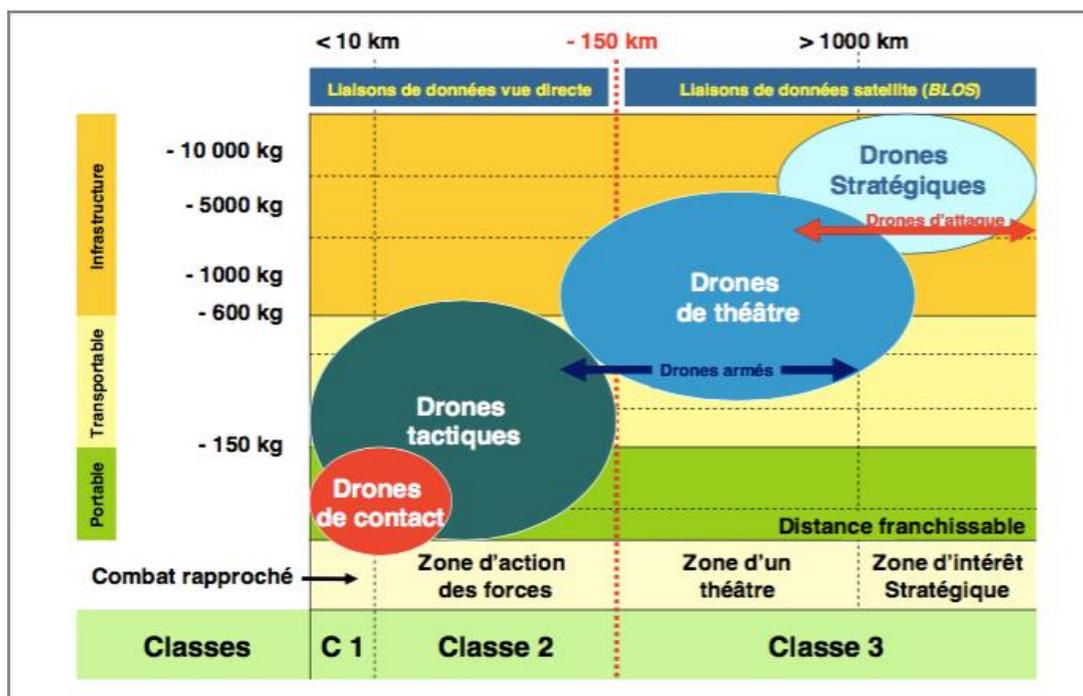
Source : Réflexion doctrinale interarmées RDIA-2012/010_ESDA N° 136, *Emploi des systèmes de drones aériens*, CICDE, 06 juin 2012

² JO de la République française n° 0141 du 19 juin 2011, page 1496, texte n° 46.

³ Réflexion doctrinale interarmées RDIA-2012/010_ESDA N° 136, *Emploi des systèmes de drones aériens*, CICDE, 06 juin 2012

Quand on parle d'UAV - *Unmanned Aerial Vehicle*, cela désigne le véhicule aérien sans pilote, le segment aérien (le vecteur ainsi que les charges utiles). L'UAS - *Unmanned Aircraft Systems*, désigne non seulement l'UAV, mais aussi le segment de contrôle et de soutien et le segment de liaison⁴. UCAV, *Unmanned Combat Air Vehicle*, traduit un UAS de combat, équipé de matériel d'observation et/ou d'armements divers.

La complexité pour comprendre ce que le terme « drone » entend, réside dans le fait que le vecteur aérien puisse prendre des formes variables. En effet, le vecteur peut s'étendre du drone HALE (*High Altitude Long Endurance*) aux nanos drones qui ne pèsent que quelques grammes. Aujourd'hui, il n'existe pas de classification universelle des drones aériens. Néanmoins, d'après une mise en adéquation de la catégorisation communément admise en France et de la proposition de classification issue du *Strategic Concept of Employment for UAS in NATO* du *Joint Air Power Competence Centre (JAPCC)* de l'OTAN, les drones peuvent être classifiés comme ceci :



Source : Réflexion doctrinale interarmées RDIA-2012/010_ESDA N° 136, *Emploi des systèmes de drones aériens*, CICDE, 06 juin 2012

⁴ A noter que la désignation officielle interarmée est RPAS - *Remotely Piloted Aircraft System*

Maintenant que le sujet est délimité, comment allons-nous y répondre ? Le plan se divise en deux parties distinctes.

Dans un premier temps, il s'agit de comprendre en quoi l'armement du drone sur le champ de bataille symbolise une rupture technologique et un changement stratégique. Cela étant donné par sa capacité double d'occuper la terre « par le ciel » et d'augmenter la fluidité d'action de la boucle OODA. Nous allons également démontrer, en quoi ce système de drone armé peut permettre une réduction des coûts politiques et sociaux, tout en représentant une nouvelle manière de contraindre l'ennemi. Nous allons également démontrer, en quoi ce système de drone armé peut permettre une réduction des coûts politiques et sociaux, tout en représentant une nouvelle manière de contraindre l'ennemi.

Dans un second temps, il s'agira d'étudier les évolutions et les limites à l'expansion des systèmes de drones létaux à l'autonomisation croissante. Tout d'abord, nous ferons un état des lieux de la démocratisation et de l'avenir de l'autonomisation des UAS avec l'étude des drones en essaims : quels sont leurs intérêts et leurs apports, et qui développe ce genre de formations ? Pour finir, nous nous questionnerons sur les potentiels défis à anticiper face au développement de la létalité et l'autonomisation des drones, en posant un double postulat : il est essentiel de mettre en place des mesures « conter-drones », et d'anticiper des contraintes politiques et normatives à l'expansion des systèmes.

PREMIÈRE PARTIE

RUPTURE TECHNOLOGIQUE ET ÉVOLUTION STRATÉGIQUE DANS L'ARMEMENT DU DRONE SUR LE CHAMP DU BATAILLE

Introduction

Le drone, de par sa capacité d'emport d'arme et de feu, voit sa nature changer. Les drones armés sont devenus de réels systèmes opérationnels ayant acquis une certaine maturité technique, permettant de remplacer certains systèmes actuels, afin de substituer l'homme ou d'effectuer des tâches qu'il n'avait pas la capacité de réaliser. Les missions pour lesquelles sont déployés ces drones passent par le commandement, le renseignement, l'opération et le soutien dans le cadre de conflits conventionnels, mais également des campagnes de contre insurrections.

Selon la réflexion doctrinale interarmées sur l'emploi des systèmes de drones aériens⁵, ceux-ci agissent comme réelle valeur ajoutée des forces interarmées, et sont en capacité :

- a. De mieux remplir certaines missions déjà assurées par d'autres moyens existants, soit en complémentarité, soit en remplacement ;*
- b. D'effectuer des missions irréalisables avec un équipage à bord ou pour lequel le niveau de risque est jugé inacceptable ;*
- c. D'améliorer la sécurité, le confort et la charge de travail et donc la performance de l'opérateur (diminution du stress, des risques, etc.) »⁶*

Nous allons donc démontrer en deux temps, en quoi le drone armé représente une plus-value opérationnelle. Dans un premier temps il s'agit d'illustrer en quoi le drone armé est une réelle rupture technologique dans le domaine militaire. Cela en analysant tout d'abord en quoi il permet une occupation de la terre « par le ciel », mais également sa capacité à « fluidifier » la boule OODA. Dans un second temps, nous nous demanderons en quoi cette rupture technologique conduit à un changement stratégique. Evolution stratégique au niveau de la réduction des coûts politiques et sociaux, et de la mise en place d'une nouvelle manière de contraindre l'ennemi.

⁵ Réflexion doctrinale interarmées RDIA-2012/010_ESDA(2012) N° 136 DEF/CICDE/NP, « Emploi des systèmes de drones aériens » Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations, 06 juin 2012

⁶ *ibid*

1. Polymorphisme des atouts du drone aérien armé, contrat d'une rupture technologique

La rupture technologique peut être définie comme « *une nouvelle technologie qui apporte des performances supérieures en comparaison des technologies existantes. Elle les supprime et les remplace. Mais elle ne crée pas un nouveau marché. En effet, la nouvelle technologie est en général mise au point pour améliorer les performances d'un produit ou d'un service dans un marché déjà existant et mature. C'est pourquoi elle amène une innovation incrémentale et non une innovation de rupture* »⁷.

Appliquée au domaine des armées, elle peut également être définie comme « *capacités de « percée », donnant à des organisations étatiques ou non, les moyens de réduire la supériorité de l'appareil militaire interarmées et numérisé dans les mondes physique et immatériel.* »⁸⁻⁹. L'objectif de cette rupture technologique est de conserver une efficacité opérationnelle supérieure par rapport à un ennemi.

1.1 Une occupation de la terre « par le ciel »

1.1.1 L'importance de l'articulation drone-armement

Si les drones sont largement reconnus pour leurs missions ISR, c'est l'armement de ces derniers qui marque une réelle rupture technologique aujourd'hui et particulièrement « l'articulation » entre drone et l'armement. Ce que l'on appelle « *l'emport de charge d'arme utile* » décrit la capacité des drones à transporter des armements. Il est par ailleurs stipulé dans le rapport d'information « *Drones d'observation et drones armés : un enjeu de souveraineté* » effectué au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et

⁷ Benoît SARAZZIN, « Innovation de rupture et rupture technologique », *Le blog de l'innovation de rupture*, 3 août 2011, disponible sur : <http://benoitsarazin.com/francais/2011/08/innovation-de-rupture-et-rupture-technologique.html> [site consulté le 03 avril 2020]

⁸ Jean-Jacques Patry, Bruno Lassalle, « L'armée de Terre : Une organisation humaine face à l'innovation » *Observatoire de l'armée de Terre 2035*, 23 octobre 2017. Disponible sur : <https://www.frstrategie.org/sites/default/files/documents/programmes/observatoire-armee-de-terre-2035/publications/2017/2017001.pdf>

⁹ L'innovation technologique de rupture n'est pas à confondre avec l'innovation de rupture - Définition en **annexe 1**

des forces armées que « *La charge utile est au cœur de l'efficacité militaire des drones, ce sont les capteurs ou armements embarqués qui donnent un sens à l'achat et à l'emploi de l'appareil* »¹⁰.

Ce qu'il faut noter, c'est que l'emport est modulable : les drones adaptés peuvent transporter divers équipements, les faisant évoluer en fonction des besoins opérationnels. Les Armées se retrouvent en capacité d'adapter les armements à leurs missions, corrélé à une capacité ISR relativement performante. A titre d'exemple, il est prévu que d'ici la fin de l'année, le drone *Reaper* de l'armée française pourra être armé de *GBU12* (guidage laser), de *GBU49* (guidage GPS et laser) et/ou du missile *Hellfire*, permettant à l'opérateur de faire un choix d'armement relativement aux effets recherchés sur la cible¹¹. Dans la littérature anglo-saxonne est utilisée la notion de *drone assemblage*¹² faisant comprendre que le drone doit être pensé « *comme un objet non pas unique et homogène, mais constitué d'éléments hétérogènes et multiformes* »¹³.

Ce qui caractérise le drone aujourd'hui, c'est également sa flexibilité d'emploi, étant en capacité de s'adapter à plusieurs types de missions dans plusieurs environnements, passant de la campagne conventionnelle, à la campagne de contre insurrection. En effet, la présence de capteurs à bord favorise l'intégration des systèmes de drones aériens à une manœuvre multicapteurs¹⁴.

L'emport d'arme évolue et augmente également. Par exemple, comparativement au *Predator A* pouvant emporter 250 kilogrammes d'armement son successeur le *Reaper*

¹⁰ *Drones d'observation et drones armés : un enjeu de souveraineté*, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 23 mai 2017

¹¹ Fiche Technique, *Les drones en service dans l'Armée de l'Air*, Armée de l'Air, Disponible sur : http://www.air-actualites.com/TirReaper/dossier/ft_drones.pdf [site consulté le 14 mars 2020]

¹² Traduisible par assemblage dronique

¹³ Anne-Katrin Weber, « Le dispositif du drone », *A contrario*, 2019/2 (n° 29), p. 3-24. DOI : 10.3917/aco.192.0003. Disponible sur <https://www.cairn.info/revue-a-contrario-2019-2-page-3.htm> [site consulté le 24 mars 2020]

¹⁴ *Emploi des systèmes de drones aériens Réflexion doctrinale interarmées RDIA-2012/010_ESDA(2012) N 136 DEF/CICDE/NP*, Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations, 06 juin 2012

MQ-9, peut emporter jusqu'à 1,7 tonne de charge¹⁵. Enfin, c'est les processus de tir qui deviennent plus fiables et plus précis. Aujourd'hui les armes ont une précision de tir se rapprochant du mètre, alors qu'un bombardier durant la deuxième partie du XX^{ème} siècle n'avait qu'une chance sur deux de voir une bombe larguée tomber à moins d'un kilomètre de la cible visée¹⁶. Les capacités et le nombre de drones importent moins dans ce cas que les performances de la munition.

1.1.2 Une capacité d'endurance démultipliée

L'endurance du drone armé permet de le différencier des avions pilotés, et marque une réelle rupture technologique augmentant l'aptitude à la persistance. Selon l'Armée de l'Air, le drone *Male MQ-9 Reaper* bénéficierait d'une endurance de l'ordre de 24 heures¹⁷, à noter que cela dépend de la charge de l'emport d'arme. Il paraît intéressant de comparer cette donnée à celle d'un avion *Rafale* par exemple. Il se trouve que l'autonomie de l'avion de combat est d'environ 3 heures lorsqu'il est armé de six missiles air-air *Mica* ainsi que de réservoirs supplémentaires¹⁸.

Dès lors, comment expliquer que l'endurance d'un drone armé soit multipliée par huit en comparaison avec un avion de chasse ? Cela est dû à plusieurs facteurs. Premièrement, étant donné qu'il n'y a ni pilote, ni équipements connexes, le réservoir à carburant est plus grand et peut donc permettre à l'appareil de voler plus longtemps. Ce dernier est également beaucoup plus léger (compter environ 4 tonnes pour un *MQ-9 Reaper*¹⁹ contre

¹⁵ Jean-Christophe Noël, « Occuper sans envahir : drones aériens et stratégie », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 105-117. DOI : 10.3917/pe.133.0105. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-105.htm> [site consulté le 02 avril 2020]

¹⁶ Jean-Christophe Noël, « Occuper sans envahir : drones aériens et stratégie », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 105-117. DOI : 10.3917/pe.133.0105. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-105.htm> [site consulté le 02 avril 2020]

¹⁷ Fiche Technique, *Les drones en service dans l'Armée de l'Air*, Armée de l'Air, Disponible sur : http://www.air-actualites.com/TirReaper/dossier/ft_drones.pdf [site consulté le 14 mars 2020]

¹⁸ *Ce qui fait du Rafale un avion de chasse hors-norme*, *Capital*, 23/09/2016. <https://www.capital.fr/entreprises-marches/ce-qui-fait-du-rafale-un-avion-de-chasse-hors-norme-1167995> [site consulté le 10 mars 2020]

¹⁹ Fiche Technique, *Les drones en service dans l'Armée de l'Air*, Armée de l'Air, Disponible sur : http://www.air-actualites.com/TirReaper/dossier/ft_drones.pdf [consulté le 14 mars 2020]

10 tonnes à 24 tonnes pour *Rafale*²⁰). Enfin, le facteur « humain » n'est pas à considérer, étant donné que le pilote n'a pas besoin d'être à bord, ce dernier n'est pas sujet aux troubles de l'attention et les relèves ne sont pas à effectuer à bord de l'appareil. Cela permet donc d'effectuer des missions de plus longue durée, indispensable lorsqu'il s'agit de repérer une cible mobile telle que dans les opérations de lutte antiterroriste. A ajouter que l'heure de vol est bien moins onéreuse, permettant aux armées de faire voler plus longtemps en mobilisant moins de moyens : une heure de vol d'un drone *MQ-9 Reaper* coûterait deux fois moins que celle d'un *Mirage*²¹.

Mais dès lors, en quoi cette endurance démultipliée marque-t-elle une rupture technologique ? L'endurance du drone armé comparée à un avion de chasse permet d'acquérir de la profondeur sur un théâtre d'opération. En effet, les cibles sont rarement atteignables et visibles directement, une plus grande endurance permet donc de saisir le dévoilement des cibles dissimulées au bon moment. L'environnement d'attaque et le comportement des cibles peut être observé sur un temps long, permettant au pilote du drone armé de tirer lorsque la meilleure occasion se présentera. En d'autres termes, cette endurance permet d'acquérir une « *connaissance situationnelle (situation awareness) du champ de bataille en temps réel* »²², et donc d'augmenter les chances de réussite d'une attaque. Yves Vandewalle et Jean-Claude Viollet qualifient cette endurance par la notion de *permanence* dans le rapport d'information par la commission de la défense nationale et des forces armées sur le drone : « *Leur atout principal est surtout l'endurance (...) Cette notion de permanence est essentielle, elle apporte un changement profond dans la conduite des opérations* »²³. En ce sens les drones armés sont une véritable « plus-value tactico-

²⁰ Site de Dassault. URL : <https://www.dassault-aviation.com/fr/defense/rafale/caracteristiques-et-performances/>. [consulté le 17 mars 2020]

²¹ Anaïs Brosseau, « L'endurance des drones, un atout pour l'armée française », *la Croix*, 25/07/2014. Disponible sur : <https://www.la-croix.com/Actualite/Monde/L-endurance-des-drones-un-atout-pour-l-armee-francaise-2014-07-25-1184048>. [Consulté le 22 mars 2020]

²² Grégory Bouterin, Christophe Pajon, « L'ère du temps. Puissance aérienne et quatrième dimension : éléments d'une chronostratégie », *Stratégique*, 2013/1 (N° 102), p. 369-394. DOI : 10.3917/strat.102.0369. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-strategique-2013-1-page-369.htm> [consulté le 22 mars 2020]

²³ *Rapport d'information sur les drones*, Commission nationale de défense des forces armées, 1er décembre 2009. Disponible sur : <http://www.assemblee-nationale.fr/13/rap-info/i2127.asp> [consulté le 24 mars 2020]

opérative »²⁴ permettant de dompter le temps long tout en optimisant le temps court avec une précision affinée.

A noter néanmoins que cette endurance ne diminue pas l'exposition à la menace, au contraire. En effet, l'endurance n'affecte pas la capacité de survie lorsque, toutes choses égales par ailleurs, l'exposition à la menace est constante. La hausse de l'endurance affecte négativement la capacité de survie : plus le taux d'endurance est élevé, plus l'appareil a de chance d'être détruit. Une mission de 2 heures avec un taux de survie de 0,90 aurait un taux de survie de $0,9 \times 0,9 = 0,81$ pour une mission de 4 heures.²⁵

1.1.3 De la « masse » pour saturer l'adversaire

La masse est considérée comme « le nombre de plateformes nécessaires pour obtenir un effet »²⁶.

Cette dernière diminue à mesure que la précision et l'efficacité des armements augmentent. Cette masse permet de saturer plus facilement le système de commandement et de contrôle (C2) de l'espace aérien adverse. A titre d'exemple, en 2012, lors de l'opération « Pilier de défense » on estime que les forces armées israéliennes auraient déployé jusqu'à 25 drones simultanément (notamment les *Hermes 450*, en liaison avec les hélicoptères *Apache*) afin de « casser » les infrastructures permettant au Hamas de tirer des roquettes et des missiles²⁷.

²⁴ Grégory Bouterin, « L'utilisation des drones dans les conflits armés : quel impact, quelle efficacité ? » Centre d'Études Pluridisciplinaires en Sécurité et société (CEPES), 28 octobre 2010. Disponible sur http://www.ieim.uqam.ca/spip.php?page=article-turmel&id_article=5956. [Consulté le 24 mars 2020]

²⁵ Kevin L. McMindes, 2005. *Unmanned aerial vehicle survivability the impacts of speed, detectability, altitude, and enemy capabilities*. Thèse. Monterey California, Naval Postgraduate School. Disponible sur : <https://core.ac.uk/download/pdf/36695681.pdf>

²⁶ Jean-Christophe Noël, « Occuper sans envahir : drones aériens et stratégie », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 105-117. DOI : 10.3917/pe.133.0105. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-105.htm>. [Consulté le 14 mars 2020]

²⁷ Compte rendu de conférence de la Fondation pour la Recherche Stratégique, « Drones armés - Un regard de la Fondation pour la recherche stratégique », lundi 30 juin 2014, Paris. Paris : Édité et diffusé par la Fondation pour la Recherche Stratégique, 72 pages. Page 21

Il faut noter que la masse permet d'établir et de maximiser les trois modalités d'action classique sur la force ennemie : le choc, le feu et la manœuvre. En effet, le choc est créé par une masse afin de rompre physiquement la cohésion de la force adverse/tactique par essence. La masse permet également la manœuvre, un mouvement permettant de placer une force dans une position avantageuse sur l'ennemi (dans le temps et dans l'espace)²⁸. Enfin la masse augmente la capacité de feu, cela afin d'user l'adversaire à distance. Ces trois modalités d'action permises et démultipliées par la masse, permettent de créer un dilemme chez l'adversaire pour le désorienter.²⁹

Mais ce qu'il faut saisir, c'est que ce n'est pas tellement le drone en lui-même qui crée la masse, mais son armement. Aujourd'hui se développe de plus en plus la dronisation des munitions via les salves manoeuvrantes. Ce sont des munitions de précision qui ont été directement « dronisées », bénéficiant de la même endurance qu'un drone. Ce véhicule aérien sans pilote de combat n'emporte pas de charge offensive étant donné que le drone est lui-même la munition principale. Le drone rôde au-dessus du champ de bataille dans le cadre de guerres urbaines, de conflits de haute et de basse intensité ou encore de missions de lutte contre le terrorisme³⁰ et attaque les cibles en s'autodétruisant. A noter que les engagements du système de munitions peuvent être interrompus. A titre d'exemple, le *IAI Harop* (ou *Harpy 2*) est une salve manoeuvrante, développée en partie pour la suppression de défense aérienne ennemie (*Suppression of Enemy Air Defences - SEAD*). La *Harpy* d'Israel Aerospace Industries (IAI) est une munition combinant drone et le missile anti-radar. Dès lors, on refait aujourd'hui de la masse avec les drones armés, coûtant moins cher et nécessitant moins de personnels que des avions de chasses.

Le drone armé est en capacité réelle d'occuper la terre « par le ciel », de par son armement, sa capacité d'endurance démultipliée et la masse mobilisée. Ils assurent une permanence de reconnaissance et de feu, essentielle à l'appréhension de cibles fugaces. Mais dès lors, qu'en est-il du processus de décision d'engagement des cibles ?

²⁸ *La Guerre au XXIe siècle*, Laurent Murawiec, 2000, Editions Odile Jacob, 304 pages

²⁹ *ibid*

³⁰ Site de Air Force Technology. URL : <https://www.airforce-technology.com/projects/haroploiteringmunitions/>. [Consulté le 25 mars 2020]

1.2 Augmentation de la fluidité d'action de la boucle OODA

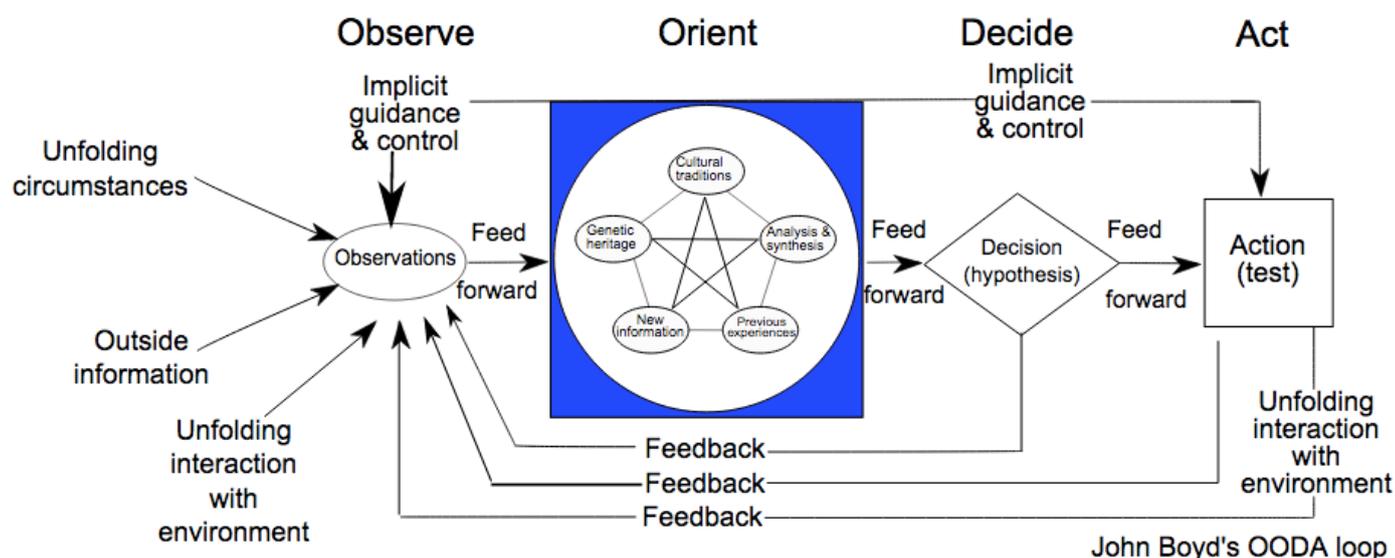
La boucle OODA est un système d'analyse séquentiel de conflit. C'est un cycle décisionnel de base, comprenant quatre phases : *observation, orientation, décision, action*. Les facteurs reliés à ces prises de décisions sont : la capacité de renseignement et de développement de la connaissance, les directives du niveau supérieur, les contraintes de temps et d'espace, les ressources disponibles, les considérations politiques, économiques, sociales, juridiques, la doctrine et le leadership³¹.

La boucle OODA fût théorisée par le colonel et stratège militaire John Richard Boyd (1927-1997), pilote de chasse de l'United States Air Force ainsi que chercheur et consultant au Pentagone. Engagé dans la Guerre de Corée et la Guerre au Viêt Nam, il développe le concept de la boucle OODA appliqué au processus des opérations de combat, notamment au niveau opérationnel lors des campagnes militaires. Ce concept était à l'origine une théorie de la réussite du combat air-air, développé à partir de sa théorie de la maniabilité énergétique et de ses observations sur le combat aérien entre les MiG-15 et les F-86 Sabres en Corée. Ses théories ont eu une grande influence sur le développement de l'aviation militaire et la stratégie militaire de la fin du XXe siècle aux États-Unis, inspirant de nombreux programmes tel que le Lightweight Fighter (LWF)³².

³¹ Ana Christina Fachinelli, Christian Marcon, Nicolas Moinet, 2001. Compte rendu, *Agilité ou paralysie stratégique : considérations réticulaires sur la boucle OODA*. Vième Colloque Franco-Brésilien, 07-09 janvier 2001, Université de Poitiers. Disponible sur <http://blogs.univ-poitiers.fr/c-marcon/files/2013/03/Consid%C3%A9rations-r%C3%A9ticulaires-sur-la-boucle-OODA-Marcon-Moinet-Facchinelli.pdf>. [consulté le 25 mars 2020]

³² Ronald Spector, « 40-Second Man », *The New York Times*, 9 mars 2003. Disponible sur : <https://www.nytimes.com/2003/03/09/books/40-second-man.html> [consulté le 12 mai 2020]

Schéma de la boucle OODA théorisée par John Boyd



1.2.1 L'homme reste toujours « dans la boucle »

Afin de caractériser correctement le drone armé et la « boucle » décisionnelle dans laquelle il se situe, il est important de définir les systèmes « autonomes ».

Si le Royaume-Uni qualifie d'autonome l'aérodyne « *capable de comprendre des intentions et des consignes à un niveau élevé* »³³, il n'existe pas aujourd'hui de définition agréée-juridique du terme « drone autonome »³⁴. Néanmoins, relativement au concept exploratoire interarmées sur l'Emploi de l'intelligence artificielle et des systèmes automatisés du CICDE³⁵, l'autonomie peut être définie comme « *Capacité d'un système ou d'une fonction à agir sous la supervision d'une programmation, selon ses tâches, ses règles,*

³³ *The UK Approach to Unmanned Aircraft Systems*, Ministère britannique de la Défense, 2011

³⁴ Col G. Lage Dyndal, LtCol T. Arne Berntsen, Pr S. Redse-Johansen, « Drones militaires autonomes : ce n'est plus de la science-fiction », *NATO review*, 28 juillet 2017. Disponible sur : <https://www.nato.int/docu/review/fr/articles/2017/07/28/drones-militaires-autonomes-ce-n-est-plus-de-la-science-fiction/index.html>. Consulté le 03 mai 2020

³⁵ CICDE, Concept exploratoire interarmées CEIA-3.0.2_I.A.&SYST-AUT(2018), N° 75/ARM/CICDE/NP, 19 juillet 2018, p. 8 et 10. Disponible sur Intradef (<http://portail-cicde.intradef.gouv.fr>).

ses états internes et ses connaissances, sans intervention extérieure ». Un système autonome est quant à lui « *un système exécutant ses tâches sans intervention humaine au-delà de la programmation initiale* »³⁶.

Selon le cahier « Autonomie et létalité en robotique militaire » de la Revue de Défense Nationale³⁷ :

« *Un système automatisé est soit :*

- a) supervisé, c'est-à-dire que ses tâches de base (navigation du système, observation, tenue de situation et pointage des armements) sont automatisées,*
- b) semi-autonome, c'est-à-dire qu'il exécute ses tâches sans intervention humaine au-delà de la programmation initiale,*
- c) pleinement autonome, c'est-à-dire qu'il n'a pas de liens de subordination (contrôle et désactivation) avec la chaîne de commandement. »*

Au vu de la nécessité qu'un homme préprogramme les systèmes, et décide d'engager une attaque les drones armés ne peuvent donc pas être catégorisés comme pleinement autonomes, mais plutôt semi-autonomes ou automatisés³⁸. La grille de lecture d'autonomie ALFUS, où l'autonomie d'un système s'échelonne selon trois facteurs : la complexité de la mission, les difficultés environnementales et le niveau d'interaction homme/robot nécessaire, permet également de comprendre le statut occupé par le drone armé³⁹.

Ce système ne doit donc pas être confondu avec les SALA, *les systèmes d'arme létaux autonomes*. Les SALA sont encore au stade de la recherche, mais la réelle barrière à leur création ne sera pas la technologie mais plutôt le cadre politique, juridique et éthique. En effet, l'aspect psychologique de l'utilisation de la force létale est complètement supprimé étant donné que ce sont des armes létales capables d'opérer sans être sous le contrôle direct d'un opérateur humain. Néanmoins, certains Etats amorcent déjà l'idée de créer des drones de combat en partie dotés « d'algorithmes non déterministes » comme le drone

³⁶ CICDE, Concept exploratoire interarmées CEIA-3.0.2_I.A.&SYST-AUT (2018), N° 75/ARM/CICDE/NP, 19 juillet 2018, p. 8 et 10. Disponible sur Intradef (<http://portail-cicde.intradef.gouv.fr>).

³⁷ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p21

³⁸ *ibid*, page 33

³⁹ Cette grille est disponible en **annexe 2**

russe *Okhotnik*⁴⁰, et les drones volant en essaims pourraient rapidement se voir attribuer ce statut (cf. partie 3.2.2 L'entrée en jeu de l'intelligence artificielle ?).

Pour plus de précision, le rapport « *Autonomie et létalité en robotique militaire* » de la Revue de Défense Nationale⁴¹ établit une distinction claire : « *En préalable, rappelons la distinction cruciale pour le débat, entre deux types de « machines » et écartons la version la plus emblématique et inquiétante, à savoir le robot de type « Système d'arme létale autonome » (Sala). Il existe en effet :*

- *D'un côté des drones (aériens, terrestres, marins ou sous-marins, équipés d'effecteurs) intégrant la présence humaine « permanente » dans la boucle décisionnelle et garantissant ainsi le lien de commandement ; les Américains parlent de « Human in the Loop ». Le lien de commandement est ainsi maintenu, l'opérateur gardant la responsabilité aussi opérationnelle que juridique. C'est cette catégorie qui nous paraît être la plus accessible autant d'un point de vue technologique que d'un point de vue éthique.*
- *Et, d'un autre côté, les fameux robots de type Sala pouvant contrôler, détecter, sélectionner et attaquer des cibles sans contrôle humain »⁴².*

Le deuxième point à souligner, c'est que les drones armés sont en réalité une sous-classe des robots militaires. En effet, « *par « robotisation », on entend la tendance actuelle à confier à des robots des tâches habituellement accomplies par des humains. Un robot est une machine programmable dotée de capteurs, capable de réagir à son environnement et de réaliser certaines tâches, ce qui implique un degré d'autonomie (...) Le robot militaire inclut à la fois les drones, qui sont télépilotes mais disposent tout de même d'une certaine autonomie, en particulier pour leur navigation, et les robots plus autonomes »⁴³. Cette distinction s'avère primordiale car elle implique des conséquences juridiques et éthiques indispensables à l'emploi des drones armés, il n'est pas « déshumanisé » contrairement à*

⁴⁰ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p97

⁴¹ *Ibid*

⁴² *ibid*, p84

⁴³ Jean-Baptiste : Jeangène Vilmer, « Introduction : robotisation et transformations de la guerre », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 80-89. DOI : 10.3917/pe.133.0080. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-80.htm>. [Consulté le 10 mars 2020]

certaines opinions publiques. Les choix de la cible et des tirs restent jugés et déclenchés par l'Homme, la machine ne décide pas seule.

Il faut d'ailleurs noter que le capital humain nécessaire au fonctionnement de ces machines est conséquent. Il se compose au minimum:

- D'un coordinateur tactique - assure l'interface avec l'extérieur du cockpit, en relation avec le commandement, les troupes au sol ou les équipages ;
- D'un opérateur image ;
- D'un pilote à distance - assure la conduite du vecteur ;
- D'un opérateur capteur - notamment responsable du guidage laser des munitions⁴⁴.

L'homme reste donc dans la boucle dite OODA, et la limite à considérer reste celle du degré de liberté octroyé aux machines selon les tâches en question, mais également l'autonomie dans la décision de tir. Ce qui marque en réalité considérablement la rupture technologique, c'est la fluidification de cette même boucle OODA.

1.2.2 La capacité de « réduire la boucle »

On sait que le processus décisionnel OODA permet de pérenniser son opération alors que les mutations sont rapides sur le terrain, il codifie la manière de procéder dans l'environnement stratégique. Le drone armé permet dès lors de « réduire » la boucle OODA, fluidifiant l'action entre les étapes. La boucle débute par l'observation - directement opérée par le drone afin de comprendre l'environnement dans lequel l'opération s'effectue. Deuxièmement, il s'agit d'« orienter », définissant comment nous devons interagir avec l'environnement, via plusieurs hypothèses sur l'action à entreprendre. La troisième étape « décider », sous-entend choisir l'hypothèse la plus propice à régler la situation donnée. De là, il faut « agir » et donc tester l'hypothèse choisie précédemment. On revient dès lors à « l'observation » du résultat de l'action. La boucle est bouclée.

⁴⁴ Fiche Technique, *Les drones en service dans l'Armée de l'Air*, Armée de l'Air, Disponible sur : http://www.air-actualites.com/TirReaper/dossier/ft_drones.pdf [site consulté le 14 mars 2020]

Assemblant en un seul système le renseignement et l'arme, le drone armé permet d'entraîner une action rapide unissant en une seule séquence temporelle l'acquisition de l'information et la décision de frappe ; le temps nécessaire entre l'observation de l'information et le lancement de l'opération avec un avion de combat est supprimé. En effet, le drone armé permet de traiter immédiatement la menace alors que le recours à un chasseur nécessite souvent un délai de plusieurs heures après renseignement du drone ; délai qui est primordiale car la cible peut disparaître durant le temps imparti pour affréter un avion de chasse. L'appareil est interconnecté aux autres unités avec lesquelles il fusionne ses données, permettant donc d'augmenter la fluidité d'action et la vitesse d'exécution de la boucle OODA. Mais au-delà de la fluidification du processus OODA, le drone armé permet également une « fiabilisation » la boucle décisionnelle. En effet, en réduisant l'interaction et le déplacement de l'information à un seul système, cette dernière est moins manipulée et plus instantanée.

Dès lors, cette « compression » du temps dans la boucle OODA, indispensable à la réussite d'une opération militaire constitue une réelle rupture technologique, notamment quand il s'agit d'un théâtre d'opération de taille, telle que la couverture de la zone sahélienne dans l'opération *Barkhane*. Les drones armés constituent donc un « démultiplicateur d'efficacité opérationnelle »⁴⁵. C'est ce cadre de « surveillance armée » qui donne la possibilité d'identifier, de cibler et de détruire à l'aide d'un seul engin : gain de temps mais gain de coût également.

1.2.3 Conclusion : l'optimisation de l'efficacité et de la précision du traitement d'une cible

La réduction de la boucle OODA permet donc de réduire le temps entre repérage d'un objectif et sa neutralisation. Dans ce cadre d'action, nous pourrions également parler d'un raccourcissement du modèle de chaîne de destruction militaire F2T2EA « *Find, fix, track, target, engage, assess* ».

⁴⁵ *Drones d'observation et drones armés : un enjeu de souveraineté*, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 23 mai 2017

En effet, le système du drone armé permet d'assurer à lui seule la structure nécessaire à une attaque :

- Trouver (*Find*) : c'est à dire identifier une cible - grâce au dispositif ISR et aux équipes au sol ;
- Corriger (*Fix*) : fixer l'emplacement de la cible - grâce au dispositif ISR et aux équipes au sol ;
- Pister (*Track*) : surveiller le mouvement de la cible - grâce au dispositif ISR et aux équipes au sol ;
- Cibler (*Target*) : sélectionner le moyen approprié à utiliser sur la cible pour créer les effets souhaités - l'emport d'arme est en place et l'équipage sol détermine l'utilisation;
- Engager (*Engage*) : déclencher l'arme sur la cible - guidée grâce à l'opérateur capteur en charge notamment du guidage laser ou GPS des munitions ;
- Évaluer (*Assess*) : évaluer les effets de l'attaque - dispositif ISR et équipes au sol.

Le drone armé est donc particulièrement utile quand il s'agit de frapper des cibles fugaces de manière rapide appelé le « *time sensitive targeting* ». Il permet d'effectuer des frappes dites « d'opportunité » où seul le délai de la prise de décision humaine est utile et acceptable au vu de la rapidité des situations, ainsi que la réduction du processus de la destruction d'une cible assure une optimisation des conditions d'engagement. A noter que les effets des frappes peuvent également être analysés par le même drone après l'attaque⁴⁶, et donc effectuer ce qui est appelé le *battle damage assessment*. Cette rapidité d'action permet également de prendre de court l'ennemi et de déclencher surprise et sidération, indispensable aux mécanismes de défaite. Somme toute, la rapidité de frappe permet d'obtenir une plus grande efficacité notamment quand il s'agit de « *cibles susceptibles de se dissimuler rapidement ou de se déplacer vers des zones densément peuplées* »⁴⁷. A noter également que le fait de pouvoir engager « au meilleur moment » réduit le risque de dommage collatéraux.

Ce type d'engagement sur cible est utilisé sur de multiples champs de bataille, et notamment lors de conflits asymétriques tels que les opérations *Enduring Freedom* (OEF)

⁴⁶ *Drones d'observation et drones armés : un enjeu de souveraineté*, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 23 mai 2017

⁴⁷ *ibid*

et *Iraqi Freedom* (OIF)⁴⁸. On estime que en effet que les Etats-Unis ont déjà utilisé les drones armés pour des « exécutions ciblées » dans le cadre de la guerre contre le terrorisme dans de multiples pays : au Yémen : 329 frappes depuis 2002, au Pakistan : 430 frappes depuis 2004, en Somalie : 139 frappes depuis 2007, en Afghanistan : 5888 frappes depuis 2015⁴⁹. Nous pouvons également citer le cas d'Israël ayant utilisé des drones armés militaires durant l'opération *Pilier de défense* à Gaza en novembre 2012⁵⁰, ainsi que durant l'Opération *Bordure Protectrice* de 2014. Plus récemment il est possible de parler du cas français au Mali. Depuis le début de l'année 2020, les drones *Reaper* français en service dans le cadre de l'opération *Barkhane* sont en capacité de faire feu sur l'ennemi au sol. A ce sujet, le chef d'état-major de l'Armée de l'Air, le général Philippe Lavigne déclarait « *L'intérêt, c'est que quand vous êtes en train de surveiller une zone, si vous identifiez des ennemis et qu'il y a un besoin urgent de traiter cette cible, le drone armé va pouvoir le faire* »⁵¹

⁴⁸ Sascha-Dominik Bachmann, « Targeted Killings: Contemporary Challenges, Risks and Opportunities », *Journal of Conflict and Security Law*, 2013 Volume 18, Issue 2,, Pages 259–288. Disponible sur <https://doi.org/10.1093/jcsl/krt007> [consulté le 02 avril 2020]

⁴⁹ Nathalie Guibert, « La montée en puissance des drones armés, un défi mondialisé, *Le Monde*, 31 décembre 2019. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/international/article/2019/12/31/la-montee-en-puissance-des-drones-armes-un-defi-mondialise_6024438_3210.html [consulté le 26 mai 2020]

⁵⁰ Nathalie Guibert, « La montée en puissance des drones armés, un défi mondialisé, *Le Monde*, 31 décembre 2019. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/international/article/2019/12/31/la-montee-en-puissance-des-drones-armes-un-defi-mondialise_6024438_3210.html [consulté le 26 mai 2020]

⁵¹ AFP, « Sahel : L'armée française déploie ses drones armés face aux djihadistes », *20 minutes*, 20/12/19 20/12/19. Disponible sur : <https://www.20minutes.fr/monde/2679495-20191220-sahel-armee-francaise-deploie-drones-armes-face-djihadistes> [consulté le 04 avril 2020]

Dès lors, il paraît indéniable que le drone armé représente un atout majeur à la réduction de la boucle OODA. « *L'avantage d'un drone, c'est la rapidité d'intervention. Il lui faut quelques secondes seulement pour atteindre une cible. Un avion de chasse, c'est de l'ordre d'une dizaine de minutes* » déclarait le colonel Hugues Pointfer, commandant de la base aérienne de Niamey à France info⁵². Ces systèmes apparaissent aujourd'hui comme particulièrement endurants mais également comme quasiment indétectables à l'œil nu, renforçant leurs capacités d'action sur l'ennemi. Les drones armés sont aujourd'hui largement mobilisés par l'Occident afin de dominer tactiquement les engagements contre les hybrides. Le 14 juin dernier, les forces d'opérations spéciales américaines ont éliminé Khaled al-Aruri, le chef de la branche d'Al Qaïda « Hurras al-Din » à l'aide d'une frappe de drones à Idlib. Ce dernier aurait été frappé avec « une arme qui combine la brutalité médiévale avec une technologie de pointe »⁵³; une variante du missile Hellfire, le R9X, qui une fois lancé par le drone, aurait déployé six longues lames qui se seraient donc plantées à l'intérieur de la voiture de la cible⁵⁴.

⁵² Franck Cognard, « La France réalise son premier tir de drone armé au Sahel : « Plus besoin d'attendre le soutien de l'aviation, nous pourrions traiter directement une cible fugace » », *Franceinfo*, 20/12/2019. Disponible sur https://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/armee-et-securite/premiere-frappe-d-un-drone-francais-au-sahel_3749909.html [consulté le 04 mai 2020]

⁵³ Eric Schmitt, « U.S. Used Missile With Long Blades to Kill Qaeda Leader in Syria », *The New York Times*, 24 juin 2020. Disponible sur : <https://www.nytimes.com/2020/06/24/world/middleeast/syria-qaeda-r9x-hellfire-missile.html?fbclid=IwAR1EEuW26Zft8FBYHHQuVMSgJq8HP4iuGQC42ggRXSOLDG3mhGSBVBwmt-8>. Consulté le 26 juin 2020

⁵⁴ *ibid*

2. Une rupture technologique conduisant à un changement stratégique

C'est dans un contexte de lutte anti-terroriste et contre-insurrectionnelle, que le recours au drone armé est devenu de plus en plus fréquent : notamment, c'est dans les conflits de basse ou moyenne intensité – asymétriques – qu'un tel recours s'est justifié.

Alors même que l'évolution des conflits actuels laisse à penser qu'une recrudescence dans le développement et l'utilisation desdits types de robots armés est à prévoir, certains spécialistes en viennent à considérer que les drones armés font partie d'une nouvelle « *révolution des affaires militaires* ». En effet, s'ils effectuent des missions qui étaient auparavant assurées par d'autres systèmes, il semblerait que ce soit leurs capacités technologiques qui permettent de multiplier et de décupler l'efficacité des opérations.

À cet égard, force est de constater que de nos jours, l'emploi d'un tel système peut notamment s'avérer utile afin de réduire l'éventail des options dont dispose l'adversaire pour organiser sa défense. Cette observation se justifie aisément à la lumière d'un contexte socio-politique et stratégique en évolution constante : la nécessité, d'une part – et de plus en plus – de limiter les pertes humaines, et d'autre part, de suivre le rythme effréné d'une course aux évolutions technologiques les plus performantes et les moins coûteuses, font du drone armé, un atout de taille privilégié par les Armées.

Aujourd'hui, comme nous pouvons le constater en Libye, l'utilisation de drones armés se développe dans des conflits entre forces régulières. Aussi, il est intéressant de se poser la question suivante : Quels changements stratégiques le drone armé peut-il induire, d'une part dans des conflits asymétriques où ce dernier ne rencontre presque aucune résistance, mais aussi d'autre part, dans des campagnes plus conventionnelles caractérisées par la guerre électronique et les systèmes de défense sol-air ?

Nous allons essayer de répondre à ces questions en deux temps. Premièrement il s'agira de démontrer en quoi le drone armé entraîne une réduction des coûts politiques et sociaux, et dans un second temps comment il se confirme comme étant une nouvelle manière de contraindre l'ennemi efficacement.

2.1 Une réduction des coûts politiques et sociaux

2.1.1. Capacité d'effectuer des mission dull, dirty and dangerous

L'engagement de l'Homme dans les opérations et le risque lié à la dangerosité de la mission occupe une place de taille dans la prise de décision stratégique et opérationnelle. Là où la protection des équipages aériens apparaît comme primordiale, le drone armé permet d'assurer les fonctions nécessaires. En effet, il agit en effecteur des tâches dites « *dull, dirty and dangerous* »⁵⁵. Le drone armé, dès lors qu'il peut combattre sans la présence « physique » de l'Homme à bord, joue un rôle complémentaire de plus en plus utile quant à la force de combat nécessaire sur le terrain.

Les « *dull missions* » sont généralement associées aux missions dites de longue durée. En effet, ces opérations nécessitent une permanence sur zone, exigeant dès lors une forte persistance. A titre d'exemple, il peut s'agir de mission de reconnaissance et d'engagement de cible de longue durée. Cela rejoint la notion d'endurance que nous avons étudié ci-dessus. La résistance physique de l'Homme est limitée, quand un drone armé peut quant à lui voler durant plus de 24 heures. De plus, les appareils permettent également d'effectuer des tâches répétitives ou fastidieuses, pour lesquelles de la main d'oeuvre humaine peut être libérée afin de s'atteler à des tâches plus conséquentes. A noter également que le coût de vol d'un drone durant ces missions longues durées est largement inférieur à celui d'un avion de combat, générant dès lors un attrait supplémentaire pour les armées.

Les « *dirty missions* » peuvent être considérées comme celles s'effectuant dans des environnements nocifs contaminés avec un risque CBRN - Chimique, biologique, radiologique ou nucléaire. Il peut s'agir de missions nécessitant le survol de zones radioactives par exemple. Immersé dans cet environnement, l'équipage serait susceptible d'être exposé à des effets nocifs.

Enfin le drone armé est en capacité d'effectuer des « *dangerous missions* ». Ce sont les missions où les risques de pertes de l'appareil et de l'équipage sont extrêmement élevés. Il peut s'agir par exemple d'opérations effectuées dans l'espace de défense sol-air de

⁵⁵ Traduisible par missions « ennuyeuses, sales et dangereuses »

l'adversaire. Utiliser un drone armé pour ce type d'opération permet donc d'éviter les pertes humaines.

Cela est aujourd'hui primordial d'un point de vue politique, afin de garantir un soutien de l'opinion publique, mais également sur le plan opérationnel, afin de garantir le moral des troupes et la continuité des opérations. Les UCAV présentent donc une nette plus-value pour la sauvegarde des forces humaines dans un conflit.

2.1.2 Renforcer la notion du « zéro mort »

Nous savons aujourd'hui qu'il s'opère des évolutions de mentalité à l'égard de la mort des militaires, notamment dans les sociétés occidentales. S'observe en effet un « rejet de la mort », faisant prendre à la notion « zéro mort »⁵⁶ tout son sens. Le concept « d'intolérance aux pertes » est un concept ayant émergé aux Etats-Unis, résultant de la convergence de deux axes majeurs étant « *une culture stratégique et militaire reposant sur la technologie et la recherche de la supériorité écrasante (« overwhelming force ») et la croyance en l'aversion de l'opinion publique américaine aux pertes, même celle de soldats professionnels.* »⁵⁷

On sait que le drone armé permet donc d'agir sur le champ de bataille tout en maintenant une partie des forces à distance du danger. Il s'agit de pouvoir remplacer l'homme par la machine notamment dans des missions *dull, dirty and dangerous*, comme vu ci-dessus. Le pas engagé vers le « zéro mort » avec l'emploi du drone armé est conséquent. En effet, d'une part il est possible de renforcer ses capacités à détecter la menace *via* les fonctions ISR et l'assurance d'une « permanence armée », et donc de se prémunir contre un risque potentiel envers les forces au sol. D'autre part, l'emploi d'un tel système permet donc d'éviter la perte ou la blessure de personnel militaire dans des opérations telles que les missions de bombardement, initialement engagées par des avions de combat. Car en effet, si la perte d'un membre des forces militaires est une perte humaine, elle impacte également le moral des autres membres de l'opération. De plus, il est à noter que

⁵⁶ « La notion de "zéro-mort" (exprimée dans la littérature doctrinale par l'"intolérance aux pertes") concerne la préservation des vies des militaires qui s'engagent dans la bataille, la crise, la gestion post-conflit. » selon l'Institut de Recherche Stratégique de l'Ecole Militaire

⁵⁷ Frederic Coste, « Impacts des UCAV (Unmanned Air Combat Vehicle) à l'horizon 2025-2035 », *FRS*, 10 juillet 2014.

l'élimination d'un équipage aérien est une victoire pour l'ennemi et influe sur la suite des opérations. André Dumoulin déclarait « *Le degré de prise de risque devient l'alpha et l'oméga des débats politico-médiatico-militaires. La préservation des hommes semble devenir le paramètre premier transcendant les autres objectifs, les décisions politiques, l'attitude des états-majors (selon le contexte et les armes employées). Aussi, le « zéro-mort » prend bel et bien ses racines dans plusieurs espaces* »⁵⁸.

2.1.3 Augmenter le soutien de l'opinion publique

Ce concept du « zéro mort » est de toute évidence relié au soutien de l'opinion publique. Comme nous venons de le voir, le drone armé limite l'exposition des forces au danger, et aujourd'hui les conséquences politiques de pertes militaires ne sont pas négligeables. Les populations occidentales acceptent de moins en moins que l'engagement dans les conflits mène à la perte des combattants, notamment car les conflits sont de plus en plus influencés par l'« effet CNN »⁵⁹. En effet, le rapport à la mort est particulièrement fragilisé et mis sur le devant de la scène au vu de la communication de masse. La société d'aujourd'hui est devenue moins tolérante à la violence et la protection de la vie humaine et de l'individu passe au premier plan. Cela est dû en partie à l'évolution des doctrines militaires et au changement des pratiques de guerre « *les types de guerres qui sont menées sont des guerres limitées, qui provoquent de faibles pertes : par exemple, la contre insurrection qui mélange le registre guerrier, policier et politique* »⁶⁰. Si aujourd'hui le drone armé pose débat face à la « déshumanisation » de l'engagement du feu, il n'en reste pas moins un avantage stratégique incontestable quant à la réduction du risque pour les forces armées. Cela impacte considérablement le soutien des populations, qui est indispensable pour assurer la pérennité d'un conflit. En effet, « *on peut faire de la*

⁵⁸ André Dumoulin, « Le « zéro-mort » : entre le slogan et le concept », *Revue internationale et stratégique*, 2001/4 (n° 44), p. 17-26. DOI : 10.3917/ris.044.0017. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-internationale-et-strategique-2001-4-page-17.htm>. [Consulté le 06 avril 2020]

⁵⁹ « *Cette expression désigne l'influence des médias sur la politique étrangère, notamment sur la décision d'intervenir dans un conflit armé ou suite à une catastrophe naturelle* ». Jean-Baptiste Jeangène Vilmer, « Existe-t-il un "effet CNN" ? L'intervention militaire et les médias », INA, 01 décembre 2011. Disponible sur : <https://larevuedesmedias.ina.fr/existe-t-il-un-effet-cnn-lintervention-militaire-et-les-medias>. [Consulté le 06 avril 2020]

⁶⁰ Maxime Tellier, « 101 ans après la Grande Guerre, la mort du soldat est devenue intolérable », *France Culture*, 11 novembre 2019, Disponible sur : <https://www.franceculture.fr/histoire/101-ans-apres-la-grande-guerre-la-mort-du-soldat-est-devenue-intolerable> [consulté le 06 avril 2020]

géopolitique, aller jusqu'au conflit, contre son opinion, mais jamais très longtemps. Lorsque l'on joue contre son opinion et contre l'opinion mondiale, au bout d'un moment on est obligé de céder »⁶¹.

Nous pouvons retenir que, les drones armés *via* leur capacité d'effectuer des missions *dull, dirty and dangerous* permettent de diminuer les pertes de forces humaines. On voit aujourd'hui que de plus en plus d'Etats optent pour ce type de système d'arme, au même titre que la France dans l'opération *Barkhane* au Mali. En novembre 2019, le gouvernement annonçait la mort de 13 soldats français dans une collision entre deux hélicoptères pendant une opération de combat⁶². Un mois plus tard, la France engageait sa première frappe à l'aide d'un drone *Reaper MQ-9*. Le ministère des Armées déclarait à ce sujet « *Dans la journée du 21 décembre, poursuivant l'action d'opportunité lancée dans la nuit précédente contre un important regroupement de combattants terroristes, l'opération Barkhane a neutralisé 7 terroristes supplémentaires ainsi que mis hors d'état des ressources importantes (...) Œuvrant dans un environnement difficile, dans une région densément boisée, cette action a été rendue possible par l'action des troupes au sol appuyés par la composante aérienne. Ainsi, les tirs ont été délivrés par un drone Reaper et une patrouille de Mirage 2000.* »⁶³. Le drone armé, récemment acquis par l'Etat français apparaît donc comme un renfort à l'appareil déjà existant, permettant de consolider la plus grosse opération extérieure dans laquelle la France est engagée et augmentant la protection des forces.

⁶¹ Pascal Boniface, « Guerre et opinion publique : communiquer, informer, désinformer. Entretien », *Hermès, La Revue*, 2014/3 (n° 70), p. 68-73. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2014-3-page-68.htm>. [Consulté le 10 avril 2020]

⁶² Communiqué « Décès de 13 militaires au Mali », *Ministère des Armées*, 27/11/2019. Disponible sur : <https://www.defense.gouv.fr/actualites/articles/deces-de-13-militaires-au-mali> [consulté le 5 mai 2020]

⁶³ Communiqué « BARKHANE : Poursuite de l'action dans la région de Mopti », *Ministère des Armées*, 23/12/2019. Disponible sur : <https://www.defense.gouv.fr/actualites/operations/barkhane-poursuite-de-l-action-dans-la-region-de-mopti>. [Consulté le 5 mai 2020]

2.2 Une nouvelle manière de contraindre l'ennemi

Si le drone armé amène le feu, il est important de le combiner à la manœuvre, conduisant à l'isolement, la fatigue ou encore l'impuissance de l'adversaire. En déstabilisant le système C2 (*command and control*) adverse, cela peut conduire à la défaillance de sa défense, perdant sa liberté d'action et provoquant un effet de panique. Pour cela, les armées enclenchent des mécanismes de défaite. La défaite correspond au moment où l'adversaire ne dispose plus des moyens de continuer le combat par des formes opérationnelles initialement utilisées et dont il se voit privé. Ces mécanismes peuvent se définir comme :

« La combinaison d'effets physiques, mentaux et moraux sur des organisations combattantes, entravant la cohérence du combat collectif et entraînant l'abandon de la lutte armée sur le terrain. Les mécanismes de défaite sont enclenchés par les amplificateurs de stress touchant chaque individu combattant »⁶⁴.

2.2.1 Faire peser une menace constante pesant sur le moral de l'ennemi

Dans les opérations, il est question de combiner la planification des effets physiques et celle des effets psychologiques dans le but de dissocier le combattant de son armement. Les drones armés contribuent au changement de comportement des adversaires, se sachant observés et menacés. Dans son ouvrage dans son ouvrage *The Foundations of the Science of War*, John F.C. Fuller, officier britannique engagé dans la Première guerre mondiale, démontre que le plus important n'est pas de vaincre l'ennemi, mais de le défaire, dans les trois sphères de la guerre. Celles-ci étant : la force physique, le moral des troupes et le mental (la cohérence du combat)⁶⁵. Enclencher un mécanisme de défaite implique de faire perdre à l'adversaire d'une part ses capacités physiques, mais également sa volonté. Atteindre ses objectifs conduit à une usure des ressources physiques et morales de résistance, à l'inadaptation à l'environnement opérationnel, mais également l'incapacité ou la non-volonté de l'ennemi de poursuivre son plan.

⁶⁴ Jean-Jacques Patry, Philippe Gros, *Les opérations d'information depuis la troisième dimension : bilan et perspectives*, FRS, 8 juin 2007, 94 p., pp. 31-38.

⁶⁵ David S. FADOK, *John Boyd and John Warden: Air Quest's for Strategic Paralysis*, School of Advanced Airpower Studies, Air University Press, Maxwell AFB, Alabama, February 1995, 61 p., p. 15.

Pour défaire l'ennemi, il faut donc créer ce sentiment de « panique », c'est à dire mettre en place un environnement qui augmente son stress. Les amplificateurs de stress vont permettre de déclencher les mécanismes de défaite. A savoir que le nombre de pertes est lié davantage au traumatisme lié au stress, plus qu'à une blessure physique. Le combattant a des difficultés à gérer plusieurs choses : sa peur, son épuisement, l'incertitude, sa culpabilité et l'horreur de tuer.

Le drone armé permet donc largement de jouer sur l'incertitude et augmente le poids de la menace constante. En effet, comme nous avons pu le voir, l'endurance des drones leurs permet faire peser cette présence continue sur l'adversaire. Sa supériorité technologie alliant ISR et capacité de feu dans un temps très court, fait du drone armé un vecteur de domestication de temps. Il permet d'une part de maximiser l'effet des frappes coercitives mais également de réagir en faisant « *payer à son adversaire un prix supérieur aux gains que son action aurait pu lui rapporter* »⁶⁶.

2.2.2 Influencer le comportement des cibles à son avantage

Engager un drone armé permet, en maintenant la distance, d'assurer une présence permanente afin de modifier le comportement d'individus. La finalité étant de favoriser la position de l'adversaire à son avantage. Dans une période marquée par une armée réduite de professionnels, un espace de bataille non linéaire, une projection directe de la force sur les objectifs stratégiques, des réseaux électroniques et une puissance aérospatiale qui optimisent la projection et la puissance de feu, le mécanisme de défaite dit de « désintégration » prévaut. Il implique d'enclencher l'intégration des effets de destruction et de démoralisation afin de briser la cohérence des plans et dispositifs ennemis. Il se concentre sur des capacités critiques et des points décisifs qui, une fois attaqués efficacement, accéléreront l'écroulement des capacités physiques et des forces morales⁶⁷.

⁶⁶ Jean-Christophe Noël, « Occuper sans envahir : drones aériens et stratégie », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 105-117. DOI : 10.3917/pe.133.0105. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-105.htm>. [Consulté le 14 mars 2020]

⁶⁷ Jean-Jacques Patry, Philippe Gros, *Les opérations d'information depuis la troisième dimension : bilan et perspectives*, FRS, 8 juin 2007, 94 p., pp. 31-38.

Là où les clefs de la désintégration se trouvent, le drone armé est opérationnel :

- Il s'agit de **préparer le renseignement** pour connaître les points forts et les vulnérabilités de l'adversaire dans tous les domaines, ce que le drone permet grâce aux capacités ISR.
- L'armée doit disposer d'une **supériorité dans la vitesse de déplacement**, impliquant une mobilité des unités, la rapidité des communications, du renseignement et du commandement. Si le drone armé est moins rapide qu'un avion de chasse, c'est la réduction de la boucle OODA qu'il permet qui engage cette fluidité de communication et rapidité entre renseignement et feu.
- **L'engagements simultanés de plusieurs manœuvres stratégiques** qui entend l'utilisation de stratagèmes, de fausses retraites, d'attaques frontales et d'enveloppement pour découvrir les faiblesses adverses.
- **L'instauration de la propagande et de la terreur** pour exploiter les incertitudes, les craintes et superstitions ennemies afin de réduire son moral et sa volonté de combattre. Ici nous revenons au point 2.2.1 *Faire peser une menace constante pesant sur le moral de l'ennemi*. Le drone armé permet de faire peser une menace via un système pouvant assurer une présence 24/24.

2.2.3 *Le drone armé permet donc d'entraver la liberté d'action de l'ennemi*

Si le pouvoir de feu des drones armés est important, il faut également noter que de par la manœuvre il permet d'entraver la liberté d'action de l'ennemi. L'occupation aérienne a pour but d'empêcher l'adversaire d'accroître son pouvoir de nuisance⁶⁸, et l'endurance ainsi que la réduction de la boucle OODA dont il bénéficie, font du drone armé un système menaçant. L'objectif n'est pas tellement d'augmenter le taux d'heures de survol mais de savoir comment elles sont planifiées afin d'atteindre des effets spécifiques. Comme le souligne Jean-Christophe Noël, le drone armé permet au stratège de s'ancrer dans ce qu'il appelle « *la troisième dimension* » et « *d'occuper la terre par les cieux* ». Elle représente « *la forme ultime de présence* »⁶⁹.

⁶⁸Jean-Christophe Noël, « Occuper sans envahir : drones aériens et stratégie », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 105-117. DOI : 10.3917/pe.133.0105. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-105.htm>. [Consulté le 14 mars 2020]

⁶⁹ *ibid*

Le drone armé n'est pas un mode d'action destiné à résoudre directement un conflit, il contribue à empêcher l'adversaire de l'emporter par les moyens militaires. Sa finalité est d'entraîner le déclin de l'ennemi, en accumulant renseignement et puissance de feu. Dans une logique d'interdiction, les drones armés servent à la fois des objectifs planifiés dont la frappe peut être programmée ou effectué sur demandes ainsi que sur des objectifs d'opportunité, qui n'ont pas été planifiés ou non-anticipés.

L'adversaire se retrouve donc victime de cette menace constante, d'autant plus que les drones peuvent aussi être utilisés comme leurres pour cacher la réelle menace. A titre d'exemple, l'opération *Mole Cricket 19* ou *Artzav 19* durant la campagne lancée par l'aviation israélienne le 9 juin 1982, au début de la guerre du Liban : « *Des drones d'observation israéliens avaient repéré les défenses sol-air syriennes. Des drones leurres les ont approchées pour les déclencher en se faisant passer pour des avions sur les radars. Ce faisant, ils ont désigné leurs cibles aux bombardiers. D'autres appareils, pilotés à distance, eux, ont surveillé les Mig syriens décollant pour la riposte : ils ont donné un coup d'avance à l'aviation israélienne, qui en a abattu une vingtaine en une demi-heure* »⁷⁰.

Il s'agit dès lors de garantir d'une part l'omniprésence des drones, ajouté à l'intensité et la précision des frappes servant à renforcer le sentiment de menace chez l'adversaire. L'impact psychologique indispensable assure une pression sur les forces ennemies, permettant de renforcer et d'assurer les objectifs opératifs et tactiques. Enfin, en entravant la liberté d'action de l'ennemi il s'agit de maintenir en permanence les conditions d'un dilemme pénible pour les cibles tactiques : continuer un combat désespéré ou se rendre ⁷¹. Le drone armé permet dès lors, d'une part d'affecter physiquement les réseaux de C2 adverses mais également d'augmenter l'effet psychologique obtenu par les feux. Une courbe du coût/crédibilité de la menace que représente le drone est exposée en **annexe 3**.

⁷⁰ Nathalie Guibert, « La montée en puissance des drones armés, un défi mondialisé, *Le Monde*, 31 décembre 2019. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/international/article/2019/12/31/la-montee-en-puissance-des-drones-armes-un-defi-mondialise_6024438_3210.html [consulté le 26 mai 2020]

⁷¹ Jean-Jacques Patry, Philippe Gros, *Les opérations d'information depuis la troisième dimension : bilan et perspectives*, FRS, 8 juin 2007, 94 p., pp. 31-38.

Nous pourrions conclure que le drone armé permet d'amplifier la combinaison de trois effets génériques invariants qui aboutissent à la cessation de la lutte armée⁷² :

- **La surprise** que le drone armé permet grâce à sa permanence et sa discrétion dans le ciel ;
- **La dévastation** que le drone armé permet grâce à la masse mobilisée et à la force de son armement ;
- **L'usure** entraînée par les frappes. Le drone armé peut en effet réduire l'efficacité opérationnelle d'une force adverse par destruction ou neutralisation de ses capacités physiques. Il s'agit là de diriger la masse des hommes et des matériels contre les points forts ennemis *via* sa supériorité du feu.

⁷² Selon Jean-Jacques Patry et Philippe Gros, *Les opérations d'information depuis la troisième dimension : bilan et perspectives*, FRS, 8 juin 2007, 94 p., p34.

Conclusion

Le drone armé apparaît donc comme une arme au double attribut, premièrement technologique mais aussi stratégique, conduisant à une normalisation de l'emploi de ces systèmes. Normalisation par ailleurs remise sur le devant de la scène depuis l'assassinat du général iranien Soleimani, exécutée par un MQ-9 Reaper de la United States Air Force.

Le nombre d'Etat possédant des drones armés est en augmentation, et ces systèmes occupent aujourd'hui une place à part entière dans la compétition stratégique. D'après le Drone Data Book du Centre d'étude pour les Drones du Bard College⁷³, une étude sur les capacités des drones militaires, voici le panorama nous pouvons dresser aujourd'hui sur l'emploi des drones armés dans le monde⁷⁴.

Il semblerait que le réseau mondial d'unités, les bases et les sites d'essai de drones armés se développent largement. En effet, les systèmes opèrent de plus en plus sur les champs de bataille dans le cadre de diverses opérations concernant majoritairement des missions de lutte contre le terrorisme, les insurrections et de maintien de la paix comme au Mali, en Iran et au Yémen. Ces drones armés sont aussi utilisés dans le cadre de la lutte contre la piraterie, les stupéfiants et la contrebande par la Colombie, l'Équateur et le Mexique par exemple. Enfin, ces systèmes sont également devenus une arme de pression redoutable en ce qui concerne les régions frontalières contestées. En effet, depuis 2013 la flotte chinoise de la mer de l'Est effectue des patrouilles de drones au-dessus des îles Senkaku et Daioyu⁷⁵.

On estime qu'au moins qu'au moins onze pays dont l'Azerbaïdjan, Israël, l'Irak, l'Iran, le Nigeria, le Pakistan, la Turquie, les Émirats arabes unis, le Royaume-Uni, la France et les États-Unis auraient utilisé des drones pour effectuer des frappes aériennes. De plus, ce serait trente autres pays qui auraient acquis ou serait en phase d'acquérir des drones armés. Une infographie de ces données est à retrouver en **annexe 4**.

⁷³ Dan Guettinger, « The drone databook », *Center for the study of the drone at bard college*, Septembre 2019. Disponible sur : <https://dronecenter.bard.edu/projects/drone-proliferation/databook/>

⁷⁴ A noter que le rapport ayant été publié en 2019, certaines données ont été actualisées.

⁷⁵ Ils également revendiquées par le Japon et Taiwan

Dès lors, *via* l'armement ajouté aux capacités ISR, il semblerait que les drones armés contribuent de manière importante à l'évolution de la guerre moderne. Nous pouvons aujourd'hui nous demander, face à cette montée en puissance des systèmes d'armement des drones, quelles évolutions et quels enjeux connexes sont à anticiper ?

DEUXIÈME PARTIE

EVOLUTIONS ET LIMITES À L'EXPANSION DES SYSTÈMES DE DRONES LÉTAUX À L'AUTONOMISATION CROISSANTE

Introduction

On assiste ces dernières années à une miniaturisation croissante des systèmes, rendant les drones plus compacts et bien plus intelligents. Avec une accentuation de l'autonomie, on observe des armes coordonnées et résilientes capables d'engager de manière amorphe mais coordonnée une frappe. Ce phénomène se traduit notamment avec le développement du *swarming drones* où des unités autonomes ou semi-autonomes s'engagent dans une attaque convergente contre une cible commune.

« L'avenir est à l'essaim de drones, fonctionnant de manière coopérative, avec réallocation dynamique de tâches en cas de panne ou d'incident d'un vecteur aérien. »⁷⁶

Par conséquent, celui qui emploierait une combinaison drones armés et « guerre en essaim » posséderait un avantage tactique majeur. Néanmoins, la densification de la puissance de calcul embarquée sur drones et l'accroissement des performances algorithmiques vont conduire à une autonomisation croissante des systèmes, jouant parfois avec la frontière de l'intelligence artificielle. Cela pose plusieurs défis : premièrement, comment soi-même se protéger face à ces systèmes, à l'usage parfois détourné. Dans un second temps, quelles contraintes pouvons-nous anticiper face au développement de ces nouveaux systèmes d'armes robotisés ?

C'est ce que nous allons essayer de démontrer ici. Tout d'abord, nous ferons un « état des lieux » de la démocratisation et de l'avenir de l'autonomisation des machines non habitées, via une étude des opérations et du marché des essaims robotisés. Dans un second temps, nous analyserons les défis à anticiper face au développement de la létalité et l'autonomisation des ces armes.

⁷⁶ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p99

3. Démocratisation et avenir de l'autonomisation des machines non habitées : les drones en essaims

Les drones volant en essaims ou *swarming drones* se développent aujourd'hui de manière croissante, que ce soit pour les missions d'attaque ou de surveillance. Selon le Cahier CREC 2018 - « *Autonomie et létalité en robotique militaire* » ils peuvent être définis comme :

« Meute de robots avec une intelligence collective qui lui permet de se déplacer en un ensemble cohérent, les formations en swarming (essaim), terrestre ou aérien, vont permettre de saturer un espace donné pour une action spécifique, allant du renseignement à une saturation par les feux. Reprenant exactement les formations de batailles aériennes ou terrestres en cours au sein des flottilles d'avions, de navires ou d'engins blindés, les robots en essaim s'articuleront pour une meilleure progression sur le terrain tout en respectant les principes de protection optimaux. »⁷⁷

Nous allons donc étudier dans un premier temps, quels sont les intérêts et les apports à faire opérer les drones en essaims, *via* l'automatisation développée, la capacité de s'auto-organiser et la résilience. Dans un second temps, nous analyserons le développement du phénomène du *swarming drones* : quels sont les différents programmes structurants ? Mais également, que pouvons-nous dire de l'entrée en jeu de l'intelligence artificielle ?

⁷⁷ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p52

3.1 Intérêts et apports des opérations en essais robotisés

3.1.1 *Une automatisation accrue et une capacité de s'auto-organiser*

Alors que la *Defense Advanced Research Projects Agency* parle de la notion d'« autonomie collaborative », le système d'essaim a également fait apparaître la notion d'« intelligence collective ». Selon le Cahier CREC 2018 - Autonomie et létalité en robotique militaire « *De ces règles de coordination simples, ne requérant qu'une puissance de calcul limitée, naît une fonctionnalité nouvelle du groupe, lequel s'avère plus performant que la somme des contributions individuelles, d'où la notion d'intelligence collective* »⁷⁸.

Ainsi, le professeur Chris Baber, président du *Pervasive and Ubiquitous Computing* à l'Université de Birmingham décrit le fonctionnement des drones en essaims comme « *semblable à celui d'un grand troupeau d'oiseaux ou d'insectes travaillant selon trois principes fondamentaux : la direction, la distance et la séparation* »⁷⁹. En effet, leurs systèmes sont inspirés d'études biologiques sur les insectes, les fourmis et autres espèces de la nature fonctionnant en « essaims ».⁸⁰

Le *swarming drone* apparaît donc comme une coordination de systèmes multi-robots, capables d'exécuter un comportement collectif créé à partir d'interactions entre les avions sans pilote et leurs environnements⁸¹. Les drones prennent leurs propres décisions grâce aux informations partagées entre eux, permettant à l'essaim d'identifier et également d'attaquer l'ennemi de manière quasi autonome. Ces drones sont programmés avec un nombre important de solutions possibles, les rendant résilients à différentes situations qu'ils pourraient rencontrer dans l'accomplissement de leurs missions.

⁷⁸ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p98

⁷⁹ Version non traduite « *akin to that of a large flock of birds or insects working under three core principles: direction, distance and separation.* »

Jack Richardson, « The Coming Drone Swarm », *Defense Procurement International*, 16 février 2017, disponible sur : <https://www.defenceprocurementinternational.com/features/air/drone-swarms> [consulté le 12 mai 2020]

⁸⁰ *ibid*

⁸¹ Site de Embention. URL : <https://www.embention.com/news/drone-swarm-performance-and-applications/>. [consulté le 12 mai 2020]

Chaque drone « décide » de son rôle. En effet, dès lors qu'un UAV mène le « cortège », les autres appareils maintiennent une séparation de leurs capteurs et de leurs charges utiles afin de couvrir une zone différente et d'éviter la duplication de la couverture, permettant de garantir le fonctionnement de l'essaim⁸². L'opérateur pilote le centre de gravité de l'essaim, mais ce sont les algorithmes embarqués qui coordonnent les drones entre eux et attribuent à chaque drone les tâches, se décidant sur la façon de se diviser le travail. Cette autonomisation des drones en essaims représente donc une évolution de taille au niveau de la capacité de voler ensemble pour accomplir une mission commune, pouvant prendre des décisions de manière indépendante tout en conservant un contact minimum avec l'humain.

3.1.2 Résilience et avantages de l'essaimage de drone

L'essaimage permet d'atteindre une certaine polyvalence pour accomplir diverses missions en fonction des besoins. Les drones en essaim peuvent utiliser la carte du harcèlement et de l'attaque coordonnée, notamment dans des milieux hostiles afin d'effectuer des missions ISR, mais également des attaques planifiées et contextuelles avec l'aide des logiciels d'intelligence artificielle⁸³. Bien que récents, ces systèmes ont déjà été expérimentés : le 21 janvier 2019 dans le cadre du conflit de la frontière syro-israélienne, Israël utilisait des hordes de drones pour submerger les défenses aériennes syriennes, saturant les zones avec plus de cibles que les systèmes anti-aériens ne peuvent en gérer⁸⁴. Nous pouvons nous demander, existe-t-il des avantages, et si oui lesquels, dans le fait de recourir à la technique d'essaimage des drones ?

Gagner en profondeur

Au vu de la capacité des essaims à se déplacer rapidement et silencieusement, ce système représente un atout majeur. En effet, les essaims sont peuvent occuper un territoire plus

⁸² Jack Richardson, « The Coming Drone Swarm », *Defense Procurement International*, 16 février 2017, disponible sur : <https://www.defenceprocurementinternational.com/features/air/drone-swarms> [consulté le 12 mai 2020]

⁸³ Charles Thibout , « De la guerre en essaim : drones, cyber et IA », *Iris*, 30 novembre 2018. Disponible sur : <https://www.iris-france.org/125167-de-la-guerre-en-essaim-drones-cyber-et-ia/> [consulté le 01 mai 2020]

⁸⁴ Sebastien Roblin, « Not Just F-35s: Israel's Drones Have Become a Big Headache For Syria », *TheNational Interest*, 22 octobre 2019. Disponible sur : <https://nationalinterest.org/blog/buzz/not-just-f-35s-israels-drones-have-become-big-headache-syria-89861> [consulté le 06 mai 2020]

vaste, donnant une plus grande profondeur aux forces de combat. De par cette capacité, le *swarming drone* permet également de détrôner en partie le facteur égalisateur qu'est le milieu urbain. Entravant la supériorité classique, le milieu urbain est le lieu où les opérations militaires dans les sociétés humaines sont menées. Sachant qu'à l'exception du désert sahélien, toutes les zones de crise sont largement urbanisées, constat qui ne cessera de développer à l'horizon 2035, opérer avec des drones plus petits pouvant se déplacer en essaim ne peut être qu'un atout majeur.

Résilience dans des environnements électromagnétiques complexes

L'autonomisation et la capacité de s'auto-organiser du système d'essaim représente un atout majeur au niveau de la communication. En effet, l'essaimage de drone, dans la mesure où il réduit la quantité de données à transférer à l'opérateur humain, maximise les chances de réussite des opérations si les communications sont faibles ou impossibles (résistance au brouillage). Ils permettent donc de surmonter les défis opérationnels dans des engagements distants, contre des cibles très mobiles et dans des environnements électromagnétiques complexes.

Opérer à moindre coût

Ces dernières années le coût des technologies militaires ayant augmenté, l'argument économique apparaît comme important dans le choix des armées. Alors que les opérations aériennes militaires se sont longtemps déroulées avec des avions pilotés, les capacités de défense anti-aériennes des adversaires se sont améliorées. Cela a conduit à l'augmentation des coûts de conception et donc de remplacement des appareils, et c'est là qu'apparaît la plus-value des drones en essaims : le processus de fabrication est moins coûteux et moins complexe. Quand un système conséquent est utilisé par les armées, son utilisation est réfléchie avec le risque de perdre l'appareil. Or avec les drones en essaims, si l'appareil venait à être abimé en vol il peut être récupéré, réparé ou remplacé rapidement. Ces appareils ou leurs composants peuvent être fabriqués à l'aide de la technologie d'impression 3D, mais également avec des composants d'ordinateurs commerciaux moins chers et plus facilement disponibles⁸⁵. Cela permet dès lors de fournir du matériel en première ligne des opérations. Si l'adversaire peut abattre une grosse cible en un seul coup quand il s'agit d'un *Reaper MQ-9* ou d'un bombardier par

⁸⁵ Jack Richardson, « The Coming Drone Swarm », *Defense Procurement International*, 16 février 2017, disponible sur : <https://www.defenceprocurementinternational.com/features/air/drone-swarms> [consulté le 12 mai 2020]

exemple, avec les essaims de drones l'ennemi serait obligé de suivre et de tuer plusieurs cibles de faible valeur. Sachant que ces systèmes pourraient potentiellement atteindre 250 drones, cela les rendrait collectivement très difficiles à stopper pour une force ennemie⁸⁶. De plus, dans l'hypothèse où l'ennemi abattrait certains drones, l'essaim peut se reconfigurer et perdurer, une capacité appelée « auto-guérison »⁸⁷. Cette situation peut être comparée à celle d'un régiment composé de « pions tactiques », « *considérés autrefois comme des unités de valeur peu coûteuses individuellement, mais dont l'effet de groupe a pu être utilisés dans les conflits conventionnels jusqu'au début du XXe siècle sous forme de vagues d'assaut successives* »⁸⁸.

L'intelligence et la coordination sont donc au coeur de l'efficacité du *swarming drones*, étant donné que les systèmes « *sont plus intelligents et plus autonomes, conçus pour décoller et atterrir seuls, piloter seuls des ensembles de missions, faire le plein dans les airs et pénétrer seuls dans les défenses aériennes ennemies* »⁸⁹. La miniaturisation quant à elle permet de réaliser des économies et donne également la possibilité de réaliser des missions hors de portée d'autres appareils.

⁸⁶ Louis Neveu, « La Darpa teste un essaim de 250 drones pour assister l'infanterie en milieu urbain », *Futura tech*, 12 août 2019. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/drone-darpa-teste-essaim-250-drones-assister-infanterie-milieu-urbain-77200/> [consulté le 14 mai 2020]

⁸⁷ *ibid*

⁸⁸ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p97

⁸⁹ Version non-traduite « *are smarter and more autonomous, designed to take off and land on their own, fly mission sets on their own, refuel in the air on their own, and penetrate enemy air defences on their own* ».

Singer, PW «The Global Swarm», *Foreign Policy*, 2013, disponible sur : <http://foreignpolicy.com/2013/03/11/the-global-swarm/> [consulté le 20 mai 2020]

3. 2 Etat des lieux du développement des systèmes de drones en essaim

3.2.1 Des programmes structurants pour le swarming drones

Alors que cette force robotisée se développe, on assiste au lancement de plusieurs programmes. En France, Osie David, ingénieur en chef au CCDC C5ISR Center⁹⁰ déclarait « *L'Armée de terre se tourne vers la technologie d'essaimage pour être capable d'exécuter des tâches longues ou dangereuses. L'armée veut de la robustesse, de la flexibilité et de la persistance, donc nous nous éloignons du contrôle par la téléopération et nous tendons vers le commandement* »⁹¹. Les forces montrent donc un intérêt dans ce système d'arme et les Etats-Unis, leaders du secteur, ont développé un certain nombre de programmes, illustrant la tendance future.

Le programme Gremlins

La DARPA, *Defense Advanced Research Projects Agency* a lancé le programme *Gremlins*, en référence aux créatures imaginaires devenues porte-bonheur de nombreux pilotes britanniques pendant la Seconde Guerre mondiale⁹². Ce programme a pour objectif de faire lancer par des avions de type bombardiers des groupes d'RPAS à plusieurs centaines de kilomètres du théâtre d'opération, limitant le danger pour les pilotes. Appelé *X-61A Gremlin*, le drone déployé effectuera des missions de type reconnaissance, brouillage des signaux des radars hostiles, ou encore ciblage d'appareils ennemis via le bombardement. Les *Gremlins* serviront également de « *boucliers mobiles en "encaissant" les premières salves de missiles anti-aériens avant que les avions de chasse de l'US Air Force investissent le champ de bataille* »⁹³. Une fois la mission terminée, les drones sont récupérés par un aéronef et les équipes au sol les préparent pour une prochaine utilisation dans les 24

⁹⁰ U.S. Army Combat Capabilities Development Command C5ISR (Command, Control, Computers, Communications, Cyber, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) Center

⁹¹ Version originale : « *The Army is looking to swarming technology to be able to execute time-consuming or dangerous tasks. The Army wants robustness, flexibility and persistence, so we're moving away from controlling through tele-operating and trending toward commanding* »

Dan Lafontaine, « *Army looks to enhance mission command with robotic swarms* », *US army*, 17 janvier 2020.

Disponible sur :

https://www.army.mil/article/226268/army_looks_to_enhance_mission_command_with_robotic_swarms

[consulté le 04 mai 2020]

⁹² Site de la DARPA. URL : <https://www.darpa.mil/program/gremlins> [consulté le 12 mai 2020]

⁹³ *ibid*

heures. On estime que d'ici quelques années, les drones de l'essaim auront la capacité de revenir eux-mêmes à bord de l'aéronef qui les avait envoyés, évitant dès lors d'avoir à proximité une base aérienne⁹⁴. Ultime avantage, il serait également possible de faire en sorte que l'UAV, s'il est endommagé, « plonge » sur une cible ennemie avec sa charge explosive, maximisant la rentabilité du drone. Au niveau du coût de ces appareils, il semble que les *Gremlins* soient peu coûteux à produire, à réparer et à réutiliser⁹⁵.

Le programme LOCUST

L'*Office of Naval Research* a développé le programme *Low-Cost UAV Swarming Technology*, le principe est de tirer de petits drones de type *Coyote* à partir de lanceur à tubes. Les systèmes LOCUST tirent en moyenne 30 drones *Coyote* en 40 secondes, qui se synchronisent à mi-vol pour créer l'essaim⁹⁶. Ce programme a pour objectif d'être appliqué notamment à la guerre navale, remplaçant les missiles antinavires. En effet, il apparaît complexe pour des radars configurés pour contrer les armes classiques, telles que les missiles supersoniques, de détecter des systèmes d'essaim, qui sont en réalité plus durs à appréhender. LOCUST représente également un avantage au niveau de son coût, un essaim de 30 drones coûterait environ 500 000 dollars contre 1 millions de dollars pour un missile anti-navire *Harpoon*⁹⁷.

Le programme Golden Horde

L'*US Air Force* a lancé le programme *Golden Horde* qui permettrait à des armes à guidage de précision semi-autonomes de communiquer et de coopérer les unes avec les autres après le lancement. Ces armes conçues pour fonctionner avec des liaisons de communication sécurisées et une intelligence artificielle, seraient lancées en masse sur l'ennemi avec des missiles visant des cibles pré-planifiées.

L'intelligence artificielle permettrait ici d'adapter les comportements des munitions aux situations. En effet « *Si une cible se voit attribuer trois missiles entrants mais que le premier*

⁹⁴ Site de la DARPA. URL : <https://www.darpa.mil/program/gremlins> [consulté le 12 mai 2020]

⁹⁵ *ibid*

⁹⁶ D. Hambling « Drone Swarms will change the face of modern warfare », *Wired*, disponible sur : <http://www.wired.co.uk/article/drone-swarms-change-warfare> [consulté le 21 mai 2020]

⁹⁷ Caitlin Irvine, « The american swarming program », *Security Distiller*, 16 aout 2019. Disponible sur : <https://thesecuritydistillery.org/all-articles/the-american-swarming-programme-part-two-of-three> [consulté le 02 mai 2020]

missile détruit la cible, les deux missiles restants pourraient alors consulter une liste de cibles alternatives, déterminer celles restantes qu'ils pourraient atteindre de manière plausible, puis recommander aux contrôleurs humains redéfinir les cibles »⁹⁸

Le *Golden Horde* est en phase d'être programmé sur les armes telles que⁹⁹ :

- Des bombes de petit diamètre I et II - bombes de 110 kilogrammes équipées de kits d'ailes et de guidage GPS permettant à la bombe de planer jusqu'à des cibles distantes de 65 kilomètres du point de largage ;
- Des missiles de maintien conjoint air-surface *JASSM (Joint air-to-surface standoff missile)* - missile de croisière à longue portée conçu pour frapper des cibles au sol ;
- Des leurres miniatures *ADM-160 MALD (Miniature Air-Launched Decoy)* - conçus pour usurper l'identité d'un avion ami, déroutant les défenses ennemies.

Si cette liste des différents programmes n'est pas exhaustive, elle retrace néanmoins la tendance globale du marché, dominé par les Etats-Unis. En effet, il apparaît que les organisations telles que la *National Aeronautics and Space Administration* et la *Defense Advanced Research Projects Agency* se montrent relativement avancées. Selon le rapport « *Global Swarm Intelligence Market: Focus on Platform and Algorithm Model - Analysis and Forecast, 2018-2028* »¹⁰⁰ le marché mondial de l'intelligence en essaim aurait généré rien qu'en 2017 10,5 millions de dollars. Le taux de croissance annuel composé serait de 37,49% au cours de la période 2018-2028, dominé cette fois-ci par l'Asie-Pacifique¹⁰¹ suivis de l'Europe. Il est estimé que le marché mondial de l'intelligence en essaim devrait atteindre 348,2 millions de dollars d'ici 2028¹⁰², confirmant dès lors que ce système d'« unité » se détermine comme tendance majeure de la guerre de demain.

⁹⁸ Kyle Mizokami, « The Air Force Wants to Unleash a Robotic "Golden Horde" on Adversaries », *Popular mechanics*, 30 novembre 2018. Disponible sur : <https://www.popularmechanics.com/military/a29995819/us-air-force-golden-horde/> [consulté le 16 mai 2020]

⁹⁹ Joseph Trevithick, « USAF Wants To Network Its Precision Munitions Together Into A 'Golden Horde' Swarm », *The Drive*, 26 juin 2019 <https://www.thedrive.com/the-war-zone/28706/usaf-wants-to-network-its-precision-munitions-together-into-a-golden-horde-swarm> [consulté le 06 mai 2020]

¹⁰⁰ « Global Swarm Intelligence Market: Focus on Platform and Algorithm Model - Analysis and Forecast, 2018-2028 », *BIS Research*, Octobre 2018

¹⁰¹ Région qui devrait avoir le taux de croissance le plus élevé au cours de la période de prévision

¹⁰² « Global Swarm Intelligence Market: Focus on Platform and Algorithm Model - Analysis and Forecast, 2018-2028 », *BIS Research*, Octobre 2018

3.2.2 L'entrée en jeu de l'intelligence artificielle ?

Afin de légitimer les programmes structurants étudiés ci-dessus, ont été effectués des séries de tests concluants pour les drones en essais. En 2018, dans le cadre du programme CODE (*Collaborative Operations in Denied Operations*) la DARPA effectuait une série de tests sur un terrain d'essai de l'US Air Force. L'objectif était de déployer des essais de drones dans des environnements hostiles, notamment en coupant leurs communications et leurs signaux GPS¹⁰³. Il a été démontré que les drones en essais, lorsque les communications sont dégradées ou nulles, ont la capacité de maintenir le plan de vol et d'atteindre leurs objectifs sans instruction humaine pour les guider¹⁰⁴. Ce programme ayant pour finalité de développer des systèmes travaillant avec l'intelligence artificielle, a largement démontré la viabilité de ces nouveaux systèmes d'unité, indispensable à l'intelligence collective.

Sa maîtrise est en réalité un enjeu de souveraineté sujet à la controverse présentant une utilité pour les drones armés, dès lors qu'elle offre des capacités de traitement de l'information supérieure à celles de l'homme. En effet, elle donne une capacité de réaction bien plus rapide, indispensable face à des adversaires plus fugaces et des espaces plus étendus. De plus elle rend possible l'adaptation de la trajectoire du drone, prenant en compte des éléments de situation nouveaux au fil de la mission. Enfin, l'IA permettrait par exemple aussi de détecter certains dysfonctionnements, programmant seule le retour des drones à la base. Nous pouvons donc estimer que la densification de la puissance de calcul embarquée permise par l'IA, conduira à une autonomisation croissante des machines non-habitées, posant certaines questions cruciales.

En effet, le processus d'apprentissage des machines ignore deux notions les différenciant de l'homme : les émotions et la motivation¹⁰⁵. Dès lors que le drone est équipé d'une intelligence artificielle le rendant autonome au niveau de la létalité, va se poser la question des systèmes d'armes létaux autonomes. Le robot pourrait sélectionner la cible, et

¹⁰³ Charles Thibout , « De la guerre en essaim : drones, cyber et IA », *Iris*, 30 novembre 2018. Disponible sur : <https://www.iris-france.org/125167-de-la-guerre-en-essaim-drones-cyber-et-ia/> [consulté le 01 mai 2020]

¹⁰⁴ *ibid*

¹⁰⁵ Thierry Hoijsink, « Drones et Intelligence artificielle : un sujet encore discret... », *SDMagazine*, 13 juin 2018, disponible sur : <https://sd-magazine.com/avis-experts/drones-et-intelligence-artificielle-un-sujet-encore-discret> [consulté le 11 mai 2020]

engager la force sans que l'humain ne puisse intervenir - l'humain serait dès lors « *off the loop* ». Il pourrait s'agir d'armes de type système antimissile autonome patrouillant autour d'une zone déclenchant de façon autonome une force létale, grâce à l'intelligence artificielle embarquée. Et il se trouve que la réalité dépasse la fiction car des drones aériens de type *Tikad* de Duke Robotics ou *Dogo* de General Robotics sont déjà dotés de telles capacités¹⁰⁶.

En 2015, Stephen Hawking, Elon Musk et Steve Wozniak publiaient une lettre ouverte mettant en garde contre les dangers de l'utilisation dans le champ militaire des technologies liées à l'IA et de la possible prolifération des armes autonomes. Ils déclaraient « *la technologie de l'intelligence artificielle (IA) a atteint un niveau tel que le déploiement de ces systèmes est – pratiquement, sinon légalement – envisageable dès les prochaines années, et non les prochaines décennies, et les enjeux sont élevés : les armes autonomes ont été décrites comme la troisième révolution des techniques de guerre, après la poudre à canon et les armes nucléaires* »¹⁰⁷. La question soulevée en majorité reste le fait que l'IA pourrait à terme développer sa propre volonté, en conflit avec celle de l'humain. Mais en définitive, nous pourrions conclure que « *les seuls mérites de l'IA résident plus dans la puissance de calcul et la réactivité que dans la qualité de ses interactions avec l'humain, notamment dans des cas non prévus ou non appris.* »¹⁰⁸.

¹⁰⁶ Thierry Hoijsink, « Drones et Intelligence artificielle : un sujet encore discret... », *SDMagazine*, 13 juin 2018, disponible sur : <https://sd-magazine.com/avis-experts/drones-et-intelligence-artificielle-un-sujet-encore-discret> [consulté le 11 mai 2020]

¹⁰⁷ Version originale : « *The key question for humanity today is whether to start a global AI arms race or to prevent it from starting. If any major military power pushes ahead with AI weapon development, a global arms race is virtually inevitable, and the endpoint of this technological trajectory is obvious: autonomous weapons will become the Kalashnikovs of tomorrow* »

Lettre ouverte publiée le 28 juillet 2015 à l'occasion de l'International joint conference on artificial intelligence tenue à Buenos Aires du 25 au 31 juillet 2015. Disponible sur : <http://futureoflife.org/open-letter-autonomous-weapons/>

¹⁰⁸ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. P. 28

Il semblerait donc que l'on observe pour aujourd'hui et pour la tendance future, une démocratisation de l'essaimage des drones, ces derniers présentant une autonomisation, une auto-organisation et une résilience de taille. Pour le futur, on peut estimer que « *Si les phénomènes de groupe, bien connus de la tactique militaire, seront gérés, sans doute encore pendant longtemps, par le haut commandement humain, il est assez clair que le pouvoir de l'homme dans la conduite des combats suivra une tendance générale à migrer du niveau tactique vers un niveau plus stratégique* »¹⁰⁹.

S'opère dès lors un développement des programmes structurants visant à imposer le *swarming drones* comme réelle « arme » de demain, jouant la carte de l'intelligence artificielle pour augmenter la puissance des systèmes. De ce fait, il se pose aujourd'hui une double question. Premièrement, si ces armes se développent, comment soi-même s'en protéger ? De plus, quelles contraintes normatives prévisibles à l'autonomisation croissance et à la létalité de ces systèmes ?

¹⁰⁹ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p99

4. Quels défis à anticiper face au développement de la létalité et l'autonomisation des machines non-habitées ?

Ces dernières années au Moyen-Orient l'utilisation d'*air-borne improvised explosive devices* (ABIEDs) de type Skywalker s'est développée. Il se trouve que ces systèmes de drones, disponibles pour environ 1500 euros, sont employés par des acteurs non-étatiques tels que l'État islamique, le Hezbollah ou encore le Jabhat Fateh al Sham¹¹⁰.

Réel défi pour la sécurité des entités civiles et militaires, la question des systèmes de défense se pose. La disproportion du coût d'usage des systèmes anti-aériens avec celui des drones abattus demande un remodelage constant des technologies de contre-drones, exigeant que la défense soit suffisamment souple pour détecter et neutraliser une variété croissante de cibles.

De plus, il convient de se demander aujourd'hui, à quelles contraintes font face les UAS que nous avons étudiés. En effet, l'emploi des drones armés a lancé un débat au sein de l'opinion dans plusieurs pays faisant ressortir un certain nombre d'interrogations juridiques, politiques, normatives et éthiques. Alors certains soulèvent la question de « *l'impossibilité de réciprocité du sacrifice* » de l'adversaire, pouvant être considéré comme « *un défaut à l'honneur* »¹¹¹, certaines modalités d'application du droit de la guerre ont été remises en cause.

¹¹⁰ Éric Raharimbolamena, Le recours aux drones aériens par l'« État islamique, *CERPA*, février 2019. Disponible sur ; <https://www.irsem.fr/data/files/irsem/documents/document/file/2971/N%C2%B0202%20-%20Note%20%20Le%20recours%20aux%20drones%20ae%CC%81riens%20par%20l%E2%80%99%C2%AB%20E%CC%81tat%20islamique%20%C2%BB.pdf> [consulté le 08 juin 2020]

¹¹¹ *Drones d'observation et drones armés : un enjeu de souveraineté*, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 23 mai 2017

4.1 Comment la défense se structure t'elle face à ces systèmes létaux de plus en plus autonomes ?

4.1.1 Un détournement de l'utilisation des drones armés

En Mai 2019, un drone appartenant aux rebelles Houthis au Yémen attaquait deux stations de pompage près de Ryad¹¹². Ce récent évènement survenu dans un climat de conflit, rappelle la croissance significative des usages détournés de ces armes. En effet, résultant des nombreux conflits armés ces dernières années au Moyen-Orient, de multiples drones chargés d'explosifs ont déjà été utilisés. Facilement accessibles via le commerce, ils peuvent être chargés de bombes, de grenades ou de roquettes.

Le ministère américain de la défense a revu à la hausse les investissements des systèmes *Counter UAS* après que l'*Islamic State of Iraq and Syria* ai démontré sa capacité d'employer des drones armés¹¹³. En effet, ISIS aurait utilisé des drones pour aider à guider plus précisément les IED embarqués sur des véhicules vers leurs cibles, mais également des drones armés avec de l'explosif ou des munitions en kits de bricolage. Le groupe terroriste aurait perpétré plus de 200 attaques avec ce type d'arme en un an¹¹⁴. A titre d'exemple, en 2016, deux soldats français ont été blessés et deux combattants peshmergas ont été tués à la suite de l'explosion d'un drone chargé d'explosif, lancé par l'*État Islamique* à Erbil, dans le nord de l'Irak¹¹⁵. Les groupes terroristes sont donc en capacité de « militariser » des drones, leur permettant d'atteindre des cibles hors de portée en temps normal. Il se trouve que les drones armés ont été également utilisés pour des tentatives d'assassinats ciblés comme l'évènement survenu contre Nicolas Maduro en 2018. Ce

¹¹² Laurent Lagneau, « Les États-Unis sont « prêts à riposter » aux attaques contre les installations pétrolières saoudiennes », *opex 360*, 16 septembre 2019. Disponible sur : opex360.com/2019/09/16/les-etats-unis-sont-prets-a-riposter-aux-attaques-contre-les-installations-petrolieres-saoudiennes/ [consulté le 02 juin 2020]

¹¹³ Arthur Holland Michel, *counter drones system*, Center for the Study of the Drone, février 2018

¹¹⁴ « Home-made drones now threaten conventional armed forces » *The Economist*, 8 février 2018. Disponible sur : <https://www.economist.com/news/science-and-technology/21736498-their-small-size-and-large-numbers-can-overwhelm-defences-home-made-drones-now> [consulté le 24 mai 2020]

¹¹⁵ Erwan Lecomte, « Quelle menace représentent les drones explosifs de l'État islamique ? », *Science et avenir*. Disponible sur : https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/drones/djihad-quelle-menace-representent-les-drones-explosifs-de-l-etat-islamique-ei_107467 [consulté le 03 juin 2020]

dernier échappait à un attentat commis avec des drones chargés d'explosifs alors qu'il prononçait un discours lors d'une cérémonie militaire dans le centre de Caracas¹¹⁶.

Cet usage des drones armés, s'il est un danger pour les troupes au sol, pourrait également s'avérer être un risque pour les civils. En 2015 l'IATA déclarait que les drones civils étaient une « *menace réelle et croissante* » pour la sécurité des avions de ligne¹¹⁷. Ils pourraient être particulièrement dangereux s'ils étaient utilisés contre un avion au décollage ou à l'atterrissage. Plusieurs intrusions de drones en zone aéroportuaire ont par ailleurs déjà été constatées, à Dubaï, Manchester, à Paris ou encore à Pékin¹¹⁸, et si ces incidents étaient sans gravité, une collision en vol avec un avion pourrait être fatale. La FAA a d'ailleurs lancé un programme pour tester le C-UAS dans un certain nombre d'aéroports.

Les drones posent donc à la fois des défis dans des environnements civils et également en zone de « guerre ». On voit aujourd'hui des états comme l'Iran s'armer avec des drones. Cette année les forces armées iraniennes se dotaient de trois drones de combat dotés d'une capacité de portée de 1.500 kilomètres, pouvant être équipés de bombes et de missiles¹¹⁹. Force est de constater que les préoccupations croissantes concernant la menace des drones ont conduit au développement accru des technologies Contre-UAS.

4.1.2 Une mise en place de mesures « contre-drones »

La technologie du contre-drone, également connue sous le nom de contre-UAS, C-UAS, ou contre-UAV fait référence « *aux systèmes qui sont utilisés pour détecter et/ou intercepter les avions sans pilote* »¹²⁰.

¹¹⁶ AFP, « Venezuela : l'incroyable tentative d'assassinat de Maduro par des drones explosif », *Paris Match*, 05 août 2018. Disponible sur : <https://www.parismatch.com/Actu/International/Venezuela-l-incroyable-tentative-d-assassinat-de-Maduro-par-des-drones-explosifs-1567376> [consulté le 25 mai 2020]

¹¹⁷ « Drones pose 'real threat' to civil aviation: Iata chief », *BBC News*, 15 février 2016. Disponible sur : <https://www.bbc.com/news/business-35577124>

¹¹⁸ *Drones d'observation et drones armés : un enjeu de souveraineté*, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 23 mai 2017

¹¹⁹ « Iran : l'armée acquiert des drones de combat de longue portée », *i24NEWS*, 20 avril 2020. Disponible sur : <https://www.i24news.tv/fr/actu/international/moyen-orient/1587358131-iran-l-armee-acquiert-des-drones-de-combat-de-longue-portee> [consulté le 05 juin 2020]

¹²⁰ Arthur Holland Michel, *counter drones system*, Center for the Study of the Drone, février 2018

Si des systèmes de défense aérienne sont en place depuis très longtemps, ils sont globalement inefficaces contre les drones. En effet, les radars antiaériens militaires sont spécialisés pour détecter de gros objets se déplaçant rapidement, or ils ne sont pas compétents quand il s'agit de drones lents et volant à basse altitude. A titre d'exemple, en juillet 2016, un drone à voilure fixe de fabrication russe volant dans l'espace aérien israélien de la Syrie a survécu à deux interceptions de missiles *Patriot*, ainsi qu'à une attaque de missiles air-air d'un avion de chasse israélien¹²¹.

En conséquence, depuis plusieurs années divers programmes ont été lancés afin de contrer les drones. En 2003, l'OTAN prenant conscience de l'enjeu, a initié une étude de dix ans sur la manière de se défendre contre des cibles aériennes « basses, lentes et de petite taille » en utilisant des systèmes de défense basés au sol. L'armée américaine a quant à elle développé le programme *THOR*, un émetteur de micro-ondes mis au point pour éliminer efficacement des essaims de drones ennemis, ou encore le *Light Marine Air Defense Integrated System*, capable de descendre un drone à 900 mètres de distance. Dans le secteur de l'aviation civile, des mesures pour contrer les UAS ont également été prises¹²². Le groupe Aéroports de Paris, la DSNA et Thales ont développé un projet permettant de détecter automatiquement des engins avec des radars holographiques et des analyses d'images à l'aide d'intelligence artificielle¹²³. En février 2019, la compagnie spécialisée dans l'antidrone MyDefence a également développé un système anti-drones multi-capteurs *Knox*, capable d'établir une bulle de protection autour d'infrastructures sensibles¹²⁴.

Sur le champ de bataille, les systèmes C-UAS sont le plus souvent utilisés pour la protection des bases, et on remarque aujourd'hui un attrait pour les systèmes portables

¹²¹ Arthur Holland Michel, counter drones system, Center for the Study of the Drone, février 2018

¹²² *ibid*

¹²³ Site de Paris Aéroport. URL: <http://www.orly.parisaeroport.fr/la-dsna-le-groupe-adp-et-thales-presentent-hologarde-contre-les-drones-malveillants/>

¹²⁴ Justine Boquet, « MyDefence développe un système anti-drones adapté aux aéroports », *Air et Cosmos*, 21 février 2019. Disponible sur : <https://www.air-cosmos.com/article/mydefence-dveloppe-un-systme-anti-drones-adapt-aux-aroports-623>[consulté le 26 mai 2020]

et mobiles. A savoir que les techniques de détection et d'interdiction de drones les plus populaires sont le radar, la détection RF, l'OT et l'IR et le brouillage¹²⁵.

Selon une étude de marché des *Sandia National Laboratories*, en 2015 seulement 10 systèmes de contre-drone étaient disponibles pour l'acquisition. Aujourd'hui, il en existerait au moins 235 sur le marché ou en cours de développement actif, fabriqués par 155 prestataires dans 33 pays¹²⁶. Dans trois ans, le marché du C-UAS pourrait valoir jusqu'à 1,5 milliard de dollars¹²⁷. Plusieurs types de systèmes C-UAS existent aujourd'hui sur le marché. Nous pouvons les diviser en trois catégories distinctes :

- Ceux destinés à brouiller les communications, en captant la liaison entre le drone et son opérateur, et la coupant. Le système américain MADIS (*Marine Air Defense Integrated System*) en est un exemple.
- Ceux à effets cinétiques ; il peut s'agir de missiles légers ou de canons automatiques par exemple. Il existe des fusils électromagnétiques, tel que le Scrambler 300 de la société MC2 Technologies ou le DroneShield, ou encore des lance-filets ;
- Ceux dotés d'armes à effets dirigés (micro-ondes, lasers) qui semblent être une des options les plus pertinentes, notamment pour contrer les essais. En octobre 2019, l'entreprise Raytheon a par ailleurs doté l'US Air Force du premier système laser de lutte anti-drones.

Il faut néanmoins noter que ces systèmes ne sont pas garantis comme efficace à 100% et se posent certains défis¹²⁸ :

- **Les faux négatifs et faux positifs** : Pour être utiles, les systèmes de détection C-UAS doivent générer de faibles niveaux de faux négatifs et de faux positifs.
- **L'efficacité de la détection** : Les systèmes électro-optiques ne peuvent fonctionner que pendant la journée et peuvent confondre un drone avec un oiseau ou un avion par exemple.

¹²⁵ En **annexe 5**, sont exposées les différentes solutions anti-drones, leurs avantages et leurs inconvénients.

¹²⁶ Arthur Holland Michel, *counter drones system*, Center for the Study of the Drone, février 2018

¹²⁷ *ibid*

¹²⁸ *ibid*

- **La distinction l'utilisation légitime et illégitime des drones** : le système C-UAS devra peut-être être capable de faire la différence entre les drones légitimes et les drones potentiellement menaçants.
- **Les risques d'interception** : Les drones dont le vol est interrompu par des moyens physiques tomberont au sol à une vitesse considérable, dangereux donc pour une utilisation en présence de foule. De plus, les systèmes de brouillage peuvent également interférer avec les liaisons de communication légitimes à proximité d'un système C-UAS. La FAA déconseille par exemple aux aéroports d'utiliser des brouilleurs car ils peuvent interrompre les opérations de gestion du trafic aérien.
- **L'efficacité de l'interception** : Le marché du C-UAS devra constamment répondre aux nouvelles avancées de la technologie des drones car ils pourraient être programmés pour fonctionner dans des conditions qui les rendent difficiles à détecter.
- **Légalité de l'interception** : Aux États-Unis et dans de nombreux autres pays, les systèmes d'interdiction peuvent être illégaux ou soumis à des restrictions.

On sait que même les acteurs les plus mal financés ont la capacité d'avoir un commandement aérien de l'espace de combat, tels que certains groupes terroristes en Syrie et en Irak. Cette « globalisation » de l'utilisation des drones armés, qu'ils soient militaires ou « militarisés » a donc conduit à renforcer les moyens et les consciences quant à la nécessité de contre-mesures¹²⁹. L'armée américaine s'applique aujourd'hui à élaborer une défense multicouche. Mike Blades, vice-président d'Aerospace, Defense, and Security Americas Region chez Frost & Sullivan déclarait par ailleurs que « *Des centaines de millions de dollars sont dépensés aujourd'hui pour des systèmes de contre-drones - allant de l'atténuation des drones militaires aux petits drones (...) La plupart des efforts se concentrent sur les petits drones parce que c'est la prolifération la plus rapide.* »¹³⁰.

¹²⁹ En **annexe 6** est présentée une carte illustrant des exemples de systèmes C-UAS déjà en vigueur autour du monde

¹³⁰ Sally Colle, « Counter-drone technologies are evolving to "counter" countermeasures », *Military embedded systems*. Disponible sur : <http://mil-embedded.com/articles/counter-drone-technologies-are-evolving-to-counter-countermeasures/> [consulté le 06 juin 2020]

4.2 Quelles contraintes prévisibles au vu de l'expansion de la létalité et de l'autonomisation des systèmes ?

Plusieurs questions politiques, juridiques, normatives et éthiques s'imposent au développement des drones armés et de l'autonomisation croissante des systèmes. On peut donc se demander, quelles contraintes pourraient apparaître, bloquant la mise en place et l'évolution des systèmes.

L'éthique vise une justification des actes et de leurs intentions.
Le droit quant à lui, vise une permission ou une sanction des actes eux-mêmes.¹³¹

4.2.1 Enjeux juridiques du drone armé et de son autonomisation

Le drone armé au regard du droit international humanitaire

Le droit de choisir les moyens et méthodes de guerre¹³² n'est pas illimité : c'est l'un des principes de base du droit international humanitaire qui est « *un ensemble de règles qui s'appliquent pendant un conflit armé avec pour objectifs de protéger les personnes qui ne participent pas, ou plus, aux hostilités* »¹³³. Et ce qu'interdit le DIH, ce sont les armes qui ne permettent pas de respecter les principes généraux de nécessité, distinction, proportionnalité, précaution et causent des maux superflus. Il se trouve que les drones armés passent le plus souvent pour illégaux, or « *ils ne sont, en réalité, que les instruments nouveaux de guerres qui s'opèrent de plus en plus à distance de l'adversaire ; et ils permettent même sans doute des frappes plus discriminées que des armes plus classiques. Leur automatisation croissante pose, par contre, nombre de questions que de nouvelles*

¹³¹ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p203

¹³² L'expression « moyens et méthodes de guerre » désigne les « outils » de la guerre

¹³³ *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p137

réglementations internationales se doivent de prendre en compte. »¹³⁴. Il faut saisir que n'est pas tellement le drone qui est lui une plate-forme d'armes qui est régulé par le DIH, mais davantage l'armement transporté.

La question de l'autonomisation

Le tir défensif n'est pas sujet à la controverse, existant depuis de nombreuses années avec par exemple, le système de défense antimissile *Phalanx*. Or, c'est l'automatisation du tir offensif qui peut aujourd'hui poser problème, si l'arme est catégorisée de « *Human-out-of-the-Loop Weapons* ». La confusion existante a tendance à considérer comme égaux les systèmes létaux autonomes et les drones armés, ce qu'on appelle le syndrome *Terminator*¹³⁵ découlant du fait que l'autonomie est elle-même une notion polymorphe et éparse.

Le deuxième débat tourne autour de la croissance rapide de l'autonomisation et les performances futures de l'IA. Certains spécialistes prédisent en effet l'émergence d'une IA qui aurait la capacité de dépasser l'intelligence humaine et d'avoir conscience de sa propre existence. Le Pentagone a par ailleurs appelé à ne pas développer des armes totalement autonomes, et insiste sur l'importance du jugement humain sur l'usage de la force¹³⁶. Cette recommandation n'est pas dénuée de sens, étant donné que les algorithmes ne sont pas encore en capacité de discriminer des personnes, notamment quand il s'agit de différencier les civils d'un combattant.

Une tentative de régulation

Face à cela, certains proposent d'adapter le cadre juridique, à l'instar du Parlement européen. En effet, le rapport du Parlement européen du 16 février 2017 sur la mise en place de règles de droit civil relatives à la robotique et l'IA propose « *la création d'une personnalité juridique spécifique aux robots* »¹³⁷. Cela entendrait que les robots pourraient être tenus pour civilement responsables des dommages qu'ils causeraient, étant

¹³⁴ Jeangène Vilmer Jean-Baptiste, « Légalité et légitimité des drones armés », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 119-132. DOI : 10.3917/pe.133.0119. URL : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-119.htm>

¹³⁵ Christian D. « Syndrome Terminator : des experts en robotique boycottent la nouvelle branche armes autonomes du KAIST », *Génération nouvelle technologie*, 04 Avril 2018. Disponible sur : <https://www.generation-nt.com/kaist-intelligence-artificielle-arme-autonome-boycott-actualite-1952612.html> [consulté le 06 juin 2020]

¹³⁶ DoD, Directive no 3000.09, « *Autonomy in Weapon Systems* », 21 novembre 2012, art. 4(a).

¹³⁷ Résolution du Parlement européen du 16 février 2017 contenant des recommandations à la Commission concernant des règles de droit civil sur la robotique (2015/2103(INL))

considérés « *comme des personnes électroniques dotées de droits et de devoirs bien précis, y compris celui de réparer tout dommage causé à un tiers* »¹³⁸. Par la suite, le rapport propose de mettre en place un « *régime d'assurance obligatoire en vertu duquel, les fabricants ou les propriétaires de robots seraient tenus de contracter une police d'assurance couvrant les dommages potentiels causés par les robots* »¹³⁹.

Dès lors, il ne semble pas que le DIH soit un frein à l'emploi des drones armés, mais plutôt au niveau de l'autonomisation croissante des systèmes. La technologie évolue de manière significative mais il paraît évident que l'autonomisation croissante des armes dans l'avenir se heurtera à des contraintes juridiques de taille.

4.2.2 Des défis normatifs face aux conditions d'engagements de ces systèmes

« *Tuer à distance a toujours produit de l'indignation morale* »¹⁴⁰

La question de la proportionnalité

Comme vu ci-dessus, une arme doit respecter plusieurs principes du DIH, dont celui de la proportionnalité. La proportionnalité est traduite juridiquement par les articles 52 et 57 du premier protocole additionnel aux conventions de Genève du 12 août 1949, repris en France par les articles 461-24 et 461-28 du code pénal¹⁴¹. Ce principe dicte le coût/avantage militaire de toute cible contre les pertes potentielles en vies humaines et les dommages aux civils, appelés « *dommage collatéraux* ». Dès lors, en opposition à certains préjugés le droit n'interdit pas les pertes civiles si elles ne sont pas « *excessives* », c'est à dire non-proportionnées à la nécessité militaire et à l'avantage stratégique que

¹³⁸ *ibid*

¹³⁹ Résolution du Parlement européen du 16 février 2017 contenant des recommandations à la Commission concernant des règles de droit civil sur la robotique (2015/2103(INL))

¹⁴⁰ Jeangène Vilmer Jean-Baptiste, « La proportionnalité. Comment intervenir ? », dans : , La guerre au nom de l'humanité. Tuer ou laisser mourir, sous la direction de Jeangène Vilmer Jean-Baptiste. Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, « Hors collection », 2012, p. 441-469. URL : <https://www.cairn.info/la-guerre-au-nom-de-l-humanite--9782130583516-page-441.htm>

¹⁴¹ *Drones d'observation et drones armés : un enjeu de souveraineté*, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 23 mai 2017

la frappe permettra d'obtenir¹⁴². Or certains soulèvent le fait que les systèmes autonomes ne sauraient pas estimer la proportionnalité¹⁴³, et donc pourrait s'avérer être en contradiction avec un principe de guerre fondamental.

Le degré de létalité des drones armés

La question se pose également aujourd'hui : les drones font-ils plus ou moins de victimes civiles que d'autres moyens ? Il n'y a pas de rapports pouvant affirmer ou infirmer que l'utilisation d'un drone armé fait moins de victime qu'un avion de chasse par exemple, pouvant nuire finalement à la « légitimité » de l'UAS car « *il faudrait pouvoir comparer une situation réelle (le bilan d'aujourd'hui, qu'on ne connaît même pas) avec une situation virtuelle (ce qu'eut été ce bilan sans les drones)* »¹⁴⁴. Néanmoins, certains soutiennent que la facilité d'engagement des drones armés et leurs disponibilités poussent les acteurs à engager des frappes qui n'auraient peut-être pas eues lieu sans de telles armes : « *La comparaison pourrait donc valoir pour un conflit armé comme celui d'Afghanistan où, avec ou sans drones, l'intervention aurait de toute façon eu lieu. Il est en revanche probable que, sans drones, les Américains ne frapperaient pas au Pakistan, au Yémen ou en Somalie (ce qui ne signifie qu'on n'y mourrait pas, peut-être plus, la contre-insurrection locale ayant alors à faire le « sale travail » fait aujourd'hui par les drones)* »¹⁴⁵.

Le sujet controversé du « Targeted Killings »

Les États-Unis ont adopté l'élimination ciblée comme tactique essentielle dans le cadre de « la guerre contre le terrorisme », notamment en Afghanistan, en Irak, au Pakistan, au Yémen et en Somalie. Eliminations souvent perpétrées avec des drones, cette pratique ainsi que l'arme en question ont été sujet à la controverse. En effet, les victimes collatérales des frappes sont au coeur des débats éthiques et politiques sous l'administration Obama, le *principe de distinction* exigeant que les États distinguent les

¹⁴² Jeangène Vilmer Jean-Baptiste, « La proportionnalité. Comment intervenir ? », dans : , La guerre au nom de l'humanité. Tuer ou laisser mourir, sous la direction de Jeangène Vilmer Jean-Baptiste. Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, « Hors collection », 2012, p. 441-469. URL : <https://www.cairn.info/la-guerre-au-nom-de-l-humanite--9782130583516-page-441.htm>

¹⁴³ En **annexe 7** sont présentés deux exemples de dilemmes d'éthiques militaires

¹⁴⁴ Selon Jeangène Vilmer Jean-Baptiste, « Légalité et légitimité des drones armés », Politique étrangère, 2013/3 (Automne), p. 119-132. DOI: 10.3917/pe.133.0119. URL : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-119.htm>

¹⁴⁵ *ibid*

civils des combattants. De plus, il faut noter que les éliminations ciblées ne sont autorisées que dans les cas extrêmes d'autodéfense directe ou d'assistance d'urgence en cas de menace aiguë pour la vie des groupes de travail ou des passants innocents¹⁴⁶, excluant presque complètement l'utilisation de drones militaires armés. Dès lors, les Etats-Unis se sont appuyés sur les notions de « *légitime défense* » contre des acteurs non étatiques et le « *consentement des États* » à autoriser ces opérations sur leur territoire pour mener à bien ces opérations. Dans un discours prononcé à la *National Defence University* en 2013, Barack Obama présentait le programme américain de drones comme une alternative juridiquement et moralement supérieure à l'utilisation de forces spéciales ou de troupes au sol pour capturer ou tuer des suspects terroristes dans des zones non déclarées comme « zone de guerre »¹⁴⁷. Cela sans doute en raison de la propension du président américain à avoir recours à des drones armés : une étude réalisée par la *New America Foundation* rapporte qu'au cours de ses deux premières années de mandat, le président Obama a autorisé près de quatre fois le nombre de frappes au Pakistan que son prédécesseur¹⁴⁸. En définitive, si ces questionnements sont légitimes, il faut noter que ce n'est pas la plateforme d'armes qui doit être jugée, mais plutôt les conditions d'engagement de cette dernière. C'est ce que l'on peut appeler « la différenciation entre la fin et le moyen » : « *Ce qu'il faut condamner, ce n'est pas la technologie mais l'usage qu'on en fait, la politique, et en l'occurrence les erreurs et les abus d'une « guerre contre la terreur » qui a considérablement élargi, et banalisé, les conditions de l'assassinat ciblé.* »¹⁴⁹.

Le débat du « tampon moral »

Le débat se porte également sur l'impact psychologique de la déportation du télépilote. En effet, les équipages sont impliqués dans l'opération militaire tout en étant

¹⁴⁶ Stefan Oeter, « Armed Drones: Legal Issues from an International Law Perspective », *Ethics and Armed Forces*, janvier 2014. Disponible sur: <http://www.ethikundmilitaer.de/en/full-issues/20141-drones/oeter-armed-drones-legal-issues-from-an-international-law-perspective/> [consulté le 16 mai 2020]

¹⁴⁷ Larry Lewis, Diane M. Vavrichek, *Rethinking the drone war - national security, legitimacy, and civilian casualties in U.S. counterterrorism operations*, CNA and Marine Corps University Press, 2016

¹⁴⁸ Jonathan Masters, « Targeted Killings », Council on Foreign Relations, 23 mai 2013. Disponible sur : <https://www.cfr.org/background/targeted-killings> [consulté le 26 mai 2020]

¹⁴⁹ Jeangène Vilmer Jean-Baptiste, « Légalité et légitimité des drones armés », *Politique étrangère*, mars 2013, p. 119-132. DOI : 10.3917/pe.133.0119. URL : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-119.htm>

physiquement très éloignés du théâtre¹⁵⁰. Cela peut créer ce qui est appelé la « mentalité PlayStation ». Philip Alston, rapporteur spécial des Nations-Unies pour les exécutions extra-judiciaires déclarait à ce sujet « *Comme les opérateurs sont basés à des milliers de kilomètres du champ de bataille, et qu'ils participent uniquement à travers des écrans d'ordinateur et des systèmes audio, il y a un risque de voir se développer une mentalité PlayStation pour tuer* »¹⁵¹. Il est ici sous-entendu que l'éloignement physique pourrait conduire à une certaine « déresponsabilisation morale » ainsi qu'à un risque de déshumanisation de l'adversaire. En effet, certaines thèses démontreraient que la propension à tuer serait proportionnelle à la distance car le fait de tuer par la médiation serait un « tampon moral »¹⁵².

En définitive, les défis éthiques et juridiques posés par l'armement du drone sont finalement modérés. Il apparaît clairement que c'est l'autonomisation croissante des systèmes qui pose de réelles problématiques ; problématiques qui ne cesseront de croître au vu que la technologie avance.

¹⁵⁰ A noter que la France a elle rendu obligatoire le fait que les pilotes de drones se trouvent sur la zone de conflit

¹⁵¹ Julien Lausson, « L'ONU fustige la « mentalité PlayStation » qu'offrent les drones de combat », *Pop culture*, 04 juin 2010. Disponible sur : <https://www.numerama.com/magazine/15881-l-onu-fustige-la-mentalite-playstation-qu-offrent-les-drones-de-combat.html>, [consulté le 29 mai 2020]

¹⁵² M.L. Cummings, « Automation and Accountability in Decision Support System Interface Design », *The Journal of Technology Studies*, vol. 32, no 1, 2006, p. 26.

Conclusion

Il est donc d'actualité de surveiller l'évolution des capacités des États et des groupes non-étatiques en termes de capacité de drones armés. Les avancées technologiques sont considérables et ne cesseront de croître dans l'avenir. Par ailleurs, les récents événements de mars en Syrie illustrent parfaitement les changements des tactiques et des technologies de la guerre irrégulière, la Turquie ayant largement démontré l'efficacité de ses drones *Bayraktar TB2* et *Ankir-S* contre l'armée syrienne¹⁵³.

L'arrivée des essaims de drones est un défi supplémentaire ; arme de taille pour celui qui la possède et menace redoutable pour celui qu'elle vise. L'intelligence artificielle arrive elle aussi à s'imposer petit à petit ; l'année dernière un système muni d'une IA été testé lors du G7 de Biarritz où l'armée et la police ont réussi à coordonner 117 vols de 44 drones¹⁵⁴.

Il faut aujourd'hui prendre conscience de la montée en puissance de ces systèmes, et pourquoi pas intégrer davantage de pays au sein des régimes de contrôle existants afin de créer une base commune de régulation adaptée.

¹⁵³ Scott Crino and Andy Dreby, « Drone Losses Impact Turkey's Fighting in Libya », *Small war journal*, 10 mai 2020. Disponible sur : <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/drone-losses-impact-turkeys-fighting-libya> [consulté le 09 juin 2020]

¹⁵⁴ Nathalie Guibert, « Face aux engins pilotés à distance, la recherche de nouvelles parades », *le Monde*, 31 décembre 2019. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/international/article/2019/12/31/face-aux-engins-pilotes-a-distance-la-recherche-de-nouvelles-parades_6024466_3210.html [consulté le 09 juin 2020]

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ainsi, et à la faveur de ce développement, il est évident que le drone armé présente un double intérêt ; technologique d'une part, mais aussi, stratégique. Comme nous avons pu le démontrer, la capacité d'occuper la terre « par le ciel », l'aspect modulable d'une arme à l'endurance démultipliée, mais également une réduction de la boucle OODA, une capacité d'effectuer des missions *dull, dirty and dangerous*, et enfin un renforcement de l'impact psychologique chez l'adversaire cumulé à une réduction de sa liberté d'action, sont autant d'avantages, qui nous permettent d'en arriver à la conclusion suivante.

Le drone armé sert autant à la guerre qu'il sert à la coercition, et il semblerait qu'il se définisse comme nouvelle extension du bras militaire. D'après l'étude « *Cheap fights, credible threats: The future of armed drones and coercion* » d'Amy Zegart¹⁵⁵ les drones offrent trois avantages uniques en matière de coercition : la durabilité dans les conflits de longue durée, la certitude d'une punition précise qui peut changer la psychologie des adversaires, et les changements dans les coûts relatifs de la guerre. De plus, le drone armé permet une réduction relative du coût de l'action coercitive, étants : « *le sang, ou le risque de vies humaines ; le trésor, ou les coûts financiers de l'action ; et les coûts politiques ou de réputation, qui comprennent à la fois les coûts d'audience nationale et les coûts de réputation internationale liés à la prise et au respect des engagements.* »¹⁵⁶.

L'aspect létal des drones armés se perfectionne grâce à l'autonomisation accrue des systèmes : C'est pourquoi - et de plus en plus - il est cohérent d'observer dans le monde une démocratisation marquée de l'essaimage des drones et des programmes connexes, visant à imposer le *swarming drone* comme l'« arme » de demain. Ceci étant admis, il en va d'un débat prédominant, s'agissant de la place de l'homme dans la boucle décisionnelle, dans un contexte géopolitique résolument tendu, où nations et puissances industrielles, se laissent prendre au jeu de la course à l'autonomisation. À ce stade, néanmoins, il est

¹⁵⁵ Amy Zegart, *Cheap fights, credible threats: The future of armed drones and coercion*, Journal of Strategic Studies, 2018, DOI: 10.1080/01402390.2018.1439747

¹⁵⁶ *ibid*

important de garder à l'esprit que les systèmes actuels ne sont pas encore en capacité d'égaliser le cerveau humain, notamment lorsqu'il s'agit de toucher le cadre émotionnel - ces dits drones ne possédant pas de conscience, et se contentant par définition d'intégrer machinalement des données. Pour autant, si à l'avenir un système entièrement autonome venait à être utilisé, il serait à exiger de ce dernier une fiabilité quasi absolue ainsi qu'une adéquation avec les grands principes du droit international : autant de perspectives complexes à envisager lorsqu'on constate aujourd'hui le « non-consensus » qui existe autour des termes de vocabulaires essentiels¹⁵⁷, limitant déjà un accord commun sur les réelles capacités des systèmes.

Ainsi, nous pouvons en arriver au constat suivant : Si en effet l'autonomisation des systèmes de drones apporte des opportunités de taille, il n'en reste pas moins que les décisions susceptibles de porter atteinte aux individus demeurent - jusqu'à aujourd'hui - entre les mains de l'homme. Il ne s'agit donc pas de remplacer l'homme dans tout le système, mais de faire effectuer à la machine des missions pour lesquelles l'homme est moins efficace et plus lent. À cette faculté de mise en application des commandes humaines, il existe une volonté de développer non seulement l'intelligence de chacun des systèmes, mais aussi celle du réseau tout entier afin de pouvoir faire fonctionner plusieurs systèmes ensemble.

Aujourd'hui - et alors que le nombre d'Etat possédant des drones armés est en augmentation constante et que les technologies se développent - ces systèmes se sont imposés comme des éléments majeurs dans la compétition stratégique, qui seront à prendre en compte systématiquement, dans les années à venir. Autrefois largement dominé les États-Unis, la maîtrise de ces armes s'est aujourd'hui étendue à plusieurs Etats, si bien que cette tendance s'observe parfaitement dans le conflit actuel Libyen ; le représentant spécial des Nations Unies en Libye, Ghassan Salame, a d'ailleurs qualifié le conflit de « *plus grande guerre de drones au monde* »¹⁵⁸. Deux forces s'opposent sur le champ de bataille : d'une part, l'Armée nationale libyenne (LNA) de Khalifa Haftar soutenu

¹⁵⁷ Tel que pour « autonomie décisionnelle »

¹⁵⁸ Dan Sabbagh, Jason Burke, Bethan McKernan, « 'Libya is ground zero': drones on frontline in bloody civil war », *The Guardian*, 27 novembre 2019. Disponible sur : <https://www.theguardian.com/news/2019/nov/27/libya-is-ground-zero-drones-on-frontline-in-bloody-civil-war>. Consulté le 20 Juin 2020

par l'Égypte, les Émirats arabes unis et l'Arabie saoudite, utilisant des drones chinois *Wing Loong II*, environ sept fois moins cher qu'un Reaper américain¹⁵⁹.

Face à l'Armée nationale libyenne, les forces du gouvernement de l'Accord national (GNA), reconnu par l'ONU comme le gouvernement légitime de la Libye et soutenu par les principaux États occidentaux et des États tels que le Qatar et la Turquie, qui fournit elle ses drones *Bayraktar TB2*. Certains analystes affirment à ce titre, que la guerre aérienne en Libye a été prolongée par l'utilisation de drones relativement bon marché, puisqu'il y aurait eu plus de 900 missions de drones, estime l'ONU¹⁶⁰. Le drone armé semble donc se définir, aussi bien comme vecteur de supériorité, notamment dans des conflits asymétriques, que comme un véritable « égalisateur de pouvoir » dans des conflits plus conventionnels.

Ainsi, il semble donc que le polymorphisme des atouts offert par les systèmes de drones armés puisse changer en profondeur la conduite des opérations militaires. Nous pouvons légitimement espérer que dans les engagements opérationnels de demain, les notions de puissance et de supériorité se fondent avant tout dans l'utilisation pertinente et raisonnée de cette arme.

¹⁵⁹ *ibid*

¹⁶⁰ Dan Sabbagh, Jason Burke, Bethan McKernan, « 'Libya is ground zero': drones on frontline in bloody civil war », The Guardian, 27 novembre 2019. Disponible sur : <https://www.theguardian.com/news/2019/nov/27/libya-is-ground-zero-drones-on-frontline-in-bloody-civil-war>. Consulté le 20 Juin 2020

BIBLIOGRAPHIE

• ARTICLES DE PRESSE

BROSSEAU Anaïs, « L'endurance des drones, un atout pour l'armée française », *la Croix*, 25/07/2014. Disponible sur : <https://www.la-croix.com/Actualite/Monde/L-endurance-des-drones-un-atout-pour-l-armee-francaise-2014-07-25-1184048>.

[Consulté le 22 mars 2020]

COGNARD Franck, « La France réalise son premier tir de drone armé au Sahel : « Plus besoin d'attendre le soutien de l'aviation, nous pourrions traiter directement une cible fugace » », *Franceinfo*, 20/12/2019. Disponible sur https://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/armee-et-securite/premiere-frappe-d-un-drone-francais-au-sahel_3749909.html [consulté le 04 mai 2020]

COLLE Sally, « Counter-drone technologies are evolving to "counter" countermeasures », *Military embedded systems*. Disponible sur : <http://mil-embedded.com/articles/counter-drone-technologies-are-evolving-to-counter-countermeasures/> [consulté le 06 juin 2020]

CRINO Scott and DERBY Andy, « Drone Losses Impact Turkey's Fighting in Libya », *Small war journal*, 10/05/2020. Disponible sur : <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/drone-losses-impact-turkeys-fighting-libya> [consulté le 09 juin 2020]

GUIBERT Nathalie, « La montée en puissance des drones armés, un défi mondialisé, *Le Monde*, 31 décembre 2019. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/international/article/2019/12/31/la-montee-en-puissance-des-drones-armes-un-defi-mondialise_6024438_3210.html [consulté le 26 mai 2020]

D. Christian, « Syndrome Terminator : des experts en robotique boycottent la nouvelle branche armes autonomes du KAIST », *Génération nouvelle technologie*, 04 Avril 2018. Disponible sur : <https://www.generation-nt.com/kaist-intelligence-artificielle-arme-autonome-boycott-actualite-1952612.html> [consulté le 06 juin 2020]

HAMBLING D. « Drone Swarms will change the face of modern warfare », *Wired*, disponible sur: <http://www.wired.co.uk/article/drone-swarms-change-warfare> [consulté le 21 mai 2020]

HOIJTINK Thierry, « Drones et Intelligence artificielle : un sujet encore discret... », *SDMagazine*, 13 juin 2018, disponible sur : <https://sd-magazine.com/avis-experts/drones-et-intelligence-artificielle-un-sujet-encore-discret> [consulté le 11 mai 2020]

IRVINE Caitlin, « The american swarming program », *Security Distiller*, 16 aout 2019. Disponible sur : <https://thesecuritydistillery.org/all-articles/the-american-swarming-programme-part-two-of-three> [consulté le 02 mai 2020]

JEANGENE VILMER Jean-Baptiste, « Existe-t-il un "effet CNN" ? L'intervention militaire et les médias », *INA*, 01 décembre 2011. Disponible sur : <https://larevuedesmedias.ina.fr/existe-t-il-un-effet-cnn-lintervention-militaire-et-les-medias>. [consulté le 06 avril 2020]

LAFONTAINE Dan, « Army looks to enhance mission command with robotic swarms », *US army*, 17 janvier 2020. Disponible sur : https://www.army.mil/article/226268/army_looks_to_enhance_mission_command_with_robotic_swarms [consulté le 04 mai 2020]

LANGEAU Laurent, « Les États-Unis sont « prêts à riposter » aux attaques contre les installations pétrolières saoudiennes », *opex 360*, 16 septembre 2019. Disponible sur : opex360.com/2019/09/16/les-etats-unis-sont-prets-a-riposter-aux-attaques-contre-les-installations-petrolieres-saoudiennes/ [consulté le 02 juin 2020]

LAUSSON Julien, « L'ONU fustige la « mentalité PlayStation » qu'offrent les drones de combat », *Pop culture*, 04 juin 2010. Disponible sur : <https://www.numerama.com/magazine/15881-l-onu-fustige-la-mentalite-playstation-qu-offrent-les-drones-de-combat.html>, [consulté le 29 mai 2020]

LECOMPTE Erwan, « Quelle menace représentent les drones explosifs de l'État islamique ? », *Science et avenir*. Disponible sur : https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/drones/djihad-quelle-menace-representent-les-drones-explosifs-de-l-etat-islamique-ei_107467 [consulté le 03 juin 2020]

MIZOKAMI Kyle, « The Air Force Wants to Unleash a Robotic "Golden Horde" on Adversaries », *Popular mechanics*, 30 novembre 2018. Disponible sur : <https://www.popularmechanics.com/military/a29995819/us-air-force-golden-horde/> [consulté le 16 mai 2020]

NEVEU Louis, « La Darpa teste un essaim de 250 drones pour assister l'infanterie en milieu urbain », *Futura tech*, 12 aout 2019. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/drone-darpa-teste-essaim-250-drones-assister-infanterie-milieu-urbain-77200/> [consulté le 14 mai 2020]

OETER Stefan, « Armed Drones: Legal Issues from an International Law Perspective », *Ethics and Armed Forces*, janvier 2014. Disponible sur : <http://www.ethikundmilitaer.de/en/full-issues/20141-drones/oeter-armed-drones-legal-issues-from-an-international-law-perspective/> [consulté le 16 mai 2020]

RICHARDSON Jack, « The Coming Drone Swarm », *Defense Procurement International*, 16 février 2017, disponible sur : <https://www.defenceprocurementinternational.com/features/air/drone-swarms> [consulté le 12 mai 2020]

ROBLIN Sebastien, « Not Just F-35s: Israel's Drones Have Become a Big Headache For Syria », *The National Interest*, 22 octobre 2019. Disponible sur : <https://nationalinterest.org/blog/buzz/not-just-f-35s-israels-drones-have-become-big-headache-syria-89861> [consulté le 06 mai 2020]

SABBAGH Dan, BURKE Jason, MC KERNAN Bethan, « 'Libya is ground zero': drones on frontline in bloody civil war », *The Guardian*, 27 novembre 2019. Disponible sur : <https://www.theguardian.com/news/2019/nov/27/libya-is-ground-zero-drones-on-frontline-in-bloody-civil-war>. [Consulté le 20 Juin 2020]

SARAZZIN Benoît, « Innovation de rupture et rupture technologique », *Le blog de l'innovation de rupture*, 03 août 2011, disponible sur : <http://benoitsarazin.com/francais/2011/08/innovation-de-rupture-et-rupture-technologique.html> [consulté le 03 avril 2020]

SCHMITT Eric, « U.S. Used Missile With Long Blades to Kill Qaeda Leader in Syria », *The New York Times*, 24 juin 2020. Disponible sur : <https://www.nytimes.com/2020/06/24/world/middleeast/syria-qaeda-r9x-hellfire-missile.html?fbclid=IwAR1EEuW26Zft8FBYHHQuVMSglq8HP4iuGQC42ggRXSOLDG3mhGSBVBwmt-8>. [Consulté le 26 juin 2020]

SINGER P.W « The Global Swarm », *Foreign Policy*, 2013, disponible sur: <http://foreignpolicy.com/2013/03/11/the-global-swarm/> [consulté le 20 mai 2020]

SPECTOR Ronald, « 40-Second Man », *The New York Times*, 9 mars 2003. Disponible sur : <https://www.nytimes.com/2003/03/09/books/40-second-man.html> [consulté le 12 mai 2020]

TELLIER Maxime, « 101 ans après la Grande Guerre, la mort du soldat est devenue intolérable », *France Culture*, 11 novembre 2019, Disponible sur : <https://www.franceculture.fr/histoire/101-ans-apres-la-grande-guerre-la-mort-du-soldat-est-devenue-intolerable> [consulté le 06 avril 2020]

TREVITHICK Joseph, « USAF Wants To Network Its Precision Munitions Together Into A 'Golden Horde' Swarm », *The Drive*, 26 juin 2019 <https://www.thedrive.com/the-war-zone/28706/usaf-wants-to-network-its-precision-munitions-together-into-a-golden-horde-swarm> [consulté le 06 mai 2020]

« Ce qui fait du Rafale un avion de chasse hors-norme », *Capital*, 23/09/2016. <https://www.capital.fr/entreprises-marches/ce-qui-fait-du-rafale-un-avion-de-chasse-hors-norme-1167995> [consulté le 10 mars 2020]

« Drones pose 'real threat' to civil aviation: Iata chief », *BBC News*, 15 février 2016. Disponible sur : <https://www.bbc.com/news/business-35577124> [consulté le 10 mai 2020]

« Iran : l'armée acquiert des drones de combat de longue portée », *i24NEWS*, 20 avril 2020. Disponible sur : <https://www.i24news.tv/fr/actu/international/moyen-orient/1587358131-iran-l-armee-acquiert-des-drones-de-combat-de-longue-portee> [consulté le 05 juin 2020]

« Sahel : L'armée française déploie ses drones armés face aux djihadistes », *20 minutes*, 20/12/19 20/12/19. Disponible sur : <https://www.20minutes.fr/monde/2679495-20191220-sahel-armee-francaise-deploie-drones-armes-face-djihadistes> [consulté le 04 avril 2020]

« Venezuela : l'incroyable tentative d'assassinat de Maduro par des drones explosif », *Paris Match*, 05 août 2018. Disponible sur : <https://www.parismatch.com/Actu/International/Venezuela-l-incroyable-tentative-d-assassinat-de-Maduro-par-des-drones-explosifs-1567376> [consulté le 25 mai 2020]

- **ARTICLES DE REVUES SCIENTIFIQUES**

BACHMANN Sascha-Dominik, « Targeted Killings: Contemporary Challenges, Risks and Opportunities », *Journal of Conflict and Security Law*, 2013 Volume 18, Issue 2, Pages 259–288. Disponible sur <https://doi.org/10.1093/jcsl/krt007> [consulté le 02 avril 2020]

BONIFACE Pascal, « Guerre et opinion publique : communiquer, informer, désinformer. Entretien », *Hermès, La Revue*, 2014/3 (n° 70), p. 68-73. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2014-3-page-68.htm>. [Consulté le 10 avril 2020]

BOQUET Justine, « MyDefence développe un système anti-drones adapté aux aéroports », *Air et Cosmos*, 21 février 2019. Disponible sur : <https://www.air-cosmos.com/article/mydefence-dveloppe-un-systme-anti-drones-adapt-aux-aroports-623>[consulté le 26 mai 2020]

BOUTHERIN Grégory, PAJON Christophe, « L'ère du temps. Puissance aérienne et quatrième dimension : éléments d'une chronostratégie », *Stratégique*, 2013/1 (N° 102), p. 369-394. DOI : 10.3917/strat.102.0369. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-strategique-2013-1-page-369.htm> [consulté le 22 mars 2020]

CUMMINGS M.L, « Automation and Accountability in Decision Support System Interface Design », *The Journal of Technology Studies*, vol. 32, no 1, 2006, p. 26. [consulté le 10 mai 2020]

DUMOULIN André, « Le « zéro-mort » : entre le slogan et le concept », *Revue internationale et stratégique*, 2001/4 (n° 44), p. 17-26. DOI : 10.3917/ris.044.0017. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-internationale-et-strategique-2001-4-page-17.htm>. [Consulté le 06 avril 2020]

JEANGENE VILMER Jean-Baptiste, « Introduction : robotisation et transformations de la guerre », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 80-89. DOI : 10.3917/pe.133.0080. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-80.htm>. [Consulté le 10 mars 2020]

JEANGENE VILMER Jean-Baptiste, « La proportionnalité. Comment intervenir ? », dans : , *La guerre au nom de l'humanité. Tuer ou laisser mourir*, sous la direction de Jeangène Vilmer Jean-Baptiste. Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, « Hors collection », 2012, p. 441-469. URL : <https://www.cairn.info/la-guerre-au-nom-de-l-humanite--9782130583516-page-441.htm>

JEANGENE VILMER Jean-Baptiste, « Légalité et légitimité des drones armés », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 119-132. DOI : 10.3917/pe.133.0119. URL : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-119.htm>

NOEL Jean-Christophe, « Occuper sans envahir : drones aériens et stratégie », *Politique étrangère*, 2013/3 (Automne), p. 105-117. DOI : 10.3917/pe.133.0105. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2013-3-page-105.htm> [site consulté le 02 avril 2020]

WEBER Anne-Katrin, « Le dispositif du drone », *A contrario*, 2019/2 (n° 29), p. 3-24. DOI : 10.3917/aco.192.0003. Disponible sur <https://www.cairn.info/revue-a-contrario-2019-2-page-3.htm> [site consulté le 24 mars 2020]

ZEGART Amy « Cheap fights, credible threats: The future of armed drones and coercion », *Journal of Strategic Studies*, 28 février 2018. Disponible sur : <https://doi.org/10.1080/01402390.2018.1439747> [consulté le 14 avril 2020]

• **COMMUNIQUÉS**

Communiqué « BARKHANE : Poursuite de l'action dans la région de Mopti », *Ministère des Armées*, 23/12/2019. Disponible sur : <https://www.defense.gouv.fr/actualites/operations/barkhane-poursuite-de-l-action-dans-la-region-de-mopti>. [Consulté le 5 mai 2020]

Communiqué « Décès de 13 militaires au Mali », *Ministère des Armées*, 27/11/2019. Disponible sur : <https://www.defense.gouv.fr/actualites/articles/deces-de-13-militaires-au-mali> [consulté le 5 mai 2020]

• **CONFÉRENCES**

Fondation pour la recherche stratégique, « Drones armés : emplois actuels et futurs » 30 juin 2014, Paris.

Institut d'Études de Géopolitique Appliquée, « l'impact géopolitique de l'utilisation des drones armés », 15 novembre 2019, Paris

• **DOCUMENTS INSTITUTIONNELS ET SOURCES PRIMAIRES**

Autonomie et la létalité en robotique militaire, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages

Drones d'observation et drones armés : un enjeu de souveraineté, Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, 23 mai 2017

Emploi des systèmes de drones aériens, Réflexion doctrinale interarmées RDIA-2012/010_ESDA (2012) N 136 DEF/CICDE/NP, Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations, 06 juin 2012

Les drones en service dans l'Armée de l'Air, Fiche Technique, Armée de l'Air, Disponible sur : http://www.air-actualites.com/TirReaper/dossier/ft_drones.pdf [site consulté le 14 mars 2020]

Rapport d'information sur les drones, Commission nationale de défense des forces armées, 1er décembre 2009. Disponible sur : <http://www.assemblee-nationale.fr/13/rap-info/i2127.asp> [consulté le 24 mars 2020]

Rethinking the drone war - national security, legitimacy, and civilian casualties in u.s. counterterrorism operations, CNA and Marine Corps University Press, 2016

Targeted Killings, Council on Foreign Relations, 23 mai 2013. Disponible sur : <https://www.cfr.org/background/targeted-killings> [consulté le 26 mai 2020]

The UK Approach to Unmanned Aircraft Systems, Ministère britannique de la Défense, 2011

• **OUVRAGES**

La Guerre au XXIe siècle, Laurent Murawiec, 2000, Editions Odile Jacob, 304 pages

• **RAPPORTS D'ÉTUDES**

COSTE Frederic, *Impacts des UCAV (Unmanned Air Combat Vehicle) à l'horizon 2025-2035*, FRS, 10 juillet 2014.

FACHINELLI Ana Christina, MARCON Christian, MOINET Nicolas, 2001. Compte rendu, *Agilité ou paralysie stratégique : considérations réticulaires sur la boucle OODA*. Vième Colloque Franco-Brésilien, 07-09 janvier 2001, Université de Poitiers. Disponible sur <http://blogs.univ-poitiers.fr/c-marcon/files/2013/03/Consid%C3%A9rations-r%C3%A9ticulaires-sur-la-boucle-OODA-Marcon-Moinet-Facchinelli.pdf>. [consulté le 25 mars 2020]

GUETTINGER Dan, *The drone databook*, Center for the study of the drone at bard college, Septembre 2019. Disponible sur : <https://dronecenter.bard.edu/projects/drone-proliferation/databook/>

HOLLAND MICHEL Arthur, *counter drones system*, Center for the Study of the Drone, février 2018

PATRY Jean-Jacques, GROS Philippe, *Les opérations d'information depuis la troisième dimension : bilan et perspectives*, FRS, 8 juin 2007, 94 p

PATRY Jean-Jacques, LASSALLE Bruno, *L'armée de Terre : Une organisation humaine face à l'innovation*, Observatoire de l'armée de Terre 2035, 23 octobre 2017. Disponible sur :

<https://www.frstrategie.org/sites/default/files/documents/programmes/observatoire-armee-de-terre-2035/publications/2017/2017001.pdf>

RAHARIMBOLAMENA Éric, Le recours aux drones aériens par l'« État islamique, CERPA, février 2019. Disponible sur ;

<https://www.irsem.fr/data/files/irsem/documents/document/file/2971/N%C2%B0202%20-%20Note%20->

[%20Le%20recours%20aux%20drones%20ae%CC%81riens%20par%20l%E2%80%99%C2%AB%20E%CC%81tat%20islamique%20%C2%BB.pdf](https://www.irsem.fr/data/files/irsem/documents/document/file/2971/N%C2%B0202%20-%20Note%20-%20Le%20recours%20aux%20drones%20ae%CC%81riens%20par%20l%E2%80%99%C2%AB%20E%CC%81tat%20islamique%20%C2%BB.pdf) [consulté le 08 juin 2020]

S. FADOK David, *John Boyd and John Warden: Air Quest's for Strategic Paralysis*, School of Advanced Airpower Studies, Air University Press, Maxwell AFB, Alabama, February 1995, 61 p.

THIBOUT Charles, *De la guerre en essaim : drones, cyber et IA*, IRIS, 30 novembre 2018. Disponible sur : <https://www.iris-france.org/125167-de-la-guerre-en-essaim-drones-cyber-et-ia/> [consulté le 01 mai 2020]

Global Swarm Intelligence Market: Focus on Platform and Algorithm Model - Analysis and Forecast, 2018-2028, BIS Research, Octobre 2018

Protecting airports against drones - How to protect airports against unauthorized use of drones, White paper, MyDefence, 14 pages

- **SITES INTERNET**

Site de Air Force Technology. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/haroploiteringmuniti/>. [Consulté le 25 mars 2020]

Site de Dassault. URL : <https://www.dassault-aviation.com/fr/defense/rafale/caracteristiques-et-performances/>. [Consulté le 17 mars 2020]

Site de Embention. URL : <https://www.embention.com/news/drone-swarm-performance-and-applications/>. [consulté le 12 mai 2020]

Site de Paris Aéroport. URL : <http://www.orly.parisaeroport.fr/la-dsna-le-groupe-adp-et-thales-presentent-hologarde-contre-les-drones-malveillants/>

- **TRAVAUX UNIVERSITAIRES**

MCMINDES Kevin, 2005. *Unmanned aerial vehicle survivability the impacts of speed, detectability, altitude, and enemy capabilities*. Thèse. Monterey California, Naval Postgraduate School. Disponible sur : <https://core.ac.uk/download/pdf/36695681.pdf>

ANNEXES

ANNEXE 1 - Proposition de définition d'une innovation de rupture pour les armées

Source : Jean-Jacques Patry, Bruno Lassalle, « L'armée de Terre : Une organisation humaine face à l'innovation » *Observatoire de l'armée de Terre 2035*, 23 octobre 2017. Disponible sur : <https://www.frstrategie.org/sites/default/files/documents/programmes/observatoire-armee-de-terre-2035/publications/2017/2017001.pdf>

« Proposition de définition d'une innovation de rupture pour les armées :

Une innovation dite de « rupture » change les comportements de belligérants (étatiques ou non étatiques) dans la confrontation :

- Par l'imposition d'une forme d'affrontement organisée inédite de niveau stratégique : levée en masse, dissuasion nucléaire dans le passé ; guerre cyber-mondiale aujourd'hui, nanomonde demain et / ou ;

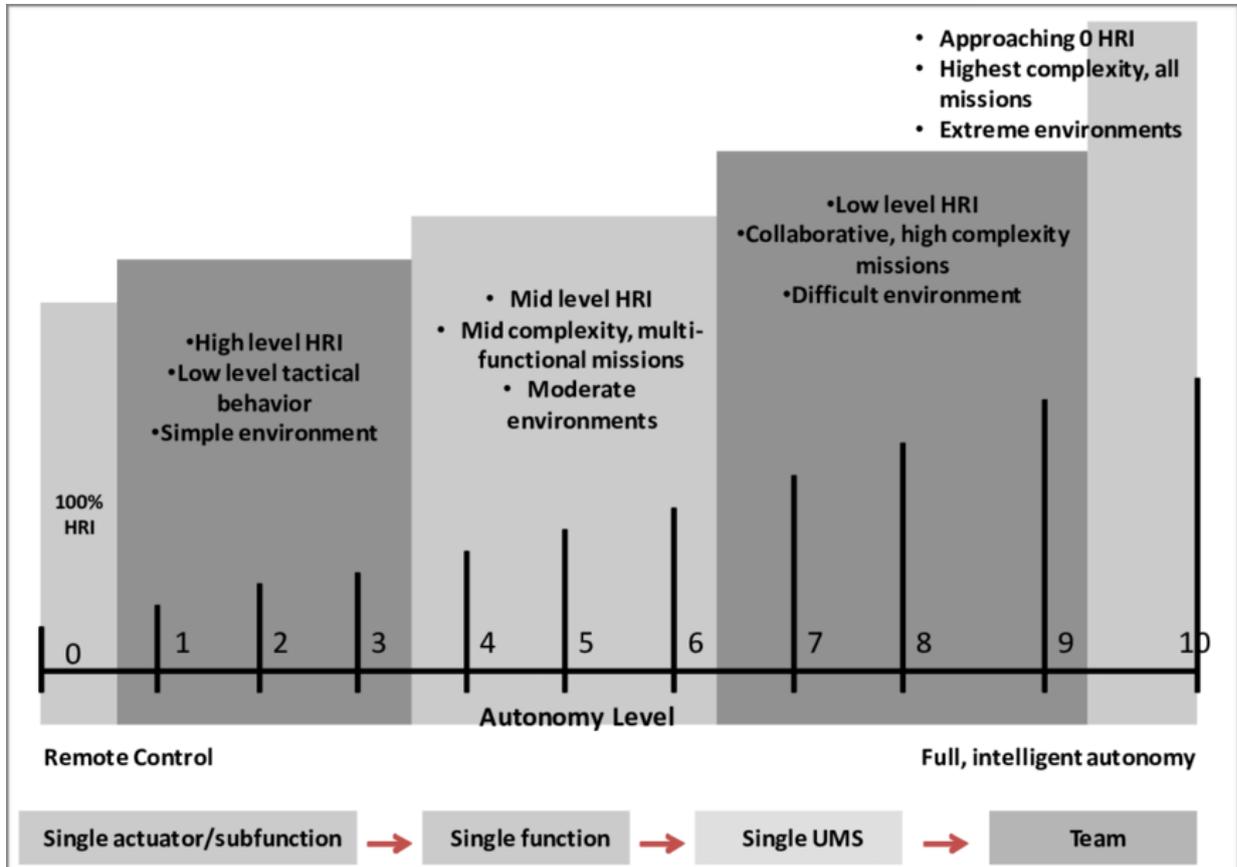
- Par l'apparition d'une nouvelle dimension opérationnelle de niveau stratégique et opératif, pour laquelle il faut dédier des moyens auparavant inexistantes ou inadaptés : spectre électromagnétique, espace extra-atmosphérique dans le passé, dimension souterraine dans le futur et / ou ;

- Par l'adoption de modes opératoires de niveau opératif ou de modes d'action de niveau tactique surclassant ou déclassant l'efficacité des modes opératoires et d'actions usuellement mis en œuvre et / ou ;

- Par un rythme opérationnel fulgurant »

ANNEXE 2 - Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS) model of autonomy

Source: Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS) model of autonomy, depicting level of HRI along the autonomy continuum (adapted with permission from Huang, Pavek, Albus, & Messina, 2005). Note: Unmanned System (UMS).



ANNEXE 3 - Drones and the threat cost/credibility curves

Source: Amy Zegart, « Cheap fights, credible threats: The future of armed drones and coercion », *Journal of Strategic Studies*, 28 février 2018. Disponible sur : <https://doi.org/10.1080/01402390.2018.1439747>

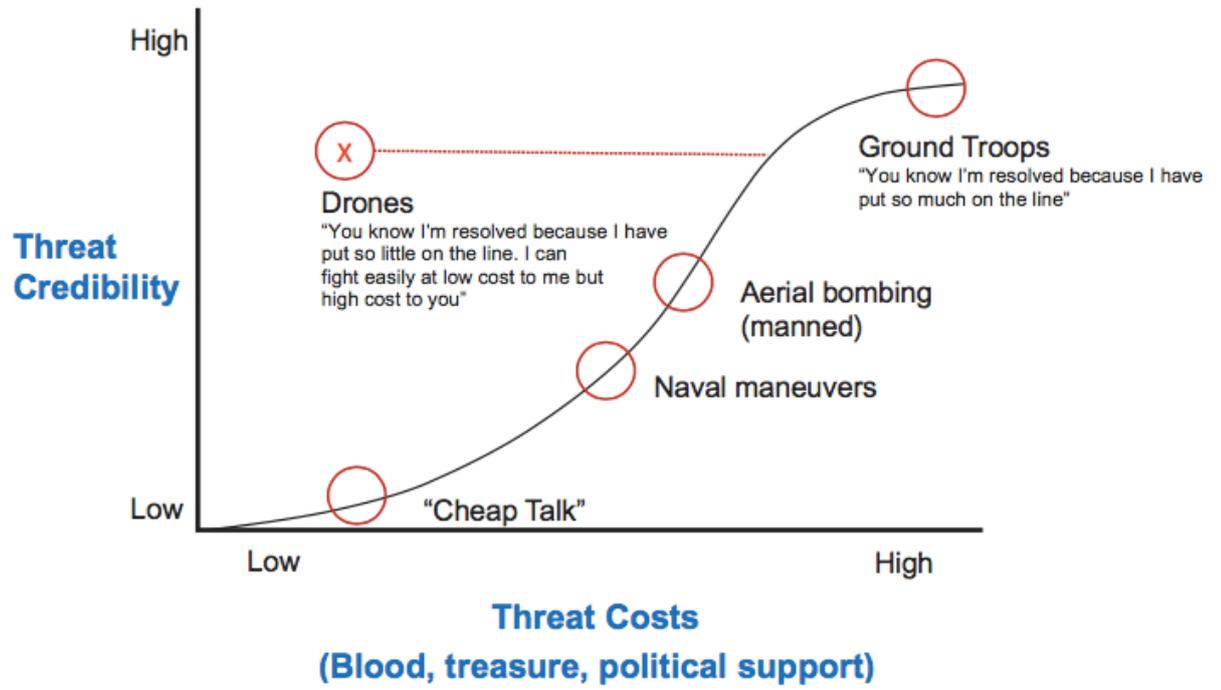
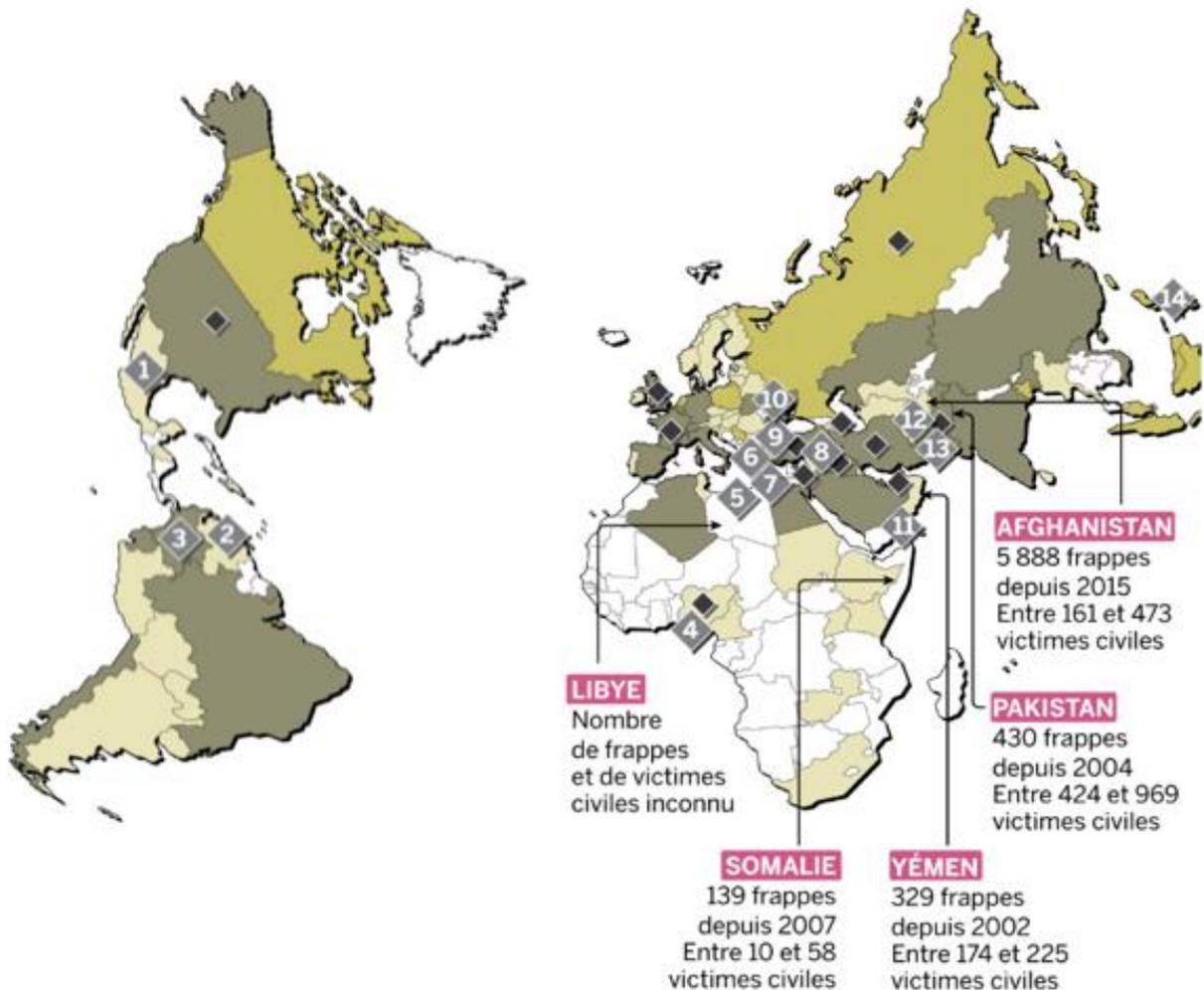
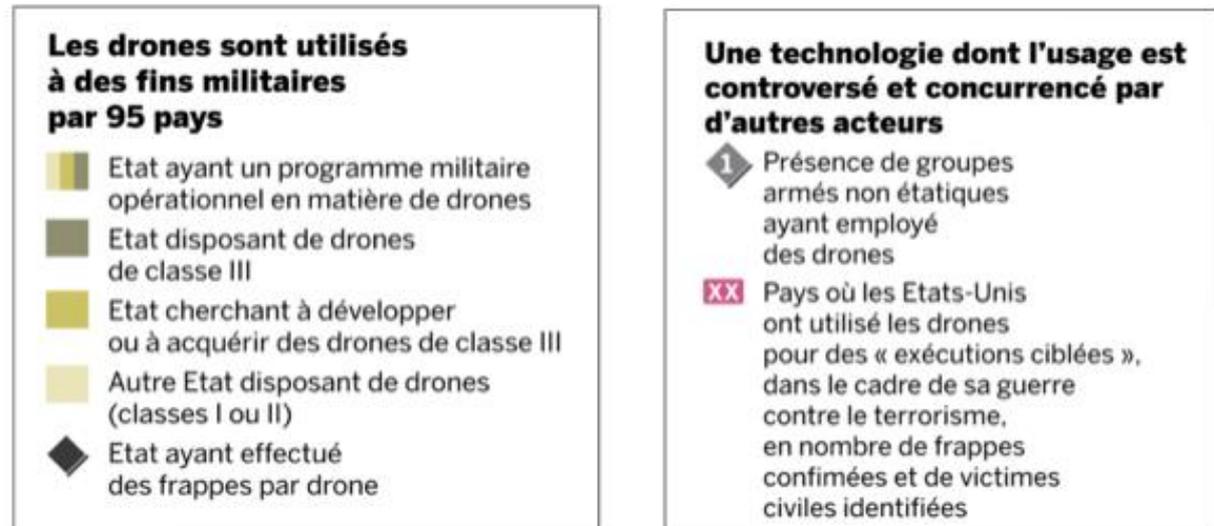


Figure 3. Drones and the threat cost/credibility curve.

ANNEXE 4 -Infographie concernant la possession et l'emploi des drones par les Etats

Source : Nathalie Guibert, « La montée en puissance des drones armés, un défi mondialisé », *Le Monde*, 31 décembre 2019. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/international/article/2019/12/31/la-montee-en-puissance-des-drones-armes-un-defi-mondialise_6024438_3210.html. [Consulté le 14 mars 2020]



- 1 **Mexique** *Cartel Jalisco*
- 2 **Venezuela** *Déserteurs de l'armée vénézuélienne*
- 3 **Colombie** *FARC*
- 4 **Nigeria** *Boko Haram*
- 5 **Libye** *Armée nationale libyenne, factions rebelles*
- 6 **Territoires palestiniens** *Hamas, Jihad islamique*
- 7 **Liban** *Hezbollah*

- 8 **Syrie** *Brigades Ahrar Al-Chan, Front Al-Nosra, groupe Khorasan, organisation Etat islamique*
- 9 **Turquie** *PKK*
- 10 **Ukraine** *Séparatistes pro-russes*
- 11 **Yémen** *Rebelles houthistes*
- 12 **Afghanistan** *Talibans*
- 13 **Pakistan** *Al-Qaida*
- 14 **Philippines** *Groupe Maute*

Sources : D. Gettinger, *The Drone Book*, Bard College, 2019 ; The New American Foundation, *The Drone Wars* ; The Bureau of Investigative Journalism, *Drone War Project*

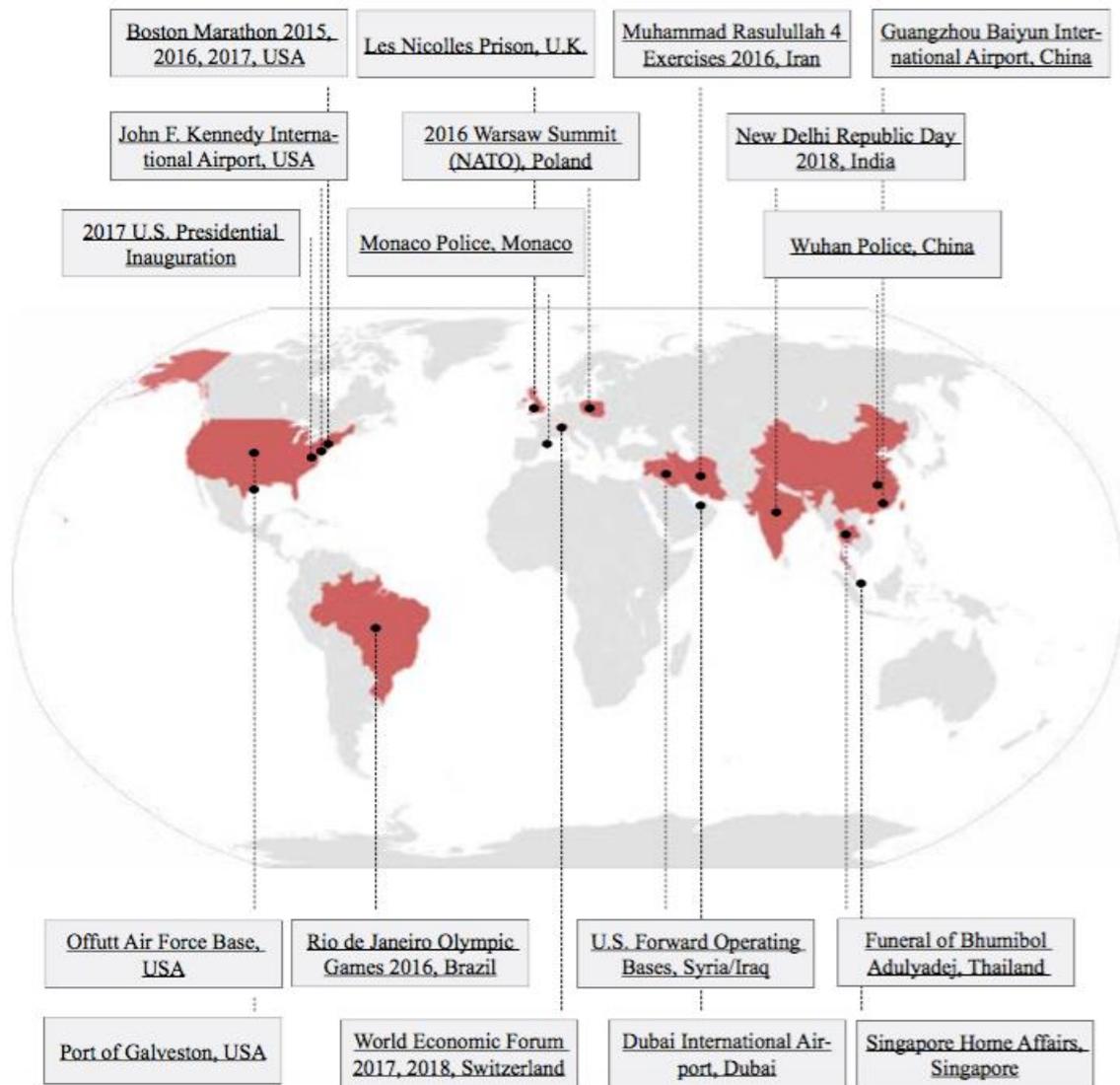
ANNEXE 5 - Les différentes solutions de détection anti drones – leurs avantages et leurs limites

Source : *Protecting airports against drones - How to protect airports against unauthorized use of drones*, White paper, MyDefence, 14 pages

Method	Benefits	Limitations
RF detection	<ul style="list-style-type: none"> • Long range • Can locate controller and drone • Lends itself to signal jamming and intercept 	<ul style="list-style-type: none"> • Requires RF signal
Radar	<ul style="list-style-type: none"> • Can detect drones without RF control signal • Long range 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficult to detect low flying drones • Problems distinguishing from other small objects
Acoustic	<ul style="list-style-type: none"> • Can detect drones without RF control signal 	<ul style="list-style-type: none"> • Very limited range • Interference-prone in noisy environments
Infra-red	<ul style="list-style-type: none"> • Can detect drones without RF control signal 	<ul style="list-style-type: none"> • Most small drones produce very little heat • Limited range
Visual - human	<ul style="list-style-type: none"> • Can detect drones without RF control signal • Can easily tell whether it's a drone or a bird at reasonable distance 	<ul style="list-style-type: none"> • Human(s) needed to observe skies • Limited visual range of humans • Not effective at night and in poor visibility conditions
Visual - automated	<ul style="list-style-type: none"> • Can detect drones without RF control signal 	<ul style="list-style-type: none"> • Even advanced algorithms may fall to detect odd-looking or disguised drones • Limited range

ANNEXE 6 -Exemple de systèmes C-UAS autour du monde

Source: Arthur Holland Michel, *counter drones system*, Center for the Study of the Drone, février 2018



ANNEXE 7 - Dilemmes éthiques militaires : du langage juridique et des principes éthiques au langage informatique

Source : *Autonomie et la létalité en robotique militaire*, Centre de recherche des Écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr), 6 février 2018, 268 pages. p179

DILEMME N° 1

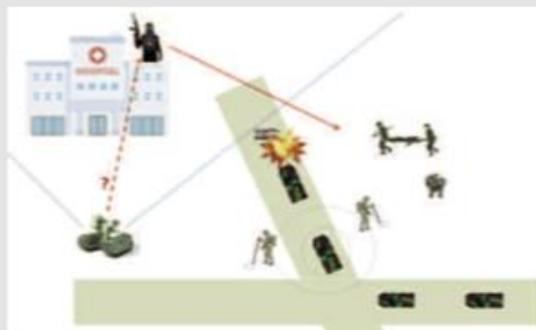
Une section d'infanterie embarquée sur des *VBCI* de l'Armée française est en progression aux abords d'un village. Le 1^{er} *VBCI* est touché par un engin explosif improvisé (*IED*) et des soldats français de ce véhicule sont blessés. Le 2^e s'arrête afin d'effectuer les mesures de sûreté « 5.25 », stoppant le convoi.

Le 2^e véhicule déploie un robot autonome armé et lui donne l'ordre de protéger les soldats français blessés ou non du 1^{er} véhicule, c'est-à-dire de les appuyer durant la procédure « 5.25 ». Le robot a une autonomie de décision de tir dans un secteur déterminé (mode semi-autonome avec délégation de tir) qui exclut la *No Fire Area* (un hôpital).

Des insurgés, situés dans l'hôpital tirent sur les soldats. Ils sont dans le secteur de tir du robot.

Dilemme éthique, choix entre deux solutions :

- Ne pas tirer pour respecter l'interdiction de tir sur la *NFA* et risquer la vie des soldats français.
- Tirer pour protéger les soldats en enfreignant les règles d'interdiction de tir sur la *NFA*.



DILEMME N° 2

Une unité d'infanterie est en contrôle de zone dans un secteur urbain, proche d'un village. Des soldats sont en aval du robot autonome qui a été déployé et à qui on a délégué une décision de tir (mode semi-autonome avec délégation de tir) face à la direction dangereuse.

Le robot a pour mission de détruire tout potentiel *sniper* qui tirerait sur les soldats depuis les bosquets.

Les soldats sont pris à partie par un *sniper* embusqué. Au même moment, un véhicule piégé se dirige à toute vitesse sur des civils, situés à la droite du dispositif. L'ensemble de la scène se déroule dans le secteur d'action et de tir du robot.

Dilemme éthique, choix entre deux solutions :

- Continuer sa mission initiale, c'est-à-dire détruire le *sniper* pour éliminer le plus rapidement possible la menace de tirs en direction des soldats.
- Se « sacrifier » en se jetant sous les roues du véhicule piégé pour sauver les civils au détriment de sa mission.

