

N° 711

SÉNAT

SESSION ORDINAIRE DE 2020-2021

Enregistré à la Présidence du Sénat le 23 juin 2021

RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

*au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense
et des forces armées (1) sur les **drones** dans les **forces armées**,*

Par MM. Cédric PERRIN, Gilbert ROGER, Bruno SIDO et François BONNEAU,

Sénateurs

(1) *Cette commission est composée de* : M. Christian Cambon, *président* ; MM. Pascal Allizard, Olivier Cadic, Olivier Cigolotti, Robert del Picchia, André Gattolin, Guillaume Gontard, Jean-Noël Guérini, Joël Guerriau, Pierre Laurent, Cédric Perrin, Gilbert Roger, Jean-Marc Todeschini, *vice-présidents* ; Mmes Hélène Conway-Mouret, Joëlle Garriaud-Maylam, MM. Philippe Paul, Hugues Saury, *secrétaires* ; MM. François Bonneau, Gilbert Bouchet, Mme Marie-Arlette Carlotti, MM. Alain Cazabonne, Pierre Charon, Édouard Courtial, Yves Détraigne, Mme Nicole Duranton, MM. Philippe Folliot, Bernard Fournier, Mme Sylvie Goy-Chavent, M. Jean-Pierre Grand, Mme Michelle Gréaume, MM. André Guiol, Alain Houpert, Mme Gisèle Jourda, MM. Alain Joyandet, Jean-Louis Lagourgue, Ronan Le Gleut, Jacques Le Nay, Mme Vivette Lopez, MM. Jean-Jacques Panunzi, François Patriat, Gérard Poadja, Mme Isabelle Raimond-Pavero, MM. Stéphane Ravier, Bruno Sido, Rachid Temal, Mickaël Vallet, André Vallini, Yannick Vaugrenard, Richard Yung.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS	5
AVANT-PROPOS	9
I. LA CAPACITÉ « DRONES » DES ARMÉES FRANÇAISES : UN RETARD QUI SE RÉSORBE ENCORE TROP LENTEMENT.....	10
A. UN RETARD QUI TEND A SE RESORBER.....	10
1. <i>Un retard pénalisant au démarrage.....</i>	10
2. <i>Un rattrapage capacitaire en cours.....</i>	12
3. <i>Un retard qui perdure sur le segment des drones tactiques et sur celui des drones navals ..</i>	15
4. <i>Un Eurodrone enfin sur des rails</i>	18
B. DES DRONES DÉSORMAIS INSCRITS DANS LE PAYSAGE.....	20
1. <i>Des drones indispensables dans tous les champs de l'activité militaire.....</i>	20
2. <i>Une capacité à part entière de l'arsenal français</i>	20
3. <i>Des enjeux RH bien pris en compte.....</i>	22
C. NOUVEAUX ENJEUX, NOUVEAUX DÉFIS.....	24
1. <i>Robotisation, miniaturisation, autonomisation : les enjeux technologiques</i>	24
2. <i>Les drones, au cœur des conflits récents et à venir</i>	27
3. <i>Des règles de navigabilité et d'insertion dans le trafic aérien qui restent contraignantes....</i>	30
II. UNE MENACE « DRONES » ENCORE INSUFFISAMMENT PRISE EN COMPTE	32
A. UNE « MENACE DRONES » QUI NE CESSE DE PRENDRE DE L'AMPLEUR	32
1. <i>Une explosion des drones aériens civils en circulation</i>	32
2. <i>Une prolifération des drones militaires sur les théâtres extérieurs</i>	33
B. UNE PRISE EN COMPTE RÉCENTE	34
1. <i>Une menace pour les forces armées.....</i>	34
2. <i>Un début de réponse</i>	36
3. <i>La lutte anti-drones, un défi technologique.....</i>	37
III. DES RECOMMANDATIONS ARTICULÉES EN TROIS AXES.....	40
A. CONFORTER ET ÉTENDRE LA CAPACITÉ « DRONES » DE NOS FORCES ARMÉES	40
1. <i>Mener à bien le rattrapage capacitaire sans prendre de nouveau retard.....</i>	40
2. <i>Doter nos armées d'une capacité nouvelle de drones « bon marché » et « consommables », c'est-à-dire sacrificiables sur le champ de bataille</i>	41
3. <i>Soutenir davantage notre filière industrielle de drones et robots</i>	42
B. FAIRE DE LA LUTTE ANTI-DRONES UNE PRIORITÉ	43
1. <i>Rendre nos défenses anti-aériennes plus robustes</i>	43
2. <i>Prendre en compte la rapidité des évolutions technologiques.....</i>	44
3. <i>Accélérer la mise en place d'un système de navigation et de contrôle dans l'espace aérien de très basse altitude.....</i>	45

C. FAVORISER L'AGILITÉ DES MODES D'ACQUISITION, SIMPLIFIER LES PROCÉDURES ET ASSOUBLIR LA RÉGLEMENTATION	46
1. Favoriser l'agilité des modes d'acquisition.....	46
2. Simplifier les procédures et assouplir la réglementation pour faciliter l'utilisation des drones militaires.....	47
EXAMEN EN COMMISSION.....	49
LISTE DES DÉPLACEMENTS.....	61
LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES	63

SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS

1. Conforter et étendre la capacité « drones » de nos forces armées

► Mener à bien le rattrapage capacitaire sans prendre de nouveau retard

Il est indispensable de **garder le cap et de livrer rapidement aux armées les capacités dont elles ont besoin**, la mise à disposition des drones SDT *Patroller* étant une priorité.

Il faut aussi avancer sur la question de **l'armement de ces drones tactiques**, nécessaire pour assurer leur « exportabilité » et la viabilité de leur modèle économique. Il en est même pour **l'Eurodrone**, programme structurant dont il faut assurer l'accompagnement.

Enfin, l'accent doit être mis sur les autres programmes en cours, notamment **ceux qui concernent la Marine**, qui souffrent d'un important retard.

► Doter nos armées d'une capacité nouvelle de drones « bon marché » et « consommables »

Doter nos armées de **drones « sacrificiables »** qui pourraient être utilisés à la place ou en complément des moyens aériens classiques, est une **nécessité pour se préparer aux conflits de haute intensité**.

Les rapporteurs proposent de doter les armées de **drones peu élaborés et peu coûteux** : des micro-drones destinés à servir de leurres, à mener des attaques saturantes et à entraîner les forces, des micro-drones armés (qui ne seraient cependant pas des armes autonomes) et des drones d'attaque un peu plus gros, de type munitions télé-opérées.

► Soutenir davantage notre filière industrielle

La France dispose des bases solides, avec des fleurons de la BITD, des « pépites » mais aussi de nombreuses jeunes pousses et entreprises innovantes qui sont très peu soutenues par l'État. Le rapport recommande de **soutenir davantage cette filière** et de favoriser sa structuration. Il suggère aussi de **mieux protéger** nos startups et entreprises de taille intermédiaire de robotique des tentatives de prédation par des fonds d'investissement étrangers.

2. Faire de la lutte anti-drones une priorité

De toute évidence, la menace que représentent les drones sera un **élément structurant des conflits futurs** : il est impératif de mieux en protéger nos armées.

► Allouer plus de moyens à la lutte anti-drones

Le rapport **prend acte du lancement d'un nouveau marché** (PARADE) destiné à l'acquisition d'une solution anti-drones complète pour les armées ; cette solution, qui combinera de multiples moyens de détection et de neutralisation, devra être agile, capable, grâce à de l'intelligence artificielle, d'analyser la menace et de sélectionner la meilleure réponse technique à y apporter en fonction du contexte (taille du drone, drone télé-opéré ou autonome, seul ou en essaim, distance, lumière...). Elle devra aussi être connectable avec les défenses sol-air pour **permettre un traitement simultané de la menace sur toutes les couches** et suffisamment ouverte pour garantir l'intégration des innovations technologiques ultérieures.

En outre, la capacité anti-drones des forces armées doit aussi comprendre aussi une « capacité de défense anti-aérienne de contact », mobile, au niveau des unités. En tout état de cause, il faut **allouer à cette priorité des moyens budgétaires suffisants**. Il faut aussi veiller à ce que les petites entreprises et startups aient bien la possibilité de proposer leurs solutions.

► Agir dans d'autres directions

Par ailleurs, la lutte anti-drones ne saurait se réduire pas à une question capacitaire : **l'entraînement des forces, la lutte dans le champ informationnel** doivent faire partie des réponses, de même que l'organisation et le contrôle de la **navigation dans l'espace aérien de basse altitude**.

Le rapport recommande aussi de **prendre en compte la rapidité de l'évolution technologique** pour adapter la réponse anti-drones et de mettre l'accent dès à présent sur l'identification de solutions aux **défis technologiques de demain**, ceux des drones autonomes et des attaques saturantes.

3. Favoriser l'agilité des modes d'acquisition, simplifier les procédures et assouplir la réglementation pour gagner en efficacité

► **Favoriser l'agilité des modes d'acquisition**

Les rapporteurs recommandent de **favoriser l'agilité des modes d'acquisition**, un domaine aussi évolutif que celui des drones, où les évolutions technologiques sont particulièrement rapides, s'accommodant mal de la lenteur et du formalisme des procédures d'achat.

Un changement de culture pour prendre en compte l'innovation et gagner en réactivité est nécessaire. À cet effet, le rapport propose :

- d'exploiter mieux les **marges de manœuvre** offertes par le **code des marchés publics** ;

- de **valoriser davantage la capacité d'innovation des armées** en s'appuyant sur leurs centres techniques et laboratoires et de connecter l'ensemble de leurs compétences en matière de drones et de lutte anti-drones dans un **centre d'excellence interarmées** ;

- enfin, de donner plus **d'autonomie et de moyens** à **l'Agence de l'Innovation de défense**.

► **Simplifier les procédures et assouplir la réglementation**

Les rapporteurs recommandent **d'alléger les procédures** pour accélérer le traitement des demandes de **certification de la navigabilité des drones**, des marges pouvant être trouvées dans la reconnaissance des procédures d'instruction déjà réalisées dans le secteur civil.

De manière générale, ils attirent l'attention sur la nécessité de **limiter l'instauration de nouvelles normes ou réglementations** qui réduisent le bénéfice que les forces armées peuvent tirer de l'acquisition d'équipements performants et qui vont à l'encontre de l'efficacité.

Enfin, ils préconisent de **faciliter l'insertion des « gros » drones militaires dans la circulation aérienne générale**, le cadre actuel restreignant leur utilisation sur le territoire national pour la formation, l'entraînement mais aussi pour les missions de surveillance.

AVANT-PROPOS

Dans son précédent rapport sur les drones, publié en 2017, la commission des affaires étrangères et de la défense faisait le constat que « *la France, à l'instar des autres pays européens, avait pour une large part manqué le tournant décisif des drones* ». Le contexte était alors celui de la montée en puissance des drones MALE *Reaper*, achetés dans l'urgence aux Etats-Unis pour combler nos besoins de surveillance aérienne au Sahel, faute d'une solution souveraine.

Aujourd'hui, **le contexte a changé et de nouveaux enjeux sont apparus**. Au niveau des capacités, un rattrapage est en cours : les forces armées disposeront de plusieurs milliers de drones d'ici 2025, contre quelques dizaines seulement il y a quatre ans. Certes, le rattrapage a surtout concerné les drones MALE et, d'un point de vue quantitatif, les drones de contact. Des attentes fortes subsistent, particulièrement sur le **segment des drones tactiques** (notamment les SDT *Patroller* destinés à l'Armée de terre).

Par ailleurs, de **nouveaux enjeux sont apparus. Des enjeux technologiques**, avec l'intégration des drones dans des « systèmes de systèmes » (bulle Scorpion et surtout Système de combat aérien futur) et leur autonomisation croissante. Mais surtout **un enjeu stratégique** : désormais, les drones ne sont plus seulement une capacité à acquérir, mais aussi **une menace dont les armées doivent se protéger**.

De fait, comme l'ont montré plusieurs conflits récents (campagne turque dans le nord de la Syrie au printemps 2020, guerre au Haut-Karabagh à l'automne 2020), les **drones sont de plus en plus utilisés, à grande échelle, et en première ligne, sur le champ de bataille**. La production et l'exportation de ces systèmes par des pays comme la Turquie ou l'Iran a considérablement augmenté ces dernières années, à l'origine d'une **prolifération des drones** dans certaines régions comme le Moyen-Orient.

Mais la **menace concerne aussi le territoire national**, où le nombre de drones en circulation a forment augmenté ces dernières années, et avec lui le nombre d'incidents, d'origine volontaire ou non. Pour les armées, il s'agit d'une préoccupation pour la sécurité des emprises et des activités militaires et d'un enjeu majeur pour l'Armée de l'air qui, au titre de sa mission de sûreté aérienne, a en charge la coordination de la lutte anti-drones lors des grands événements organisés sur le territoire national.

Nos forces armées sont-elles **prêtes à faire face à ce défi des drones** ? Quelles sont, pour elles, les **implications des évolutions récentes et notamment du rôle croissant joué par les drones dans les conflits armés** ?

Telles sont les questions que ce rapport se propose d'examiner.

I. LA CAPACITÉ « DRONES » DES ARMÉES FRANÇAISES : UN RETARD QUI SE RÉSORBE ENCORE TROP LENTEMENT

A. UN RETARD QUI TEND A SE RESORBER

1. Un retard pénalisant au démarrage

Si les armées françaises utilisent les drones depuis la décennie 1980, elles ont longtemps souffert d'un retard au plan capacitaire, particulièrement dans le domaine des drones MALE.

Alors qu'au début des années 2000, la guerre en Afghanistan démontre la nécessité de se doter de drones, **les premiers programmes engagés connaissent de nombreux retards et déconvenues.**

Choisi dans l'urgence au tournant des années 2000 pour remplacer le système précédent *Hunter* dans l'attente d'une solution européenne de drone MALE, le **système intérimaire de drone MALE (SIDM) *Harfang*** a été livré en 2008, avec cinq années de retard sur la date prévue (2003) et d'importants surcoûts (la dépense est multipliée par quatre). De fait, cette solution, achetée « sur étagère » auprès d'une entreprise israélienne et qui devait simplement être adaptée aux besoins de l'armée, s'avère plus longue et plus compliquée à mettre au point que prévu.

Dans le même temps, les **systèmes de drones tactiques intérimaires (SDTI) *Sperwer*** commandés en 2001 par l'Armée de terre s'illustrent par leurs mauvaises performances (manque d'autonomie, de fiabilité) et leur manque de robustesse dans un contexte d'utilisation intense, à l'origine, là encore, d'une dérive des coûts.

Ces débuts chaotiques vont trouver un **prolongement dans les programmes ultérieurs.**

Quelques années plus tard, la solution européenne n'étant toujours pas en vue (échec du programme EuroMALE lancé en 2004, puis l'enlisement du programme franco-germano espagnol de drone MALE Talarion) ni la solution alternative envisagée au plan national (une version « francisée » du drone israélien Héron) opérationnelle, la France, comme d'autres pays européens, est **contrainte d'acheter dans l'urgence des drones MALE *Reaper* à l'entreprise américaine General Atomics** afin de doter l'Armée de l'air et de l'espace d'une capacité ISR pour la guerre menée au Mali.

Ce choix technologique réalisé sous la contrainte n'a pas été exempt d'inconvénients : les premiers systèmes livrés n'ayant pas été conçus pour l'exportation, pour des raisons de sécurité, leur maintenance doit être assurée sur site par l'industriel américain et tout déplacement des systèmes est soumis à autorisation du Congrès américain. La formation à l'utilisation

du premier système est aussi assurée aux Etats-Unis, en l'absence de simulateur en France.

Les **programmes d'équipement de l'Armée de terre en drones connaissent également des retards pénalisants**. En 2020, les **mini-drones de reconnaissance SMDR *Spyranger*** de Thales, commandés en 2016, n'étaient pas encore opérationnels en raison de problèmes techniques, alors que les drones de renseignement au contact (DRAC) qu'ils doivent remplacer sont en fin de vie. De même, la livraison des **systèmes de drones tactiques (SDT) *Patroller*** de Safran, commandés en 2016, n'a pu intervenir en 2018, à la date prévue au contrat. Plus grave, en décembre 2019, le crash d'un *Patroller* lors d'un vol d'essai industriel est à l'origine d'un nouveau retard, deux années supplémentaires étant nécessaires pour fiabiliser l'appareil, alors qu'en juillet 2020, l'Armée de terre est contrainte de suspendre l'utilisation de la flotte des SDTI pour des raisons de sécurité. Il s'agit donc d'un **véritable « trou capacitaire », particulièrement pénalisant**.

La Marine nationale, dotée de longue date de drones sous-marins dans le cadre de la lutte anti-mines, souffre d'un **important retard en matière de drones aériens**. Le temps mis par l'industrie à prendre en compte les spécificités de l'utilisation des drones en milieu maritime (environnement salin, mouvements de la mer...) a sans doute pesé dans ce retard. Envisagé dès 2010, le programme de drones tactiques à décollage et atterrissage vertical (Vertical take-off landing ou VTOL) destiné à l'équipement des frégates a ainsi été différé à plusieurs reprises. Pour rattraper ce retard, la Marine s'est donné comme ambition que chacun de ses bâtiments soit doté au moins d'un drone aérien à l'horizon 2030.

Par ailleurs, alors qu'elle a en charge la **surveillance de la deuxième plus vaste zone économique exclusive au niveau mondial** (11 millions de km²), la Marine ne peut compter pour assurer cette mission que sur les vols habités. Dans le cadre du **programme AVISMAR**, qui vise à renouveler la flotte d'avions affectée à cette mission, elle souhaiterait **se doter d'un drone MALE pour compléter ce dispositif**.

Les **raisons pouvant expliquer tous ces retards et difficultés sont nombreuses** : délais nécessaires à la définition des besoins par les forces armées, à l'acquisition des compétences par les industriels, à la validation des solutions techniques, restrictions budgétaires...

Dans le chapitre qu'elle consacre aux drones aériens dans son rapport public annuel 2020 ¹, la Cour des comptes évoque aussi des résistances d'ordre culturel, l'urgence du besoin opérationnel, les divergences des besoins entre armées, un manque de constance dans les choix industriels, capacitaires et diplomatiques des pouvoirs publics, des

¹ *Les drones militaires aériens : une rupture stratégique mal conduite, rapport public annuel de la Cour des Comptes, février 2020.*

rivalités entre industriels et l'absence de vision stratégique et de planification de moyen terme.

2. Un rattrapage capacitaire en cours

Depuis plusieurs années, **un rattrapage est en cours au plan capacitaire**, qui permettra aux forces armées françaises de disposer de **plusieurs milliers de drones d'ici 2025**, contre quelques dizaines seulement il y a quatre ans. Néanmoins, pour l'heure, le rattrapage a **surtout concerné les drones de théâtre (MALE) et les drones de contact**.

- Face à l'urgence opérationnelle, la priorité a été de compléter la capacité en drones MALE. Dans la gamme des **drones de théâtre**, l'Armée de l'air et de l'espace dispose désormais de 4 systèmes de drones MALE *Reaper* : deux systèmes au standard « Block 1 » livrés en 2014 et deux systèmes au standard « Block 5 » livrés en 2020, dont les capacités étendues d'armement (bombes à guidage GPS, missiles air-sol Hellfire) et de charges utiles ROEM¹ devraient être pleinement opérationnelles en 2022.

À ce jour, les drones *Reaper* ont réalisé **plus de 43 000 heures de vol**, dont **plus de 92 % au profit d'opérations extérieures**.

Depuis leur armement par des bombes guidées laser en décembre 2019, les *Reaper* du détachement drones de Niamey sont devenus le principal facteur d'attrition des groupes armés terroristes dans la région : ils ont **assuré 58 % des frappes aériennes en 2020**, contre 29% pour l'aviation de chasse et 13% pour les hélicoptères d'attaque.

- Le deuxième axe d'effort a porté sur **les drones légers ou de contact** qui, dans tous les milieux, deviennent des équipements indispensables.

Sur ce segment, une forte montée en puissance est en cours depuis 2019, avec notamment la livraison de **210 DROP** et de **67 micro-drones NX70** en 2019 et 2020.

En outre, une commande portant sur **150 micro-drones ANAFI** (Parrot) a été passée en début d'année 2021 sur la base d'un accord-cadre en vue de l'acquisition de plusieurs centaines de systèmes d'ici 2025 **au profit des trois armées**.

Ces équipements issus des technologies du civil, mais rendus plus robustes et fiables, sont très attendus dans les forces, leurs performances et leur simplicité d'utilisation devant permettre d'en généraliser l'emploi à tous les échelons du combat.

¹ Renseignement d'origine électro-magnétique.

Si l'Armée de terre est la première concernée par cette « **révolution des drones de contact** » (lors de son audition, le général Charles Palu, sous-chef d'état-major « plans et programmes » de l'Armée de terre, a évoqué un véritable « *game changer* »), l'Armée de l'air et de l'espace (d'ores et déjà dotée de quelques 300 drones de cette catégorie) et la Marine ne sont pas en reste et en seront progressivement équipées, notamment pour la surveillance de leurs emprises.

Par ailleurs, en matière de **petits drones** (d'une portée supérieure à 15 km et d'une autonomie de 2 heures et qui sont destinés à recueillir des informations en temps réel), plus de 100 vecteurs devraient être livrés avant la fin de l'année 2022.

L'Armée de terre dispose depuis peu de 10 systèmes de **mini-drones de renseignement** (SMDR) *Spyranger* (Thalès), ce chiffre devant être porté à 20 d'ici la fin de l'année 2021. Cet équipement, d'ores et déjà déployé en opérations extérieures, donne toute satisfaction, que ce soit pour guider les tirs d'artillerie, escorter les convois, protéger les emprises ou détecter les poseurs d'engins explosifs. La version définitive, en cours de mise au point, est très attendue.

A la même date, **la Marine devrait avoir reçu deux premiers systèmes de mini-drones Marine** (SMDM) *Aliaca* de Surveycopter, drones aériens destinés à équiper ses bâtiments de second rang (patrouilleurs et frégates).

Les systèmes de mini-drones aériens embarqués de la Marine (SMDM)

Ces drones à voilure fixe de 2,2 mètres de long et de 3 mètres d'envergure, pesant environ 16 kilos, propulsés par un moteur électrique, ont une autonomie de 3 heures et un rayon d'action de 50 kilomètres. Leur lancement s'effectue par catapulte et ils sont récupérés à bord automatiquement dans un filet en fin de vol. Leurs capteurs embarqués retransmettent en temps réel les images et les données collectées pendant le vol, de jour comme de nuit.

Si l'arrivée de ces drones de contact constitue une avancée majeure pour la Marine nationale, il faut noter cependant que les marines américaine et britannique utilisent des systèmes similaires (*ScanEagle*, *Boeing*) depuis près de 15 ans.

Etat des lieux drones en service en 2021 / à l'horizon 2025

catégorie	Programme (type de drone – industriel)	Caractéristiques	Capacité clé	A l'usage de	2021	2025
Drones de théâtre	MQ9-Reaper (GA-ASI)	Piste en dur	Multicapteurs (imagerie/radar/téléométrie) Armé (bombes/missiles)	33 ^e ESRA	4 (syst)	4 (syst)
Tactique	MALE UE (post 2025) SDT (Patrouiller Safran)	Piste sommaire	Multicapteurs (imagerie/radar) Armé (roquette)	BIA (61 ^{ème} RA)	0	14 (VA)
	SDAIM (post 2025) (VSR 700 – schiebel/AH)	point d'envol vertical	Multicapteurs (imagerie / radar / AIS)	Bâtiments 1 ^{er} rang		
Contact (petit)	S100 (schiebel) SDTL FS segment haut (à développer)	À déterminer	Acquisition (imagerie) Multicapteurs + Armement téléopéré (véhicule blindé/personnel)	sur 3 PHA COS (TF)	3 (syst) 0	3 (syst) 5
Contact (mini)	SMDR (spyranger Thalès)	Catapulte / ventral	Acquisition (imagerie)	S GTIA (61 ^e RA et unités d'artillerie)	20	55
	SMDM (Aliaca – Surveycopter)	Pont d'envol Catapulte / filet	Acquisition (imagerie)	Bâtiments de second rang	2	24
	DRAACO et SDTL FS segment médian (PUMA blk 2 et 3 - Aerovironment)	Catapulte (manuel)	Acquisition (imagerie)	Embarcation rapide Unités COS (TG)	5	8
Contact (micro)	NX70 (drone NX70 - Novadem) Micro drones collectifs (Parrot – Anafi USA)	vertical Vertical	Imagerie au contact (EO et IR) Imagerie au contact (EO et IR)	UE et sections Toutes armées UE et section Protection emprises TN	67 150	67 900
	CALADRIUS (à développer)	vertical	Imagerie + capteurs spécifiques génie	Unité de génie (déminage)	0	34
Contact (nano)	DROP (black Hornet 3 – FLIR)	Drone de poche	Imagerie au contact	groupes AgT Unités COS	210	600

3. Un retard qui perdure sur le segment des drones tactiques et sur celui des drones navals

- Sur le segment des drones tactiques - de portée supérieure à 100 km et 10 h d'autonomie – **le rattrapage du retard est plus lent.**

Compte tenu du retard dû au crash en vol d'essai fin 2019, les deux **premiers systèmes SDT Patroller** (Safran), soit 10 vecteurs aériens¹, ne devraient pas être livrés avant 2022, un troisième système de quatre vecteurs étant espéré pour 2025.

Ce retard entraîne un décalage de la phase 2 du programme après 2025, qui est pris en compte dans « l'actualisation » de la LPM. Il convient de rappeler que la LPM prévoyait une cible de 5 systèmes (28 vecteurs) à l'horizon 2030.

Après que l'analyse de l'accident a révélé un calculateur défaillant, la résolution des problèmes par l'industriel est actuellement en cours et les vols devraient reprendre cet été, l'enjeu étant d'obtenir rapidement la certification. Pour l'heure, **le SDT Patroller manque particulièrement à l'Armée de Terre en bande sahélo-saharienne, d'autant qu'elle ne dispose plus de ses SDTI.** Dans l'attente de sa livraison, l'Armée de terre a fait l'acquisition d'un simulateur destiné à permettre l'acculturation et l'entraînement des futurs équipages. **Les rapporteurs estiment qu'il faut impérativement éviter un nouveau retard.**

Caractéristiques techniques du Patroller

Elongation : 150 km

Hauteur maximale d'utilisation : 15 000 pieds

Endurance : 15 heures

250 kg de charges utiles (3 charges utiles simultanées, dont radar et boule optronique),

Système de communication et de contrôle (LOS Line of sight) (80 km)

Un seul moteur mais peut planer en cas de panne

Deux capteurs reliés entre deux par de l'intelligence artificielle :

- un radar de surveillance terrestre PICOSAR, qui détecte les mouvements et réalise de l'imagerie

- une boule optronique Euroflir 410 (électro-optique infra-rouge), issue d'étude-amont, géostabilisée qui réalise des missions d'observations jour et nuit sur cibles détectées par le radar

¹ Un système est composé de cinq vecteurs et de deux stations au sol.

Configuration maritime en développement (viseur Euroflir 410 + radar maritime + SATCOM) : en vue de proposer une solution à la Marine pour la surveillance maritime du territoire

Très bonnes performances optiques (permet de voir un homme à 3 kilomètres) et acoustiques (silencieux grâce à son moteur à l'arrière).

Le SDT sera certifié sur la base du standard STANAG 4671, qui porte sur l'aéronef, mais aussi les liaisons de données et la station sol.

A l'étude :

- armement (roquettes guidées laser) (Etude de levée de risques en cours)
- communication par satellite (SATCOM) au-delà de 150 km
- intégration d'un système de contrôle de vol souverain
- charge utile de guerre électronique
- capteur ROEM (renseignement d'origine électro-magnétique)

Le programme « **systèmes de drones aériens de la Marine** » SDAM (VSR 700 du tandem Airbus-Naval Group) n'est encore, quant à lui, qu'au stade préparatoire, l'étude de levée des risques et des vols tests sur un démonstrateur, dérivé d'un hélicoptère léger dronisé, étant en cours. En 2020, le ministère des armées a commandé un deuxième démonstrateur dans le cadre du plan de soutien à la filière aéronautique, la commande des 15 systèmes opérationnels ne devant toutefois pas intervenir avant 2026.

● Conformément à la loi de programmation militaire 2019-2025, la capacité de guerre des mines de la Marine nationale doit être renouvelée à travers le **programme de Système de lutte anti-mines futur (SLAMF)** qui repose largement sur l'utilisation de drones marins. Ce programme prévoit de doter la Marine de huit « modules de lutte contre les mines » composés chacun d'un drone de surface équipé d'un sonar remorqué, d'un robot sous-marin télé-opéré, de trois drones sous-marins autonomes et d'un poste de commandement et de contrôle à distance.

LA NOUVELLE GUERRE DES MINES

Traiter la menace tout en maintenant le marin hors de la zone de danger

Un système de drones de lutte anti-mines pour protéger en priorité les accès maritimes des ports militaires : c'est le programme franco-britannique porté par l'Organisation conjointe de coopération en matière d'armement (OCCAR).

- Détecter, classifier, localiser et neutraliser les mines
- Soutien à la dissuasion, disponible 7j/24, 24h/24

 **performant**

Neutralisation de mines jusqu'à 300m de fond (120m aujourd'hui)

 **sûr**

Présence humaine limitée, dronisation de la recherche / neutralisation des mines

 **précis**

Sonar Thales multi-aspects de nouvelle génération

BÂTIMENT DE GUERRE DES MINES

Engage les matériels chargés de la neutralisation des mines (opérations menées depuis la mer)



BÂTIMENT-BASE

Engage si nécessaire les plongeurs démineurs



DRONE DE SURFACE

Piloté par le centre de commandement, il envoie des informations en temps réel



CENTRE DE COMMANDEMENT ET DE CONTRÔLE

Prépare, contrôle et exploite la mission (opérations menées depuis la terre)

Traitement optimisé des images par l'intelligence artificielle (avec l'ENSTA Bretagne)



ROBOT TÉLÉ-OPÉRÉ

Identifie et neutralise les mines



SONAR REMORQUÉ

Repère la zone suspecte



DRONES SOUS-MARINS

Sonar THALES : images rapides et multi-angles



Juin 2020 : début des scénarios opérationnels d'essais de 2 prototypes  et  de systèmes de drones opérés depuis la terre
2023 : première admission au service actif d'un premier système de drones
2020-2025 : commande et livraison de 4 systèmes de drones

Le prototype, fruit d'une coopération franco-britannique engagée en 2010 dans le cadre de l'accord de Lancaster House et conduite par Thales et l'Organisation conjointe de coopération en matière d'armement (OCCAR), **n'a cependant pas encore été livré à la Marine du fait d'un retard de plus d'un an sur le programme de qualification incrémentale**. Les raisons sont partiellement liées à la crise COVID, mais également à des retards internes propres au processus de l'industriel. La livraison est désormais attendue à l'automne 2021.

S'en suivront des évaluations opérationnelles menées par la Marine servant de support à une feuille de route vers l'autonomie en navigation et à une préparation au concept d'emploi avant livraison des systèmes de série.

La livraison des quatre premiers systèmes qui, en principe, devait intervenir d'ici 2025, est malheureusement **décalée à la prochaine LPM du fait de « l'ajustement » décidé dans le cadre de l'actualisation de la loi de programmation**, ce que nous ne pouvons que regretter.

En tout état de cause, il est prévu que ces systèmes de drones soient d'abord mis en œuvre à partir de la terre, puis dans un deuxième temps à partir de bâtiments dédiés (bâtiments de guerre des mines ou BGDM) dont la livraison est envisagée dans le cadre d'étapes ultérieures du programme SLAM-F.

Utilisés pour détecter et neutraliser les mines, ces systèmes de drones permettront de maintenir les bâtiments de la Marine - notamment la force océanique stratégique - à distance de tout danger - et de protéger l'accès aux ports français.

Par ailleurs, la Marine devait bénéficier à compter de 2025 du lancement du **programme Capacité hydrographique et océanographique du futur (CHOF)** qui prévoit la mise en œuvre, depuis des navires porteurs, de drones de surface et sous-marins. Il s'agira de drones endurants, capables de recueillir des données pendant plusieurs jours, qui permettront d'améliorer la connaissance de l'environnement marin.

Malheureusement, le programme CHOF fait aussi les frais de **l'ajustement lié à l'actualisation de la LPM** et devrait voir sa phase de réalisation décalée d'un an, de sorte qu'aucun bâtiment hydrographique ne sera livré en 2025.

4. Un Eurodrone enfin sur des rails

Après plus de vingt ans d'atermolements et un blocage de son développement durant les deux dernières années, l'**Eurodrone européen**, fruit d'une coopération réunissant la France, l'Espagne, l'Italie et l'Allemagne, en vue de remplacer les drones MALE étrangers comme le *Reaper* et le *Héron*, est **enfin entré dans une phase de réalisation**.

Les récentes avancées de l'Eurodrone

Les négociations du contrat de réalisation, qui confie la maîtrise d'œuvre à Airbus Defence and Space GmbH (Allemagne), Dassault Aviation (France), Leonardo (Italie) et Airbus DS SAU (Espagne) étant positionnés comme sous-traitants, **ont été finalisées en novembre 2020**. Sous la tutelle de l'OCCAR, le contrat prévoit l'équipement des forces armées des quatre pays, pour un **budget de l'ordre de 7,1 milliards d'euros**, soit près de 3 milliards d'euros de moins que la proposition initiale d'Airbus, jugée trop élevée. Il porte sur l'acquisition de 60 drones soit **20 systèmes¹** (dont 7 pour l'Allemagne, 5 pour l'Italie, 4 pour l'Espagne et **4 pour la France**) et 5 ans de soutien couvrant le développement, la fabrication et les premières années de MCO.

¹ Un système comprend trois vecteurs aériens et deux stations de sol.

Ce programme a été sélectionné par la commission européenne en mars 2019 pour bénéficier d'un soutien financier de la FED de 100M €.

La **répartition industrielle** a été stabilisée :

- en France : le système de vol et d'atterrissage sécurisé, les communications de mission, les systèmes de maintenance ;
- En Allemagne : le système de gestion de vol et d'intégration dans l'espace aérien, le train d'atterrissage, la station sol de contrôle et la chaîne d'assemblage ;
- En Espagne : le fuselage et l'empennage, le système de contrôle critique de la sécurité des vols, les communications tactiques et de sécurité, le système de propulsion ;
- En Italie : la conception et la fabrication des ailes, le système électrique embarqué et climatisation, le système de mission embarqué et le système d'armes embarqué.

Les négociations menées par l'OCCAR ont abouti. L'approbation par les nations est en cours. La France dans le cadre d'un CMI (comité ministériel d'investissement propre au ministère des armées) et plus récemment l'Allemagne (décision du Bundestag du 14 avril 2021 : 21 vecteurs, 12 stations sol, 4 simulateurs et 5 ans de MCO pour 700M€) ont approuvé le contrat. L'Italie a entamé son processus décisionnel au sein du parlement début avril 2021, une approbation définitive étant attendue d'ici quelques semaines. La position espagnole reste plus ambiguë, l'Espagne ayant conditionné son approbation à l'attribution des fonds européens du plan de relance européen dont elle en est le principal bénéficiaire (140 Md€ sur les 750 Md€). Or, celui-ci n'a été approuvé à ce stade que par seulement 19 pays.

La France, qui envisage de commander 6 systèmes, dont quatre dès 2021, prévoit de **recevoir son premier Eurodrone en 2028**, soit trois ans après la date fixée par la LPM. Ce vecteur est d'abord destiné à l'Armée de l'air et de l'espace. Néanmoins, l'Eurodrone pourrait aussi intéresser la Marine nationale qui cherche à compléter ses moyens de surveillance des approches maritimes par l'acquisition d'un drone MALE, l'autre option en balance étant le SDT *Patroller* de Safran¹.

Si l'Eurodrone devrait constituer un **moteur pour l'innovation du secteur aéronautique européen** (développement de nouveaux capteurs...) et contribuer à l'émergence d'une filière d'avenir souveraine, il n'en continue pas moins à soulever certaines questions. Il repose en effet sur le pari d'une entente entre plusieurs industriels et plusieurs pays qui ont certaines divergences, notamment au **sujet de l'armement**, l'Allemagne s'y montrant réticente, alors que la France, l'Italie et l'Espagne comptent sur cette capacité, nécessaire pour garantir l'exportabilité et donc le modèle économique de ce drone.

Par ailleurs, la **question des performances reste posée compte tenu des choix technologiques réalisés et du rythme rapide de l'innovation**. Son poids de 10 tonnes, sa double motorisation - imposée par l'Allemagne - ne

¹ Les deux options sont actuellement étudiées par la DGA et la Marine dans le cadre de travaux sur le programme AVISMAR, la décision étant attendue pour 2022.

vont-ils pas à l'encontre de l'exigence de furtivité ? Soulignons, à cet égard, qu'au moment où les premiers systèmes Eurodrone seront livrés, les États-Unis seront sur le point de mettre en service le successeur du *Reaper*, un appareil censé être plus endurant, plus furtif et plus intelligent que ce dernier.

B. DES DRONES DÉSORMAIS INSCRITS DANS LE PAYSAGE

1. Des drones indispensables dans tous les champs de l'activité militaire

Les drones sont **devenus incontournables** et leur rôle dans les opérations est appelé à se renforcer au fur et à mesure que leurs performances s'améliorent.

Si c'est particulièrement le cas pour les **drones aériens**, qu'ils soient de théâtre, tactiques, ou de contact, c'est aussi vrai des drones terrestres et marins, dont l'offre tend à se multiplier et qui commencent à être mis en service.

Les drones et robots sont devenus un outil indispensable du champ de bataille, **tant « au contact » qu'en profondeur**.

Complémentaires des autres capteurs et effecteurs présents sur le théâtre d'opérations, ils sont de plus en plus intégrés dans la chaîne de renseignement et de commandement des opérations.

Sans remettre en cause le rôle de l'homme dans les opérations, les drones permettent de **réduire son exposition au risque dans certaines phases critiques des opérations**. Les opérations de déminage, la neutralisation des défenses sol-air ennemies, sont des interventions où le recours aux drones s'impose eu égard à leur rapport coûts/risques. La Marine, quant à elle, utilise ses drones sous-marins pour descendre dans les fonds où l'homme ne peut aller.

Les drones permettent également **d'optimiser l'emploi des moyens pilotés**, en ne les engageant qu'une fois l'objectif détecté et confirmé. Couplé à des moyens satellitaires, le drone aérien de surveillance maritime permettra ainsi, dans un avenir proche, d'améliorer l'efficacité du dispositif de surveillance de la zone économique exclusive (ZEE) en limitant l'engagement des moyens d'intervention aux seuls cas avérés de pêche illicite.

2. Une capacité à part entière de l'arsenal français

Les drones font aujourd'hui **partie intégrante de l'arsenal français**. Intégrés dans la manœuvre interarmées, ils sont coordonnés avec l'ensemble des moyens engagés pour optimiser les effets sur l'adversaire. Ils contribuent

à l'acquisition de la supériorité informationnelle et décisionnelle sur les théâtres d'opération.

Dans la doctrine des armées, l'emploi des drones en appui des opérations est prévu à tous les niveaux, du stratégique au tactique. En 2020, une doctrine d'emploi spécifique des drones aériens en opérations ¹ a été élaborée.

La doctrine interarmées (DIA) 3.3.8 « Emploi des systèmes de drones aériens en opérations » du 24 avril 2020

Ce document aborde l'ensemble des aspects de l'emploi des drones aériens en opérations extérieures comme sur le territoire national. Il classe les drones en 4 catégories principales, en fonction de leurs caractéristiques (taille, altitude de vol, rayon d'action, système de guidage), présente les atouts et les limitations inhérents à ces différents systèmes, définit leur emploi opérationnel, et aborde les questions liées à la formation et à l'entraînement des équipages.

Il définit le rôle de la chaîne de renseignement et de commandement interarmées dans l'intégration des drones sur le théâtre d'opérations, ainsi que les aspects juridiques et éthiques liés à l'emploi opérationnel des drones aériens - armés ou non - sur le territoire national ou en opérations extérieures.

L'utilisation des drones armés s'inscrit dans le cadre juridique des engagements militaires, conforme au droit international humanitaire et est **subordonnée au respect des règles d'engagement opérationnelles** (« Rules of engagement » ou ROE). Comme pour les autres moyens, **toute décision d'emploi de la force est prise par une autorité militaire désignée au sein de la chaîne de commandement**, qui vérifie que la cible répond aux critères fixés par les règles d'engagement et s'assure, par tous les moyens possibles, de l'absence de risques de dommages collatéraux. De ce point de vue, un drone armé ne diffère en rien d'un autre système d'arme comme un avion de chasse.

Grâce à ce cadre, l'utilisation des drones armés dans les opérations, qui faisait débat en 2017, **semble aujourd'hui bien comprise** par l'ensemble des acteurs civils et militaires.

L'emploi opérationnel des drones fait l'objet de réflexions poussées au sein de l'Etat Major des armées, à la fois sur les volets « ISR » (surveillance, détection des menaces, optimisation et fusion des capteurs, etc.), offensif (utilisation des drones armés, intégration dans les opérations et optimisation des ressources) et défensif (lutte anti-drone, coordination et intégration avec la défense aérienne et la défense surface-air, etc.).

Ces réflexions visent non seulement à s'assurer que les armées disposent des capacités les mieux adaptées à leurs besoins, mais aussi à développer les tactiques, les concepts d'emploi et la doctrine permettant d'optimiser leur intégration dans les opérations, en termes de moyens, de capteurs et d'effets, tout en assurant la formation adéquate du personnel pour les servir et en concevoir la manœuvre.

¹ De diffusion restreinte.

Ces réflexions se nourrissent de l'expérience opérationnelle des unités mais aussi de l'observation des tactiques et des matériels mis en œuvre par les autres ministères français, par nos alliés, notamment américains, et par de nombreux Etats, proto-Etats ou groupes armés sur les théâtres d'opérations.

Elles alimentent ensuite les **études menées par la DGA, l'EMA et les états-majors d'armées** en termes de programmes d'armement, d'acquisition, de maintien en condition opérationnelle (MCO), d'emploi et de cadre juridique.

Le service d'architecture du système de défense de la DGA, conjointement avec la division « cohérence capacitaire » de l'EMA, assure la cohérence et la coordination des équipements à travers une **approche capacitaire renforcée**. C'est particulièrement nécessaire dans un domaine aussi évolutif que celui des drones.

A cet égard, une veille technologique est ainsi assurée par les équipes de la DGA et de l'Agence de l'innovation de défense pour détecter les technologies et les innovations du monde civil susceptibles d'intéresser la défense.

3. Des enjeux RH bien pris en compte

Le développement de l'utilisation des drones dans les forces armées a des **implications importantes en termes de ressources humaines**, qu'il s'agisse de recrutement, de formation ou encore de fidélisation. Ces enjeux sont d'ores et déjà bien pris en compte.

- Au sein de **l'Armée de l'air et de l'espace**, l'arrivée des drones *Reaper* et, à l'avenir de l'Eurodrone, génère d'**importants besoins en personnels** (la 33^e escadre de surveillance, de rapprochement et d'attaque de la base aérienne 709 de Cognac, forte de 280 hommes actuellement, dont 120 affectés aux 30 équipages de *Reaper*, devrait voir ses effectifs tripler, à 900 hommes, d'ici 2030) et conduit à la **mise en place d'une filière dédiée**.

De fait, alors que les premières équipes de drones¹ avaient été formées à partir de personnels ayant déjà une expérience sur d'autres moyens aériens, une **filière d'officiers pilotes d'avion à distance**, recrutés sous contrat, a été mise en place à compter de 2019, de même **qu'une filière d'officiers « systèmes d'armes drones »**, afin de garantir une attractivité suffisante et éviter les possibles frustrations suscitées par des réorientations professionnelles. L'attractivité de ces filières est renforcée par l'appartenance des pilotes de drones au corps des personnels navigants et la perception par

¹ Rappelons qu'une équipe de drones *Reaper* comporte quatre aviateurs : un pilote à distance et un opérateur capteur, qui forment la composante « pilotage », un opérateur image et un coordinateur tactique d'autre part, pour la composante « renseignement », la co-localisation de ces opérateurs au sein d'une même cabine de pilotage étant une spécificité française.

les officiers « systèmes d'armes drones » de l'indemnité spéciale de sécurité aérienne. Récent, le modèle RH des drones *Reaper* est encore en cours de structuration et doit composer avec une difficulté qui est de ne pas connaître le système de drones MALE qui sera utilisé en 2040.

D'une durée de 8 à 12 mois, la formation au pilotage des drones *Reaper* est assurée au sein de l'escadron de transformation opérationnelle sur drones 3 /33 « Moselle » de la base aérienne 709 de Cognac, qui abrite aussi l'escadron de drones de l'Armée de l'air 1/33 « Belfort ». Elle est basée en grande partie sur l'utilisation d'un seul simulateur au standard *Block 1*, livré il y a un an et demi, aucun simulateur au standard *Block 5* n'ayant pour l'instant encore été livré (4 sont prévus à l'horizon 2024). **Il est souhaitable que la livraison d'un premier simulateur au standard *Block 5* intervienne rapidement (III).**

- L'Armée de terre compte, quant à elle, environ **300 télépilotes spécialisés** dans le pilotage de drones tactiques ou de mini-drones et **2 300 télépilotes non spécialisés** (qui utilisent les drones dans le cadre de leurs fonctions sans qu'il s'agisse de leur métier). La formation est en grande partie dispensée par l'école des drones de l'armée de terre, implantée auprès du 61^e régiment d'artillerie de Chaumont. Cette école, qui accueille environ 900 stagiaires par an, forme non seulement les télépilotes spécialisés (drones tactiques ou mini-drones) mais aussi des « référents instruction drone » (RID) chargés d'enseigner le pilotage des micro-drones et nano-drones dans les unités. Ces référents sont en train d'être déployés dans l'ensemble des régiments.

La formation n'est pas seulement technique, elle porte aussi sur l'analyse des informations collectées et leur utilisation à des fins tactiques. La sécurité aérienne et les règles de navigation figurent aussi au programme. La formation concernant le SDT *Patroller* devrait débuter à la fin de l'année 2021.

- **La Marine nationale a ouvert son école de télépilotes de drones** aériens sur la base aéronavale à Lann Bihoué dans le Morbihan en septembre 2019. A ce jour, quelques 450 opérateurs ont reçu une formation dans cette école, avant de suivre un perfectionnement tactique au sein de leur unité. Les télépilotes spécialisés (une dizaine pour l'instant, qui sont chargés de mettre en œuvre les S-100 à décollage vertical de la société Schiebel) sont formés par les industriels, de même que les référents affectés au CEFAé de Lann-Bihoué.

S'il n'est pas forcément opportun de rechercher une mutualisation complète de la formation (surcoût en termes de temps, d'espace, de ressources humaines), des **rapprochements ciblés entre armées demeurent souhaitables et doivent être encouragés**. Cela fait particulièrement sens entre la 33^e escadre de Cognac et le 61^e régiment d'artillerie de Chaumont, compte tenu des caractéristiques relativement proches des drones *Reaper* et *Patroller*. La mutualisation dans ce cas bute néanmoins sur des questions de

statut, les pilotes de drone étant des officiers dans l'armée de l'air et de l'espace et des sous-officiers dans l'armée de terre. Il faut aussi davantage d'échanges entre les centres de formation des trois armées, pour favoriser le partage d'informations et la mutualisation des bonnes pratiques. Des discussions en ce sens sont en cours.

- Un défi posé par le développement du recours aux drones au plan RH est la quantité de données qu'ils génèrent et l'augmentation des moyens humains requis pour traiter cette masse d'informations produit, ce que le général Denis Mercier, ancien chef d'état-major de l'Armée de l'air, qualifie de « facture humaine des drones ». L'un des moyens de répondre à ce défi, dès lors que la ressource humaine demeure sous contrainte, sera de développer l'intelligence artificielle pour simplifier le traitement des données.

C. NOUVEAUX ENJEUX, NOUVEAUX DÉFIS

1. Robotisation, miniaturisation, autonomisation : les enjeux technologiques

De l'avis général, la « **dronisation** » ou **robotisation** des équipements est en cours dans les forces armées et elle va se poursuivre, en même temps que la **palette des missions confiées aux drones se diversifie** : à l'origine essentiellement moyens d'observation, les drones sont désormais utilisés pour les frappes, la transmission de données ou encore la logistique.

De fait, les drones sont d'abord des plateformes, des vecteurs qui **peuvent accueillir tout type de charges utiles** (capteurs ou effecteurs) selon les besoins. **La miniaturisation des charges utiles** et l'amélioration de l'endurance (batteries, énergies alternatives) contribuent à une amélioration continue de leurs performances, permettant le développement de nouveaux usages. Par exemple, les améliorations technologiques concernant les capteurs (renseignement, sécurité incendie, NRBC...) permettent de recourir de plus en plus aux drones de contact pour les interventions dans les zones présentant un danger pour l'homme.

Par ailleurs, le drone est désormais un **outil ouvert et c'est son intégration dans les réseaux** qui permet d'en maximiser la plus-value. Il va devenir un élément central, une **brique essentielle des « systèmes de systèmes »** qui seront demain, au cœur du combat collaboratif.

Ainsi, il est prévu d'intégrer des systèmes automatisés de type drones (notamment le *SDT Patroller*) et véhicules autonomes dans le **programme Scorpion** de l'Armée de terre.

Dans le **Système de combat aérien futur** (SCAF) envisagé à l'horizon 2040, des « drones accompagnateurs » ou « *remote carriers* » compléteront les capacités de l'avion de combat de nouvelle génération (*New Generation Fighter-NGF*) par des fonctions visant à notamment à faciliter l'établissement de la situation tactique (renseignement), à pénétrer les défenses adverses (guerre électronique, saturation) voire à frapper, le tout étant interconnecté dans un « cloud de combat ». Plusieurs solutions sont étudiées pour ces *remote carriers*, allant du drone léger non récupérable au drone de combat de type « *Loyal Wingman* ». Elles seront présentées dans le cadre de « l'étude de concept » destinée à identifier les architectures les plus pertinentes pour le SCAF, en cours d'élaboration.

Enfin, la Marine nationale envisage elle aussi de se doter d'un système dans lequel une **flottille de drones protégerait un bâtiment central**.

Ces évolutions, qui nécessiteront une importante mise en réseau des moyens, bénéficieront de **l'autonomisation croissante** des drones. Celle-ci devrait se développer considérablement **grâce aux progrès de l'intelligence artificielle** (aide à décision, calcul du risque, pilotage...), au développement de la 5 et de la navigation inertielle, permettant aux hommes de se concentrer sur les tâches à haute valeur ajoutée. Il faut souligner que l'autonomisation permettra aussi de réduire la vulnérabilité des drones et robots au brouillage dans la mesure où elle supprime la dépendance aux liaisons, nécessaires au télépilotage et à la navigation.

Le degré d'autonomie dévolu à la machine pourra être plus ou moins élevé, selon les missions qu'on souhaite lui confier. A cet égard, la doctrine tend à distinguer différents modèles :

Les trois modèles d'autonomisation ou d'automatisation ¹

« **L'équipier fidèle** » est le modèle qui soumet le plus la machine à l'humain. Un robot demeure à faible distance de l'engin piloté par son maître. Il l'assiste dans ses différentes tâches, peut emporter des capteurs supplémentaires et sert comme réserve éventuelle d'énergie, de munitions. Les seules initiatives qu'il prend sont celles ordonnées par son maître.

Le « **flocking** » envisage une forme d'autonomie plus large dans laquelle un engin dirigé par un être humain est accompagné par un groupe de robots, constituant une sorte de troupeau. Ces derniers peuvent s'éloigner de leur maître et se voir assigner des tâches autonomes. Selon les orientations du chef, ils peuvent contrôler une zone lointaine et recevoir, dans certaines conditions, une délégation de tir. Le « berger » peut alors se concentrer sur son objectif et faire face à d'éventuelles situations imprévues tandis que les robots traitent les événements pouvant être anticipés.

¹ « Comment l'intelligence artificielle va transformer la guerre », Jean-Christophe Noël, 5 novembre 2018, Editoriaux de l'IFRI.

Enfin, le dernier modèle, « **Terminator** », correspond à une automatisation complète. L'IA est chargée d'une tâche et en gère la planification comme l'exécution. Elle oriente par exemple l'action d'un essaim de petits drones (*swarming*) ou commande des robots équipés d'armes à énergie dirigée ou de missiles hyper véloces dans le cas de plates-formes plus complexes. Elle privilégie des modes d'action qu'elle sélectionne à partir des retours d'expérience des engagements précédents, des milliers de simulations d'attaque qu'elle aura pratiquées contre elle-même, et de ce qu'elle observe en temps réel.

En la matière, **l'Armée de terre a une longueur d'avance. D'ores et déjà, elle expérimente l'utilisation de robots terrestres autonomes** sur le territoire national (pour l'entraînement) et en mission. Et cette capacité robotique est appelée à se développer fortement.

Robopex, le robot-mule autonome de l'armée de terre

Fin 2019, l'Agence de l'innovation de défense (AID) a commandé cinq modèles du Robopex, robot mule fabriqué par l'entreprise française GACI Rugged Systems en collaboration avec le fabricant israélien de drones terrestres Roboteam.

Sa mission principale vise à faciliter les déplacements des soldats d'infanterie, par exemple en assurant le transport du paquetage des soldats sur de longues distances : chaque robot-mule peut transporter jusqu'à 750 kg pendant huit heures, à une vitesse moyenne de 8km/h.

Le 20 avril 2021, quatre de ces drones ont été déployés sur la base militaire de Gao, au Mali, dans le cadre d'une expérimentation. C'est la première fois que des engins autonomes de ce type sont déployés en opération extérieure par l'armée française.

Fonctionnant de manière autonome ou commandée, ce robot-mule à chenilles pourra être utilisé pour des opérations de logistique et de ravitaillement, ou encore pour évacuer des blessés.

Des caméras embarquées l'aident à se situer dans l'espace. Le drone peut par exemple suivre un soldat ou un véhicule au pas, tout en gardant une certaine distance afin d'éviter une collision.

L'Armée de terre vient également de créer une **unité expérimentale de robots, baptisée « section Vulcain »** qui sera bientôt installée au centre d'entraînement aux actions en zone urbaine (Cenzub) dans l'Aisne. Il s'agit de préparer l'intégration d'unités robotisées dans les groupements tactiques interarmées (GTIA)¹, envisagée à partir de 2025.

De la même manière, l'armée britannique a annoncé en novembre 2020 son intention de recourir massivement à des robots-soldats, qui pourraient représenter jusqu'à un quart de ses effectifs (30 000 sur 120 000), ce qui est aussi une façon de répondre à ses problèmes d'attractivité et de recrutement.

¹ Interview du général Burkhard paru dans la Tribune du 18 mars 2021.

Les États-Unis et la Russie envisagent à l'avenir de retirer les soldats du champ de bataille au profit de robots. De manière générale, les **doctrines des puissances militaires du premier cercle** (États-Unis, Russie, Chine) reposent sur une conception de la guerre où la robotique et les « systèmes de systèmes » seront présents à tous les niveaux et dans tous les milieux, où l'intelligence artificielle sera omniprésente et où l'autonomie des systèmes est acceptée dès lors qu'elle garantit un gain opérationnel.

L'autonomisation des drones suscite évidemment des questions éthiques et sociales, particulièrement en ce qui concerne **l'emploi de la force létale**. D'ores et déjà, des ONG alertent sur les risques induits par cette évolution et appellent à s'y opposer (cf. la récente campagne « *Stopper les robots tueurs* »).

Comme l'a rappelé la ministre des armées dans son discours du 5 avril 2019, **la France, en ce qui la concerne, exclut de renoncer au contrôle de l'homme en matière d'ouverture du feu**. Il s'agit d'une ligne rouge : toute décision de recourir à la force doit respecter les règles d'engagement établies et demeurer sous commandement humain.

Il existe cependant un **risque que nous soyons un jour débordés par nos adversaires** si eux décident de s'en remettre totalement à la machine. En effet, grâce à l'intelligence artificielle, celle-ci sera alors plus rapide dans la prise de décision et l'emportera. Nous n'échapperons donc pas à de difficiles arbitrages en la matière.

Notons, à cet égard, qu'un récent rapport de l'ONU¹ a fait état récemment, pour la première fois, d'attaques de systèmes d'armes létaux autonomes (SALA) contre des cibles humaines en Libye en mars 2020.

2. Les drones, au cœur des conflits récents et à venir

La perspective d'un retour des conflits symétriques, voire « **de haute intensité** », mettant en jeu de nombreux systèmes d'armes sur des théâtres moins permissifs, plus contestés, conduit naturellement à s'interroger sur **le type de drones dont nos forces armées auront besoin à l'avenir**.

En effet, la priorité donnée depuis presque une décennie à l'acquisition de drones de théâtre sophistiqués et très onéreux comme les *Reaper* reste-t-elle pertinente ou paraît-elle remise en cause? N'aurait-on pas intérêt à se tourner vers l'acquisition d'un plus grand nombre de drones plus simples, moins coûteux, dont l'attrition serait plus acceptable ?

En bande sahélo-saharienne, les drones de moyenne et haute altitude, de type *Reaper*, ont pu évoluer sans entrave, dans un espace aérien très permissif, nos forces y jouissant d'une supériorité aérienne et utilisant

¹ Rapport du conseil de sécurité de l'ONU du 8 mars 2021.

ces moyens, à l'appui des troupes au sol, dans une logique contre-insurrectionnelle.

Dans le cadre le cadre d'un conflit symétrique, mettant en jeu des moyens durcis et un espace aérien non permissif, **des drones MALE tels que les Reaper ne pourraient pas être engagés, ou plus difficilement**, compte tenu des risques encourus.

A l'inverse, plusieurs conflits récents ont vu l'utilisation à grande échelle, et selon des modes opératoires nouveaux, **d'autres types de drones, moins élaborés, moins coûteux mais redoutablement efficaces**, au point de jouer un **rôle central dans le déroulement des combats**.

Ce fut d'abord le cas en **Libye en novembre 2019**, où l'emploi massif de drones armés d'origine turque a permis au gouvernement d'entente national (GEN) de Tripoli de reconquérir la supériorité aérienne contre l'armée de libération nationale du maréchal Haftar.

Un deuxième épisode particulièrement marquant a été l'offensive - dite opération « Bouclier du Printemps » - **menée par la Turquie en mars 2020 dans le nord de la Syrie** contre les forces du régime de Damas. Cette campagne éclair, qui a été un succès turc, a reposé **quasi exclusivement sur l'utilisation de drones armés**.

Enfin, la récente guerre qui a opposé l'Azerbaïdjan aux forces arméniennes au Haut-Karabagh contre s'est, elle aussi, très largement appuyée sur les drones, **une panoplie complète de systèmes** - allant des drones tactiques armés aux micro-drones, en passant par les munitions rodeuses et les mini-drones d'observation- étant mise en œuvre à grande échelle coté azéri. Les forces arméniennes, pourtant dotées de défenses aériennes et d'avions de chasse, ont été mises en échec dans la 3^e dimension, débordées par l'offensive des drones.

La guerre de septembre-octobre 2020 au Haut-Karabagh

D'une durée de six semaines, cette guerre, qui s'est déroulée dans une région montagneuse très accidentée, a opposé une milice arménienne bien équipée et soutenue à une armée azérie régulière qui s'est continuellement renforcée depuis plusieurs années, après de nombreux échecs. Le volume de forces engagées côté azéri a été de l'ordre de ce que pourrait déployer l'Armée de terre française, en haute intensité : il s'agit donc d'un conflit significatif.

Cette guerre s'est caractérisée par un **faible recours aux forces aériennes**. La menace des défenses sol-air conventionnelles était très élevée et les avions de combat sont souvent restés cloués au sol.

Ce conflit a pourtant consacré une capacité de combat dont on n'aurait pas soupçonné **l'efficacité dans un environnement aussi hostile**. Profitant des faibles capacités des unités du Haut-Karabakh à se défendre – peu de capacités de détection ou de destruction de tous petits aéronefs, manque d'entraînement ou de possibilités de camouflage, pas de moyens de lutte anti-drones dédiés –, **l'Azerbaïdjan a recouru massivement à une gamme complète de systèmes de drones** dont il a acquis la maîtrise depuis quelques années.

Les drones de renseignement au contact ont fait du **repérage et désigné les cibles profit de l'artillerie**. En complément, des munitions rodeuses ou « drones kamikazes » ont **neutralisé les défenses aériennes**, ouvrant des couloirs pour les plus gros drones d'attaque, plus vulnérables. Ils ont aussi détruit de nombreux blindés. Enfin, l'action incessante des drones azéris, de jour comme de nuit, et la propagande diffusant les attaques, ont exercé une véritable **pression psychologique** et contribué à démoraliser l'adversaire.

Ces drones étaient pour partie d'origine israélienne (drones de contact, drones-suicide Harop) et pour partie d'origine turque (drones MALE armés Bayraktar TB2, aussi largement utilisés en Libye et en Syrie...).

Ce conflit a démontré qu'un **emploi généralisé de drones, complémentaires les uns des autres, et relativement bon marché**, pouvait permettre de prendre l'avantage et de remporter la victoire, y compris dans un environnement non permissif. L'utilisation intensive de drones armés comme principal système d'attaque – et non comme une force d'appoint – constitue une **évolution stratégique significative**.

Les drones utilisés dans les conflits précités proviennent de Turquie, qui s'est lancée ces dernières années dans la production à grande échelle et l'exportation de ces systèmes, mais aussi d'autres pays comme Israël et la Chine. Il faut aussi évoquer la prolifération des drones iraniens ou d'origine iranienne dans la région du golfe arabo-persique (cf. *infra*).

La plupart de ces drones **ont la particularité d'être des systèmes - parfois issus des technologies du civil - moins sophistiqués et donc moins coûteux** que ceux utilisés jusqu'à présent par les puissances occidentales. Leur faible coût (un drone turc *Bayraktar TB2*, certes moins performant, coûterait dix fois moins cher qu'un *MQ9 Reaper*) facilite leur engagement, le risque de perte étant assumé. Il s'agit aussi d'une logique où la quantité l'emporte sur la qualité.

Il convient de mettre l'accent sur les **modes opératoires selon lesquels ces drones ont été mis en œuvre**, notamment **les vols en essaim**, destinés à saturer ou à leurrer les systèmes de détection ennemis et à épuiser ses défenses. Souvent constitués de « **munitions rodeuses** » ou drones-suicides qui interagissent entre eux et ont la capacité de stationner longtemps au-dessus d'une zone, le temps de préciser la cible, ils peuvent causer des dommages considérables aux systèmes sol-air adverses.

Ces essais de drones, qui ont vocation à être déployés par des plateformes aériennes, terrestres et navales, **concentrent aujourd'hui toute l'attention des grandes puissances**. En septembre 2020, l'Académie chinoise d'électronique et d'information technologique (CAEIT) a dévoilé un concept permettant le lancement d'un essaim de plusieurs dizaines de drones à partir d'un camion ou d'un hélicoptère. Les Etats-Unis, dont les forces armées testent d'ores et déjà des opérations offensives avec des essaims (à l'exemple de l'US Navy avec son essaim de drones LOCUST) envisagent dans leur doctrine des combats de « super-essaims », constitués de plus de 10 000 mini-drones.

3. Des règles de navigabilité et d'insertion dans le trafic aérien qui restent contraignantes

Les drones militaires sont soumis à des règles spécifiques, inspirées de celles de l'aviation civile, en ce qui concerne tant leur **navigabilité** - que leur **circulation dans l'espace aérien**. Ces règles sont parfois souvent ressenties comme très contraignantes dans la mesure où elles conduisent à freiner la mise en service et l'utilisation de ces systèmes.

- La reconnaissance de la navigabilité d'un drone implique la délivrance par la DGA d'un « **certificat de type** » pour chaque modèle de drone militaire d'une certaine taille (plus de 2,5 kg), après vérification de sa conformité à un ensemble de spécifications¹ qui varient selon la masse de l'appareil, les conditions d'utilisation et le type d'environnement (sensible ou non sensible), c'est-à-dire selon le niveau de risque qu'ils engendrent.

Une fois cette étape validée, chaque appareil d'un modèle donné doit se voir délivrer un certificat de navigabilité par la direction de la sécurité aéronautique de l'Etat (DSAE) du ministère des armées, sur la base des mêmes spécifications.

Cette phase de certification, nécessaire à la sécurité des zones survolées, **est parfois perçue comme excessivement longue**, alors que les forces armées ont souvent un besoin urgent des équipements concernés.

Par ailleurs, il semblerait que **l'application de ces règles à la catégorie des mini-drones soit inappropriée** dans la mesure où elle soulève des difficultés disproportionnées pour les autorités d'emploi, alors même que les appareils ont déjà fait l'objet d'une certification par ailleurs.

Il apparaît donc souhaitable d'examiner la manière dont les procédures de traitement des demandes de certification par la DGA pourraient être accélérées.

¹ STANAG 4671 pour les gros drones à voilure fixe (> 150kg), STANAG 4703 pour les légers, STANAG 4702 pour les gros drones à voilure tournante (>150 kg) et STANAG 4746 pour les légers

Comme la commission l'avait déjà souligné dans son rapport en 2017, cela suppose d'abord de **prendre en compte les exigences de la navigabilité en amont**, notamment en ce qui concerne la maintenance.

Mais il semblerait que des **marges pourraient aussi être trouvées à travers dans la reconnaissance directe et systématique par la DGA des procédures d'instruction déjà réalisées dans le civil**, pour les drones militaires ayant un équivalent dans le civil. Une récente mise à jour de la circulaire de reconnaissance des autorités civiles va dans ce sens.

La révision attendue du cadre réglementaire applicable¹, en rapprochant notamment la segmentation civile et la segmentation militaire des drones, devrait faciliter cette évolution et permettre de fluidifier les procédures de certification de la navigabilité.

- Par ailleurs, les **drones militaires sont soumis à d'importantes restrictions en termes de circulation aérienne**. En dépit d'un récent assouplissement des règles, ils ne sont autorisés à voler que dans des espaces de vol réservés, dit « espaces ségrégués », qui leur sont ouverts temporairement en coordination avec l'autorité aérienne civile. Cette exclusion est liée au fait qu'ils ne sont pas en mesure de respecter le principe cardinal « voir et éviter » fixé par la réglementation aérienne civile.

Ces restrictions constituent un **frein à l'utilisation des drones sur le territoire national** pour la formation, l'entraînement mais aussi pour les missions de surveillance (postures particulières de sûreté aérienne et de sauvegarde maritime, missions intérieures comme Harpie...).

Des **initiatives visant à explorer des possibilités d'assouplissement** de ces règles ont été prises ces dernières années. Le ministère des armées conduit ainsi avec la direction générale de l'aviation civile (DGAC) des expérimentations visant à permettre, sous certaines conditions, des vols de drones militaires dans la circulation aérienne générale. Pour aller plus loin, une refonte de l'instruction régissant le vol des drones militaires (DIRCAM /1550) est nécessaire. Annoncée depuis plusieurs années, celle-ci n'a pourtant pas encore été menée à bien.

¹ Arrêté fixant les règles relatives à la conception et aux conditions d'utilisation des aéronefs militaires et des aéronefs appartenant à l'État et utilisés par les services de douanes, de sécurité publique et de sécurité civile qui circulent sans aucune personne à bord du 24 décembre 2013.

II. UNE MENACE « DRONES » ENCORE INSUFFISAMMENT PRISE EN COMPTE

A. UNE « MENACE DRONES » QUI NE CESSE DE PRENDRE DE L'AMPLEUR

1. Une explosion des drones aériens civils en circulation

Apparus historiquement dans le champ militaire pendant la Seconde guerre mondiale, les drones ont conquis le domaine civil depuis dix ans, à la fois pour des usages professionnels et de loisir.

Toutes sortes de drones sont aujourd'hui proposées à la vente alors qu'il est possible de trouver sur internet toutes les ressources (pièces, tutoriels...) pour en fabriquer sur mesure.

Le nombre de drones sur le territoire national est passé **de 400 000 en 2017 à 2,5 millions aujourd'hui**. Parmi ceux-ci, on compte plus de 40 000 drones de plus de 800 g.

Et cette tendance n'est pas près de s'arrêter, compte tenu de la rapidité des évolutions technologiques dans ce domaine. On s'attend ainsi à une **explosion du recours aux drones civils dans les années à venir** dans les domaines de la logistique (Amazon envisage de les utiliser pour ses livraisons), de la mobilité urbaine (taxis), la surveillance de sites et d'emprises, voire d'approvisionnement d'urgence et de gestion des crises...

Il va en résulter une densification de la circulation des aéronefs non habités dans **l'espace aérien de basse altitude**, avec comme conséquences un risque plus élevé d'incidents et une plus grande difficulté à discriminer les drones intrus ou malveillants.

De fait, ces **drones**, qu'ils soient du commerce, modifiés ou non, **peuvent représenter une menace**, que ce soit de manière intentionnelle (espionnage, sabotage, terrorisme) ou sans intention de nuire (drone qui s'égare, qui tombe accidentellement sur la foule...).

La perspective de **l'organisation prochaine de grands événements sportifs** sur le territoire national (Coupe du Monde de Rugby en 2023, Jeux Olympiques de 2024) met particulièrement en lumière cet enjeu.

Depuis l'incident de l'aéroport de Londres Gatwick en décembre 2018 (survol illégal par une centaine de drones) qui avait entraîné la paralysie totale du trafic pendant plusieurs jours, bloquant 140 000 personnes, **l'intrusion des drones est devenue l'une des principales craintes des autorités aéroportuaires**. De fait, l'arrêt du trafic pendant une heure dans un aéroport international représente un coût de plusieurs millions d'euros.

Selon l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA), quelques 2 000 incidents liés aux drones se sont produits en 2019 dans le ciel européen.

Jusqu'à présent, aucune attaque terroriste au moyen de drones n'a été relevée sur le territoire national mais les cibles potentielles ne manquent pas : installations industrielles de type Seveso, infrastructures essentielles et réseaux de distribution, lieux de pouvoir ou grands rassemblements....

2. Une prolifération des drones militaires sur les théâtres extérieurs

Parallèlement, dans le champ militaire, nous sommes entrés dans une « *deuxième ère des drones* » caractérisée par **l'introduction de ces systèmes dans l'ensemble des doctrines et tactiques des acteurs militaires**, qu'ils soient étatiques ou non¹.

- Des **puissances moyennes comme la Turquie et l'Iran** se sont lancées il y a quelques années dans la production à grande échelle de drones de technologie moyenne à coût raisonnable, d'abord pour leurs besoins propres, mais aussi pour les vendre à leurs « proxys ».

Le marché étant aussi alimenté par la Chine ou par une puissance historiquement présente sur le marché des drones comme Israël, on assiste aujourd'hui à **une prolifération des drones militaires, armés ou susceptibles de l'être, au Moyen-Orient**.

La Turquie a développé des capacités de production mobiles, projetables au plus près des zones de conflits, destinées à les alimenter en flux tendus. Ces drones sont largement utilisés par la Turquie dans le nord de la Syrie (où 60 attaques coordonnées de drones auraient été menées en 2019), mais aussi en Libye. L'Azerbaïdjan les a récemment mis en œuvre contre l'Arménie au Haut-Karabagh.

Les drones iraniens (tel le drone tactique armé Abalil) alimentent les **milices houthies au Yémen mais aussi le Hezbollah au Liban et le Hamas à Gaza** (où ils ont été très utilisés lors de la récente crise, en avril-mai 2021) mais aussi des milices en Irak, en Syrie, au Soudan qui les utilisent pour des actions commanditée par Téhéran.

Les drones permettent à ces groupes armés de **mener à peu de frais des attaques ciblées très efficaces, occasionnant des dommages très importants**. L'attaque massive menée en septembre 2019 par les Houthis, avec des drones peu élaborés et à charge militaire limitée, probablement fournis par l'Iran, contre des raffineries du **géant pétrolier Aramco** en Arabie saoudite a ainsi entraîné une réduction d'un tiers de la capacité de

¹ *Lutte contre les drones : à la recherche de la solution miracle, Claudio Palestini, Revue de l'OTAN, 16 décembre 2020.*

production de l'Arabie saoudite pendant plusieurs mois et provoqué des tensions sur le marché pétrolier mondial.

Depuis six ans, les Houthis auraient ainsi revendiqué plus de 500 opérations avec des drones suicides. En Mer rouge, ils lancent des **drones kamikazes marins** (de petites vedettes chargées d'explosifs, appelées « water borne improvised explosive devices » ou WBIED, qui sont la version nautique des engins explosifs improvisés) contre des pétroliers et des bâtiments de guerre : neuf attaques de ce type auraient été réalisées depuis le début du conflit.

De grande portée et très mobiles, **les drones des milices soutenues par l'Iran pullulent dans la région et multiplient les actions visant les Etats-Unis** (par exemple à Erbil en Irak, en avril dernier, où un drone chargé d'explosifs a visé les troupes américaines stationnées près de l'aéroport) **et ses partenaires** (multiplication des attaques de drones suicides houthies contre l'Arabie saoudite ces derniers mois) **qui ne cachent plus leur inquiétude.** Ces drones, qui visent davantage des cibles économiques ou symboliques que des objectifs militaires, contournent aisément les défenses sol-air sophistiquées des alliés des Etats-Unis et **constituent une menace permanente dans un théâtre sans profondeur stratégique.**

Par ailleurs, **l'Iran utilise ses propres drones pour marquer sa présence dans la région et passer des messages.**

Ses nombreux drones, aériens mais aussi maritimes, sans charge militaire mais « armables », **quadrillent le Golfe persique pour des missions d'ISR**, lui permettant de réduire l'engagement de ses moyens maritimes.

Téhéran met aussi **en scène ses capacités lors de rassemblements et d'exercices impliquant des centaines de drones**, qui sont filmés et largement diffusés.

De fait, les drones sont aussi utilisés **comme un instrument de propagande**, destiné à frapper les esprits.

B. UNE PRISE EN COMPTE RÉCENTE

1. Une menace pour les forces armées

Les drones - et parmi ceux-ci essentiellement les drones aériens, constituent une menace aussi bien pour les **installations militaires** que pour les **activités des forces armées**, sur le territoire national comme sur les théâtres extérieurs (forces de présence stationnées à l'étranger, opérations extérieures).

Si les drones aériens de grande taille (drones MALE et tactiques) sont pris en compte par les moyens traditionnels de défense (défense

aérienne et défenses sol-air), la **prolifération des petits drones** (de quelques centaines de grammes à quelques dizaines de kilogrammes) **constitue un défi de taille pour nos forces armées**, jusqu'à récemment peu dotées pour y faire face.

Ils représentent une **menace protéiforme**, qui peut être informationnelle (renseignement), mais aussi cinétique dès lors qu'ils peuvent facilement être équipés d'une charge explosive.

Comme cela a pu être observé lors des récents conflits, ils sont **susceptibles de mettre en échec les défenses sol-air**, qui ne sont pas adaptées pour contrer les menaces sur la basse couche.

Au demeurant, il faut souligner que les **défenses sol-air de courte et moyenne portée équipant nos forces** (systèmes Crotale et SAMP Mamba) ne sont pas récentes, **ces capacités ayant été longtemps négligées** du fait d'une supériorité aérienne tenue pour acquise.

Enfin, il faut souligner **la menace que représentent les petits drones armés pour les blindés des unités terrestres**, qui ne sont pas assez protégés sur le dessus.

- **Pour l'Armée de l'air et de l'espace, qui est en charge de la protection du territoire français** contre les menaces aériennes, la menace des drones est un enjeu important qui s'est affirmé ces dernières années.

La lutte anti-drones relève en effet de la mission de sûreté aérienne que le CDAOA met en œuvre notamment dans le cadre **des « dispositifs particuliers de sûreté aérienne » (DSPA)**. Il s'agit de **bulles de protection temporaires** mises en place à l'occasion d'événements particuliers (tels les 14 Juillet, le sommet du G7 ou encore le Salon du Bourget) et au sein desquelles l'Armée de l'air et de l'espace coordonne l'ensemble des systèmes interministériels de lutte anti-drones afin d'y assurer la sûreté aérienne jusqu'à la très basse couche.

Pour répondre au besoin opérationnel impliqué par ce dispositif, faute d'une autre solution disponible à l'époque, le CDAOA a noué en 2018 un partenariat avec Aéroports de Paris (ADP) qui lui a permis de mettre au point, avec l'appui de l'Agence de l'innovation de défense, une solution de lutte anti-drones baptisée BASSALT, fournie par la société Hologarde, filiale d'ADP.

- La menace que représentent les petits drones **se pose tout autant hors du territoire national** et l'observation des récents conflits marqués par une importante utilisation de drones nous fait prendre conscience que nous ne sommes pas prêts à y faire face.

Certes, nos forces disposent d'une défense aérienne et de systèmes sol-air sans doute plus robustes que ceux que les troupes arméniennes ont opposés aux drones azéris lors de la récente guerre au Haut-Karabagh.

Néanmoins une attaque récente comme celle qui a visé en septembre 2019 la raffinerie pétrolière d'Aramco montre que ce **segment de défense n'est pas adapté à la menace des petits drones** et surtout aux **nouveaux modes opératoires selon lesquels ils sont mis en œuvre** (vols en essaims, attaques saturantes, drones suicides).

En outre, ces drones sont très mobiles, de sorte qu'il est difficile de les suivre et de localiser leurs bases de départ.

Par ailleurs, volant à vitesse réduite et avec une **faible signature radar**, ils sont **peu ou pas détectés par les défenses sol-air classiques**.

Enfin, **la réponse** que celles-ci peuvent mettre en œuvre, à savoir le **tir de missiles, n'est pas adaptée en termes de coût et d'intensité** (risque d'attrition des munitions).

Pour de nombreux interlocuteurs entendus par les rapporteurs, **il s'agit d'une lacune préoccupante dans la protection de nos forces à l'extérieur, qu'il est urgent de combler**.

2. Un début de réponse

A compter de fin 2014, à la suite de survols de sites sensibles (centrales nucléaires notamment), de premières acquisitions de moyens de protection interviennent, notamment dans le cadre d'« urgences opérations», afin de protéger des sites particulièrement sensibles des armées.

Ce n'est pourtant qu'en 2017 qu'une acquisition de systèmes visant à couvrir un besoin plus général (détection et neutralisation) est lancée par la DGA dans le cadre **du marché MILAD** [Moyens Mobiles de Lutte Anti-Drones]. Proposé par la société CS, le système « BOREADES », multi-senseurs et multi-effecteurs, **agit par brouillage et leurrage**. Destiné aux trois armées aussi bien pour le territoire national que pour les opérations extérieures, il a été acquis en 18 exemplaires, mais, compte tenu des délais de mise à disposition, ce système commence seulement à être déployé. Ce marché a aussi permis **l'acquisition de fusils brouilleurs Nerod** de la société MC2 Technologies destiné à **l'Armée de terre** (une dizaine ont été livrés à ce jour, 25 autres devant l'être au cours de l'année 2021).

Par ailleurs, des initiatives particulières sont en cours au sein des armées, comme la mise au point de la **solution BASSALT par l'Armée de l'air** de (cf. *supra*) ou **l'expérimentation par l'Armée de terre de véhicules de l'avant-blindé (VAB) adaptés à la lutte anti-drones** dans le cadre d'une **procédure dénommée « adaptation réactive (« AR LAD »)**.

La Marine nationale mise, quant à elle, sur un canon de 40 mm à tir rapide¹, la **tourelle RAPIDFire**, mise au point par Nexter et Thales, capable d'engager successivement des cibles multiples. Suite à un marché de conception et de fabrication notifié le 31 décembre 2019, cette solution équipera dès 2023 les bâtiments ravitailleurs de forces (BRF) de la Marine.

Enfin, prenant en compte les recommandations formulées par l'actualisation de la revue stratégique concernant la nécessité de renforcer la lutte anti-drones, la DGA vient de lancer un **nouveau marché pour l'acquisition d'une « protection déployable modulaire anti-drones » (PARADE)**. La solution proposée, qui devra comporter au moins un système C2 évolutif, un radar, un goniomètre, un système optronique et un système de brouillage, vise, selon l'avis de marché, à assurer la protection permanente de sites militaires ou civils en France ou sur des théâtres d'opérations extérieures. Le marché, **évalué à 350 M€ sur 11 ans** (dont 70 M€ sur la période 2022-2025, conformément à l'actualisation de la LPM), prévoit la fourniture de six premiers systèmes d'ici fin 2022, des systèmes supplémentaires pouvant faire l'objet de bons de commande. Seuls trois entreprises ou groupements d'entreprises pourront présenter une offre.

On constate donc – et il faut s'en réjouir – un **foisonnement d'initiatives** visant à **acquérir dans l'urgence des capacités de lutte anti-drones**, qui contraste avec le peu d'attention accordé à ce sujet pendant des années (l'Onera² expliquait qu'il avait dû, faute de sollicitation et d'appui de l'Etat, financer lui-même un projet de recherche sur la lutte anti-drones SHIELD, destiné à entretenir ses compétences).

3. La lutte anti-drones, un défi technologique

Il est vrai, cependant, que **la lutte anti-drones est un sujet particulièrement complexe**. Et si de nombreuses solutions techniques existent aujourd'hui sur le marché (on en dénombre 537 sur le marché contre une douzaine seulement en 2015), toutes présentent à la fois des avantages et des inconvénients, en ce qui concerne tant la détection des drones que leur destruction.

- **Pour la détection**, il existe diverses solutions techniques dont chacune, prise individuellement, **comporte des limites** :

La plus utilisée, le **radar actif** – qui consiste à détecter les mouvements grâce à des ondes électromagnétiques – peut confondre un drone avec un animal (oiseau, petit mammifère).

La **détection des radio-fréquences** (liaison de données entre le drone et son opérateur) est inefficace quand le drone ne les utilise pas (ce que pourrait être de plus en plus le cas à l'avenir avec le développement des

¹ Utilisant des munitions de la gamme

² Office national d'études et de recherches aérospatiales.

drones autonomes) ou lorsque l'environnement électromagnétique est chargé.

La **détection électro-optique** est tributaire des conditions environnementales (lumière, absence de brouillard ou de fumée), de même que la **détection infra-rouge** (même si cette dernière est utilisable la nuit).

Enfin, la **radiogoniométrie** permet de repérer par trigonométrie la position de la station au sol afin de pouvoir la viser.

Un système efficace de détection combinera donc les différentes technologies. Sans nier les difficultés et les défis qui se poseront à l'avenir (notamment avec le développement de l'autonomisation), on considère que la détection, sous réserve d'une bonne combinaison de solutions techniques, est relativement facile à réaliser.

Vers des drones complètement autonomes ?¹

Aujourd'hui, les drones sont majoritairement télé-opérés, c'est-à-dire reliés à leur station de commande par des liaisons radios. Cependant, la **tendance est au développement des drones autonomes, capables de se déplacer seuls et de détecter leurs cibles eux-mêmes** grâce à une pré-programmation et à de l'intelligence artificielle (ce serait le cas du drone turc Kargu, par exemple). En effet, sans liaisons radio, les drones autonomes échappent plus facilement à la détection et à la neutralisation par brouillage. La navigation inertielle, permise grâce à l'intégration de boules optroniques de plus en plus miniaturisées, contribue aussi à l'autonomie des drones.

Cependant, **l'absence de liaisons radios peut aussi avoir des inconvénients.** De fait, celles-ci sont nécessaires pour permettre un retour vidéo de la mission, que ce soit pour confirmer la destruction d'une cible ou pour transmettre des images à des fins de propagande. La liaison directe avec le pilote garantit aussi un meilleur contrôle du feu et permet d'annuler une frappe jusqu'au dernier moment. Par ailleurs, les liaisons de données restent nécessaires pour mettre en œuvre les vols en essaim, dans lesquels les drones communiquent et inter-réagissent. Enfin, l'IA comporte un risque non négligeable d'erreurs, pouvant se traduire par des fausses cibles et des dommages collatéraux.

Plus que vers des drones complètement autonomes, **l'avenir semble être aux drones semi-autonomes**, dotés d'une capacité de reconnaissance à partir d'une position géographique ou d'un objectif donné, de sorte que la zone de recherche serait limitée, ce qui permettrait quand même de réduire leur vulnérabilité au brouillage durant le trajet.

• **La neutralisation semble en revanche plus délicate** car les moyens mis en œuvre sont fortement contraints par l'environnement dans lequel le drone évolue, particulièrement dans les zones urbaines.

¹ « Les liaisons de données vont-elles disparaître ? », Note « renseignement, technologie et armement n° 30, mai 2021, M. Olivier Dujardin, Centre français de recherche sur le renseignement.

La première technique privilégiée est le **brouillage des liaisons radio-fréquences** et des moyens de navigation par satellite. Très efficace, le brouillage suppose toutefois que les drones soient pilotés par radio-fréquences et que celles-ci aient pu être identifiées, ce qui pose, là encore, la question des drones autonomes. Cette technique présente aussi l'inconvénient de brouiller d'autres systèmes que celui ciblé, ce qui rend son utilisation inenvisageable dans certains environnements (aéroports par exemple). C'est au demeurant pour cette raison que sur le territoire national, son utilisation est réservée aux services de l'Etat et n'est donc pas accessible aux acteurs privés. Une méthode connexe est le leurrage, qui consiste à pirater le drone pour en prendre le contrôle.

La destruction par moyens cinétiques est certes efficace mais à proscrire dans les zones densément peuplées à cause des risques de dommages collatéraux (chute, explosion de la charge militaire).

L'interception du drone est une autre piste. Si les expérimentations avec les rapaces n'ont pas été concluantes, l'idée de capturer le drone est explorée à travers le concept de filet, lancé par fusil (descente en parachute) ou par un drone intercepteur de drone.

Les **armes à énergie dirigée de type laser**, comme celle proposée par la société Cilas, paraissent constituer **une solution prometteuse** pour lutter contre les drones dans le cadre d'un usage militaire et dans un environnement dégagé. En effet, elles semblent à même de traiter plusieurs cibles rapprochées grâce à une action rapide, ce qui pourrait constituer une piste pour répondre aux attaques en essaim.

Helma-P, l'arme laser anti-drones de Cilas

Historiquement spécialisée dans les lasers de forte puissance destinés à neutraliser les missiles, la **Compagnie industrielle des lasers (Cilas)** a développé récemment une **solution laser anti-drones**, inspirée d'une technologie utilisée depuis un certain nombre d'années aux Etats-Unis. Si sa mise en œuvre requiert de bonnes conditions météorologiques, cette solution présente l'avantage d'être résistante au brouillage.

N'ayant pas été initialement accompagnée par l'Etat pour ce projet, Cilas s'est fixé son propre cahier des charges et a financé un démonstrateur. Dénommé Helma-P, son arme laser détruit par un dépôt de chaleur les composants électroniques du drone visé, à une distance pouvant aller jusqu'à 1000 mètres. L'effecteur laser peut être placé sur une tourelle fixe ou mobile (véhicule terrestre ou naval).

Les essais réalisés récemment –avec cette fois le soutien de la DGA dans le cadre d'un « Programme d'accélération de l'innovation » -, ont montré **l'efficacité et la précision de l'arme laser**, qui est **capable de détruire plusieurs drones successivement** (7 secondes par neutralisation).

En ce qui concerne l'Armée de terre, les pistes pourraient être d'intégrer cette capacité laser dans certains véhicules Scorpion, ce qui constituerait une LAD non spécialisée destinée aux unités opérationnelles, mais également dans une LAD mobile spécialisée à partir du véhicule Serval, destinée à l'artillerie sol-air.

En matière de lutte anti-drones, **il n'existe pas de solution totalement adaptée et satisfaisante**, en termes de détection comme de neutralisation. C'est particulièrement vrai sur le territoire national, où les contraintes sont importantes (réglementation, risques de dommage collatéraux). Mais c'est également le cas sur les théâtres extérieurs **où nous n'avons pas encore de réponse aux menaces représentées par les nouveaux modes opératoires (saturation des défenses sol-air...)**. Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches et de dégager des solutions en tenant compte de la rapidité des évolutions technologiques en matière de drones.

III. DES RECOMMANDATIONS ARTICULÉES EN TROIS AXES

A. CONFORTER ET ÉTENDRE LA CAPACITÉ « DRONES » DE NOS FORCES ARMÉES

1. Mener à bien le rattrapage capacitaire sans prendre de nouveau retard

Les rapporteurs regrettent que la « capacité drones » soit l'un des segments devant supporter les « ajustements » de l'actualisation de la LPM. Pour eux, il est indispensable de garder le cap et de livrer aux armées les capacités dont elles ont besoin selon le calendrier prévu initialement, a fortiori lorsqu'elles font face à une rupture capacitaire.

De ce point de vue, **la mise à disposition des drones SDT Patroller est une priorité** car l'Armée de terre, privée désormais de ses SDTI, en a un besoin urgent.

Il est aussi important d'avancer **sur la question de l'armement de ces drones tactiques**. D'abord, parce que cela répondra à un besoin des forces et qu'il faut mieux envisager d'emblée de les doter de capacités d'attaque souveraines. Ensuite, parce que, comme nous le montre l'expérience récente du Reaper, les frappes des drones ne semblent plus poser de problème, notamment aux yeux de l'opinion, dès lors que les règles d'engagement du feu, sous le contrôle de la chaîne de commandement, sont respectées. Enfin et surtout, il s'agit d'assurer l'exportabilité du *Patroller* face à ses concurrents américains, israéliens, turcs qui sont armés ou au moins qui ont la capacité de l'être... Plus largement, il faut lancer sans tarder les développements futurs de ce drone tactique (charges utiles de guerre

électronique, système de contrôle de vol souverain, communication par satellite...).

Il est également impératif de **permettre la montée en puissance la capacité de mini-drones SMDM de la Marine** et de mener à bien son programme de **drones tactiques SDAM** ainsi que le **programme SLAMF de lutte anti-mines futur**. Il faut, à cet égard, souligner **l'effet d'entraînement que ce programme SLAMF peut avoir** sur le développement de nouvelles capacités, y compris dans les milieux terrestres et aériens. En effet, compte tenu de ses spécificités, le milieu naval est propice aux innovations technologiques : autonomie (en particulier pour les drones sous-marins qui évoluent sans communications), moyens de largage et de récupération des systèmes, intelligence artificielle...

Les commandes et les livraisons de **drones de contact pour les trois armées** devront être poursuivies, conformément aux objectifs fixés par la LPM.

Enfin, dans la perspective du à la fin de la décennie, il est indispensable d'**accompagner l'avancement du programme de l'Eurodrone**, qui, au-delà du remplacement des drones *Reaper*, va constituer un programme structurant pour l'aéronautique européenne et un soutien pour l'innovation technologique dans de nombreux domaines. Il convient de le faire en veillant au respect des coûts et bien sûr en s'assurant de la possibilité qu'il soit armé, pour garantir la soutenabilité de son modèle économique.

2. Doter nos armées d'une capacité nouvelle de drones « bon marché » et « consommables », c'est-à-dire sacrificiables sur le champ de bataille

Sans aller jusqu'à recommander un virage capacitaire et un changement radical dans nos acquisitions d'armement - qui conduirait par exemple à renoncer à l'acquisition de drones MALE ou tactiques sophistiqués -, les rapporteurs **préconisent de doter nos armées, à titre complémentaire, d'une capacité de drones bon marché** qui seraient des « consommables », dans la perspective des conflits futurs.

En effet, **l'utilisation de drones « sacrificiables »** de petite taille, armés ou non, dans **le cadre de nouveaux modes opératoires**, est une réalité observée dans de nombreux conflits récents et **cette tendance va sans nul doute s'amplifier dans les années qui viennent. Les armées françaises ne peuvent ignorer cette évolution.**

Les **développements technologiques envisagés par nos partenaires** montrent qu'il s'agit d'une capacité à ne pas négliger si l'on veut que nos armées tiennent leur rang dans les guerres futures.

C'est une nécessité pour **se préparer aux conflits de haute intensité** dans lesquels la suprématie aérienne dont nous disposons jusqu'à présent

sera contestée. Dans ce contexte, des drones « sacrificables » pourraient être utilisés, à la place ou en complément des moyens aériens classiques, pour pénétrer des défenses aériennes ennemies de plus en plus robustes.

A cet effet, les rapporteurs recommandent d'envisager d'acquérir :

- des **micro-drones simples** destinés à servir de leurre ou à mener des attaques saturantes, ainsi que pour l'entraînement des militaires ;

- des **micro-drones armés** (qui ne seraient cependant pas des armes autonomes) ;

- des **drones d'attaque un peu plus gros** (de type mini-drones) capables d'emporter des charges d'explosifs, tels que **les munitions téléopérées**.

La BITD française a la capacité de produire de tels systèmes, même si pour l'instant elle ne le fait pas, en l'absence de demande.

Il ne s'agit cependant pas d'une **simple question capacitaire**. Il faudra aussi prendre en compte **l'intégration de ces drones dans une manœuvre d'ensemble coordonnée**, en combinaison étroite avec d'autres moyens conventionnels (artillerie, capteurs, capacité de guerre électronique) ainsi que leur mise en œuvre à travers de certains modes d'action (attaques saturantes, leurrage...).

Par ailleurs, **le besoin de drones MALE** pour réaliser des missions de surveillance et d'observation sur de longues distances et sur de longues durées, ne disparaîtra pas pour autant. Cette capacité demeurera nécessaire pour opérer sur des théâtres permissifs ou dans la profondeur, à l'arrière de la zone de contact, sur **des théâtres non permissifs**, tout comme reste nécessaire la mise en place d'ici 2030 d'une architecture de « cloud de combat » intégrant au sein d'un réseau connecté des Rafale, Eurodrones, drones *remote carriers* et satellites d'observation.

3. Soutenir davantage notre filière industrielle de drones et robots

Il est nécessaire d'appuyer le développement et la structuration d'une filière nationale de robotique. La stratégie de soutien de l'Estonie à son secteur robotique autour du champion national Milrem Robotics constitue, à cet égard, un exemple intéressant.

La France dispose en la matière de **bases solides, avec des fleurons** de la BITD comme Airbus, Safran, Nexter, Naval Group... **et de véritables « pépites »**, telle l'entreprise Parrot, qui est désormais le principal concurrent du leader mondial du marché, l'entreprise chinoise DJI sur le marché des drones aériens légers ou Sharks Robotics, créée en 2016 et déjà dans le top 10 mondial de la robotique terrestre.

La robotique française compte aussi dans ce domaine de **nombreuses jeunes pousses et entreprises innovantes** dont aucune pourtant n'est prise en compte dans le programme Next40/120 de la *French Tech*, initiative de soutien public à l'écosystème de startups françaises.

Il est nécessaire de **soutenir davantage cette filière**, tout en l'orientant sur les besoins futurs des armées, et en **favorisant sa structuration**.

Le soutien pourrait consister, par exemple, en une extension du bénéfice du dispositif GCAS (groupe de contact, d'action et de soutien aux entreprises d'intérêt stratégique vital), en l'instauration d'un financement dédié à la filière robotique au sein de la Banque publique d'investissement ou encore la création d'une liste spécifique pour les entreprises de cette filière au sein de la *French Tech*.

La structuration doit viser la **mise en place d'une filière nationale** robuste et agile, intégrant l'ensemble des acteurs industriels, quelle que soit leur taille, et en mesure de fournir une production souveraine, non dépendante des approvisionnements étrangers.

Il faut aussi **protéger les startups et entreprises de taille intermédiaire de robotique contre les tentatives de prédation par des fonds d'investissement étrangers** (chinois ou américain notamment), en favorisant l'acculturation des fonds d'investissement français à ce domaine.

B. FAIRE DE LA LUTTE ANTI-DRONES UNE PRIORITÉ

Si la menace que représentent les drones – et a fortiori la prise de conscience de cette menace – est récente, **elle sera de toute évidence un élément structurant des conflits futurs**. Nous devons donc impérativement la prendre en compte et renforcer les capacités des forces armées en matière de lutte anti-drones.

1. Rendre nos défenses anti-aériennes plus robustes

L'accentuation de la menace que représentent les drones appelle un renforcement des moyens **de détection et de neutralisation sur la partie la plus basse du spectre, qui relève de la lutte anti-drones**.

Il est nécessaire de **rassembler l'ensemble des moyens et technologies** (capteurs et effecteurs) concourant à la lutte anti-drones dans un système intégré.

Ce système devra être étroitement articulé avec les défenses sol-air (DSA) de courte et moyenne portée (qu'il est aussi nécessaire de moderniser), **grâce à un système de commande et contrôle (C2) agile**,

capable, grâce à de l'intelligence artificielle, d'analyser la menace et de sélectionner la meilleure réponse technique à y apporter en fonction de sa nature (taille du drone, drone télé-opéré ou autonome, seul ou en essaim, missile...) et de l'environnement (jour ou nuit, conditions météo, distance...). Il s'agit de mettre au point une solution multi-couches, capable de traiter la menace aérienne sur un large spectre.

Ce **système devra être ouvert**, c'est-à-dire facilement interconnectable avec d'autres systèmes de lutte anti-drones existants et en mesure d'intégrer les évolutions technologiques futures. Il devra également être **résistant aux attaques saturantes et vols en essaim**.

Le **marché que vient de lancer la DGA** pour faire émerger cette solution marque une avancée et il faut s'en féliciter.

Néanmoins, il conviendra de s'assurer que les **moyens alloués seront bien à la hauteur des enjeux**. En effet, le montant prévisionnel du marché public est de 350 millions d'euros, mais seuls 70 millions d'euros - soit un cinquième de ce montant - seraient prévus dans le cadre de l'actualisation de la LPM.

En outre, il faudra **veiller à ce que les petites entreprises et startups** positionnées dans un domaine (traitement des signaux, intelligence artificielle, analyse des données...) qui requiert innovation et agilité, aient bien la possibilité de proposer leurs solutions.

Enfin, compte tenu de la diffusion de la menace, la commission souligne l'enjeu pour nos forces de disposer, en complément des systèmes élaborés et complets dont l'acquisition est en cours, d'une « **capacité de défense anti-aérienne de contact** », mobile, au niveau des unités, garante d'une bonne protection et d'une réactivité.

Au-delà de la dimension capacitaire, les rapporteurs recommandent de prévoir des **entraînements dans la troisième dimension** intégrant une composante « drones » et de **mener aussi la lutte anti-drones dans le champ informationnel et cyber** (combattre la propagande sur les réseaux sociaux).

2. Prendre en compte la rapidité des évolutions technologiques

Pour faire face à la **rapidité des évolutions technologiques** dans ce domaine, il importe :

- de **bien suivre l'évolution de la menace et notamment** d'acquérir une connaissance approfondie des filières d'approvisionnement et des chaînes de production des drones déployés sur les théâtres extérieurs, ce qui suppose de réaliser une veille technologique adaptée ;

- de lancer de manière réactive les **projets permettant d’appréhender les innovations proposées par le secteur civil** (à l’image de l’appel à projets sur un drone intercepteur de drones lancé en avril dernier par l’Agence de l’Innovation de défense) ;

- de lancer des **études amont** visant à identifier des solutions aux défis technologiques qui se poseront dans un avenir proche, notamment celui des **drones autonomes, résistants au brouillage et celui des essaims de drones et des attaques saturantes.**

3. Accélérer la mise en place d’un système de navigation et de contrôle dans l’espace aérien de très basse altitude

Enfin, il est nécessaire **d’avancer dans la mise en place d’un système de navigation aérienne et de contrôle dans l’espace aérien de très basse altitude** où évoluent les aéronefs sans pilote.

L’enjeu est d’intégrer en toute sécurité les drones (en particulier, dans un avenir proche, les drones prestataires de services comme les taxis volants, les drones de livraison...) **dans cet espace et d’assurer leur cohabitation avec les autres aéronefs qui le traversent** (avions de ligne en phase de décollage et d’atterrissage, hélicoptères ...).

Des réflexions sont en cours à l’échelle internationale, notamment sous l’égide de l’Organisation de l’aviation civile internationale (OACI), pour bâtir un **modèle de navigation pour cet espace aérien de basse couche, dénommé *Unmanned air system traffic management (UTM)***, qui serait complémentaire de l’actuel système de contrôle aérien *Air traffic management (ATM)* en vigueur pour les aéronefs pilotés. A la différence de celui-ci, l’UTM ne fonctionnerait pas de manière centralisée mais en réseau, grâce à l’interconnexion d’une multitude de services de gestion de trafic de drones. Un peu partout dans le monde, des initiatives (telle l’initiative U-Space en Europe) se font jour pour mettre en place un cadre adapté à l’émergence d’un tel modèle alors que de nombreuses sociétés (à l’instar d’Airbus UTM, Thales...) commercialisent d’ores et déjà ce type de services.

Cependant, comme plusieurs interlocuteurs l’ont souligné lors des auditions, **beaucoup de points restent à préciser, notamment en ce qui concerne le contrôle de ce système** : quels services de l’Etat interviendront ? Comment s’articuleront les rôles des différentes autorités en la matière ?

Des réflexions et des travaux sont en cours au sein de groupes de travail, notamment au sein du SGDSN. Par ailleurs, on note des avancées réglementaires : depuis le 1^{er} janvier 2020, tous les drones sont censés être équipés d’un transpondeur permettant l’identification de leur immatriculation. Pourtant, **le système est encore loin d’être achevé, suscitant une certaine attente de la part des acteurs concernés.**

Or, l'organisation de la navigation et du contrôle aérien dans l'espace de basse altitude est aussi un **enjeu pour la lutte anti-drones**, dans la mesure où elle permettra d'identifier plus facilement **les drones malveillants**. La commission ne peut donc que **recommander des clarifications et des avancées dans ce domaine**.

C. FAVORISER L'AGILITÉ DES MODES D'ACQUISITION, SIMPLIFIER LES PROCÉDURES ET ASSOUPLE LA RÉGLEMENTATION

1. Favoriser l'agilité des modes d'acquisition

Dans le domaine des drones et de la lutte anti-drones, les évolutions technologiques sont très rapides et impose une grande réactivité des modes d'acquisition.

Cette exigence s'accommode mal **du formalisme des procédures d'achat public**, qui se caractérisent par leur lourdeur et leur lenteur.

En outre, en raison d'une aversion à la prise de risque, les règles sont souvent interprétées de manière restrictive et les souplesses, quand elles existent, ne sont pas toujours utilisées.

Ce cadre et l'application qui en est faite **se prêtent mal à la valorisation des solutions agiles et économes** que les armées sont souvent en capacité de proposer pour répondre à leurs propres besoins.

En témoignent les difficultés rencontrées par l'Armée de l'air pour obtenir son système BASSALT, mis au point en partenariat avec Aéroports de Paris afin d'assurer la lutte anti-drones lors des grands événements sur le territoire national. Alors que la solution, soutenue par l'Agence de l'innovation de défense, était techniquement opérationnelle depuis 2019, ce n'est qu'à l'été 2021 que le CDAOA va recevoir ses trois systèmes complets grâce à une procédure « d'urgence opération ».

Un changement de culture pour prendre en compte l'innovation et gagner en réactivité est nécessaire. Dans un domaine comme celui des drones, les acquisitions ne peuvent être menées sur le modèle des grands programmes d'armement. Comme le soulignait déjà le rapport sur l'innovation de défense publié par notre commission en 2019, **l'enjeu est de réduire le décalage entre le rythme de l'innovation et le temps consacré à l'achat public.**

A cet effet, la commission préconise :

- **d'exploiter davantage les marges de manœuvre offertes par le code des marchés publics**, qui existent, mais que, bien souvent, les acheteurs n'osent pas utiliser ;

- de **mieux valoriser la capacité d'innovation des armées** en s'appuyant sur leurs centres techniques et laboratoires (tel que le Battle Lab

Terre, inauguré en janvier 2021) - auxquels il faudrait allouer des moyens dédiés leur permettant d'expérimenter et de faire émerger des solutions adaptées aux besoins des armées - et connecter toutes leurs compétences en matière de drones et de lutte anti-drones dans un **centre d'excellence interarmées**, qui fonctionnerait de manière souple, en réseau.

- enfin, de donner **plus d'autonomie et de moyens à l'Agence de l'Innovation de défense** afin qu'elle puisse intervenir plus efficacement dans les domaines qui, comme celui des drones, requièrent réactivité et agilité.

2. Simplifier les procédures et assouplir la réglementation pour faciliter l'utilisation des drones militaires

Pour remédier aux retards observés ces dernières années dans les mises à disposition d'équipements, les rapporteurs recommandent l'adoption de mesures permettant, sans remettre en cause la sécurité, **d'accélérer les procédures de certification de la navigabilité**.

A cet égard, des marges peuvent être trouvées dans la **reconnaissance directe et systématique des procédures d'instruction ayant déjà été réalisées dans le secteur civil**. Il faut absolument utiliser cette facilité quand c'est possible.

Par ailleurs, des assouplissements sont toujours attendus en **ce qui concerne l'insertion des drones militaires dans la circulation aérienne générale**.

Malgré un récent assouplissement des règles, les drones aériens de grande taille ne sont autorisés à voler que dans des espaces de vol dits «ségrégués », qui leur sont ouverts temporairement en coordination avec l'autorité aérienne civile.

Ces restrictions freinent à l'utilisation des drones sur le territoire national pour la formation, l'entraînement mais aussi pour les missions de surveillance.

Les rapporteurs appellent de leurs vœux des avancées dans ce domaine, ce qui suppose de mener à bien **la refonte de l'instruction régissant le vol des drones militaires** (DIRCAM /1550).

De manière générale, ils attirent l'attention sur la nécessité de **limiter l'instauration de nouvelles normes ou réglementations** qui réduisent le bénéfice que les forces armées peuvent tirer de l'acquisition d'équipements performants et qui vont à l'encontre de l'efficacité. Il faut donc trouver un point de convergence entre sécurité et flexibilité et s'assurer que les exigences réglementaires ne se traduisent pas par des surcoûts trop importants.

EXAMEN EN COMMISSION

Réunie le mercredi 23 juin 2021, sous la présidence de M. Olivier Cigolotti, vice-président, la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées a procédé à l'examen du rapport d'information de MM. Cédric Perrin, Gilbert Roger, François Bonneau et Bruno Sido sur les drones dans les forces armées.

M. Olivier Cigolotti, président. – Nous examinons aujourd’hui le rapport d’information sur les drones, présenté par nos collègues Cédric Perrin, Gilbert Roger, Bruno Sido et François Bonneau.

M. Cédric Perrin, rapporteur. – Lorsque notre commission a publié son précédent rapport sur les drones, en 2017, les principaux sujets étaient la montée en puissance des drones MALE *Reaper*, dont nous avons un besoin criant au Sahel, et le constat que, d’une manière générale, nous avons « manqué le tournant décisif des drones » du fait « d’un manque de compréhension de cette technologie et aussi d’un manque de volonté et de constance de la part des pouvoirs publics ».

Quatre ans plus tard, le contexte a changé et de nouveaux enjeux sont apparus.

M. François Bonneau, rapporteur. – Au niveau des capacités, un rattrapage est en cours, qui a jusqu’à présent surtout concerné les drones MALE et les drones de contact.

Notre capacité en drones *Reaper* a doublé avec la livraison en 2020 de deux systèmes au « standard block 5 », mieux équipés et pour l’utilisation desquels nous disposons d’une véritable autonomie vis-à-vis du fournisseur américain. La filière de recrutement et de formation des pilotes s’est structurée comme nous avons pu le constater en nous rendant sur la base aérienne de Cognac.

Par ailleurs, l’armement des drones *Reaper* – qui était un sujet controversé au moment de notre précédent rapport et en faveur duquel la commission avait pris position – ne fait aujourd’hui plus débat et contribue désormais à assurer près de 60 % des frappes aériennes contre les terroristes en BSS.

D’autre part, depuis 2019, l’accent a été mis sur l’acquisition de drones de contact au profit des forces : 210 nanodrones DROP et 67 microdrones NX 70 ont d’ores et déjà été livrés, 150 microdrones ANAFI de l’entreprise Parrot destinés aux trois armées viennent d’être commandés et il devrait y en avoir 900 en fonctionnement en 2025. Ces équipements issus des

technologies du civil, mais rendus plus robustes, deviennent indispensables dans tous les aspects de l'activité militaire....

À la fin de l'année 2021, l'armée de terre aura reçu près de la moitié de sa capacité de minidrones de renseignement *Spyranger*, destinés à remplacer ses vieux DRAC et la Marine commence à recevoir ses drones aériens *Aliaca*, destinés à équiper ses bâtiments de second rang.

Les difficultés se concentrent en revanche sur le segment des drones tactiques.

En raison d'un crash lors d'un vol d'essai en décembre 2019, la livraison des premiers SDT *Patroller*, initialement prévue en 2018, est désormais espérée pour 2022. Or, comme on le sait, l'armée de terre a dû, en raison de problèmes de sécurité, renoncer à utiliser ses SDTI hors d'âge et se trouve donc totalement privée de capacités sur ce segment.

De même, le renouvellement de la capacité de « guerre des mines » (programme Système de lutte anti-mines futur ou SLAMF) de la Marine nationale et le lancement de son programme Capacité hydrographique et océanographique du futur (CHOF), qui devaient intervenir avant 2025, sont reportés après cette date. Tous ces reports sont actés dans le cadre de « l'actualisation » de la LPM.

Le programme de drones tactiques aériens de la Marine (SDAM) n'en est encore, quant à lui, qu'au stade préparatoire, la commande des systèmes ne devant pas intervenir avant 2026.

Enfin, après bien des retards, il faut noter les avancées récentes du programme Eurodrone, dont le contrat de réalisation entre la France, l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie a été finalisé en novembre 2020. La France a prévu de commander 6 systèmes qui sont destinés à remplacer les drones *Reaper*, le premier devant être livré en 2028. Ce dossier phare pour l'autonomie stratégique européenne et pour l'innovation dans le secteur aéronautique doit être soutenu, malgré les interrogations liées aux divergences entre les pays partenaires, notamment sur la question de l'armement (auquel nous sommes évidemment très favorables). Enfin, même si les performances de l'Eurodrone devraient être nettement supérieures à celles du *Reaper* (qu'il s'agisse des capteurs, de la capacité d'emport ou de la vitesse), on peut craindre qu'au moment de sa livraison, elles soient, du fait des retards accumulés et du rythme rapide de l'innovation, en décalage avec les dernières technologies.

Au-delà du rattrapage capacitaire, le rapport souligne les enjeux technologiques à venir, notamment l'intégration des drones dans des « systèmes de systèmes » (*Scorpion* et surtout Système de combat aérien futur) et leur autonomisation croissante grâce à la navigation inertielle et à l'intelligence artificielle.

Surtout, il met l'accent sur le rôle de premier plan que les drones pourraient jouer demain sur le champ de bataille, dans le contexte d'un retour à des guerres de plus haute intensité. Plusieurs conflits récents, non seulement la guerre au Haut-Karabagh à l'automne 2020 mais aussi les combats qui se sont déroulés en Libye en septembre 2019 et la campagne turque dans le nord de la Syrie en mars 2020, ont été marqués par l'utilisation massive de drones tactiques et de petits drones, présentant la particularité d'être des matériels moins élaborés et moins coûteux que ceux habituellement utilisés par les puissances occidentales. Des puissances régionales comme la Turquie et l'Iran (rejoignant Israël et la Chine) se sont en effet lancées dans la production à grande échelle et l'exportation de drones « bon marché », qui prolifèrent aujourd'hui, notamment au Moyen-Orient.

Dans les conflits précités, les drones, pour partie armés, ont été utilisés en première ligne, selon de nouveaux modes opératoires, pour pénétrer les défenses sol-air adverses : guidage de tirs d'artillerie, leurrage, vols en essais, attaques, attaques saturantes... le tout permettant de réduire l'engagement - et donc le risque d'attrition - des moyens aériens traditionnels.

M. Bruno Sido, rapporteur. - Cette montée en puissance du rôle des drones dans les conflits armés nous a conduits à nous interroger à la fois sur l'opportunité d'acquérir une capacité semblable de drones peu coûteux et « sacrificiables », mais aussi à évaluer le niveau de protection dont disposent nos forces armées face à une menace de ce type.

La conclusion que nous tirons de nos auditions est que nos forces seraient vulnérables à cette menace car les petits drones, de par leur vitesse réduite et leur faible signature radar, ne sont pas détectés et a fortiori pas détruits par les défenses sol-air de courte et moyenne portée. Il est donc urgent d'acquérir une capacité de défense sur ce segment.

Ce besoin de protection ne se limite d'ailleurs pas aux théâtres extérieurs. Sur le territoire national aussi, la menace des drones est une préoccupation pour les forces armées, pour la sécurité des emprises et des activités militaires. Et particulièrement pour l'armée de l'air et de l'espace qui a pour mission d'assurer la posture permanente de sûreté aérienne.

De fait, le Commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes (CDAOA) est chargé de la lutte anti-drones dans le cadre des « dispositifs particuliers de sûreté aérienne » (DSPA), des bulles de protection temporaires mises en place à l'occasion de grands événements comme le 14 Juillet ou le Salon du Bourget. A ce titre, il est chargé de coordonner l'ensemble des systèmes interministériels de lutte anti-drones et d'assurer la sûreté aérienne complète dans la bulle jusqu'à la basse couche.

Au vu de la densification de la circulation des aéronefs non habités dans l'espace aérien, on mesure le défi que cela représente. Rappelons que le

nombre de drones en circulation sur le territoire national est passé de 400 000 en 2017 à 2,5 millions aujourd'hui.

Et cette tendance n'est pas près de s'arrêter, avec le développement des services fournis par les drones civils dans les domaines de la logistique (Amazon envisage de les utiliser très prochainement pour ses livraisons), de la mobilité urbaine (taxis volants), de la surveillance de sites et d'infrastructures...

L'enjeu pour les années qui viennent est à la fois d'organiser le trafic « régulier » des drones avec des règles de navigation et un contrôle - un champ où tout reste à faire - et de détecter/neutraliser les drones intrus voire malveillants qui représentent une menace.

Pour prendre en compte cette menace nouvelle et doter les armées d'équipements anti-drones, des initiatives ont été lancées dès 2015, peu après les survols de sites sensibles, notamment les centrales nucléaires, par des drones, grâce à des procédures dites « d'urgences opérations », puis via le marché MILAD (Moyens mobiles de Lutte Anti-Drones) remporté fin 2017 par la société CS Group, qui a permis l'acquisition de 18 systèmes de détection-neutralisation ainsi que d'une trentaine de fusils brouilleurs Nerod. Mais, comme on le sait, les procédures de marchés publics sont longues, de sorte que ces matériels commencent seulement à être déployés.

Ceci explique en partie que l'armée de l'air et de l'espace ait mis au point sa propre solution anti-drones pour la protection des grands événements sur le territoire national, le système BASSALT, en partenariat avec la société Hologarde, filiale d'Aéroports de Paris et avec le soutien de l'Agence de l'innovation de défense (AID). Cette solution, qui combine détection et neutralisation, a fonctionné dès 2019 (elle a été utilisée par exemple pour protéger le sommet du G7).

Enfin, il faut signaler d'autres initiatives comme « l'adaptation réactive dite ARLAD », réalisée en 2020 par la section technique de l'armée de terre (STAT) (où nous nous sommes rendus dans le cadre de nos travaux). Cette adaptation consiste à doter un véhicule de l'avant blindé (VAB) d'une capacité de lutte anti-drones à partir d'éléments dérivés de MILAD, associés au tourelleau télé-opéré du VAB pour assurer l'identification.

Par ailleurs, un marché d'un montant estimatif de 350 millions d'euros vient d'être lancé pour l'acquisition d'une « protection déployable modulaire anti-drones » (PARADE). Il s'agit d'un marché à bons de commande qui prévoit l'acquisition, à l'horizon 2022, de 6 systèmes, d'autres commandes étant possibles sur toute la durée du marché (11 ans).

Toutes ces initiatives destinées à acquérir des capacités manifestent une prise de conscience par rapport à une menace relativement récente.

Il faut dire que la lutte anti-drones (LAD) est un sujet particulièrement complexe et évolutif. Elle met en œuvre de nombreuses

solutions technologiques dont aucune, prise individuellement, n'est complètement satisfaisante, tant pour la détection que pour la neutralisation, qui sont les deux grands volets de la LAD.

La détection peut consister à repérer des mouvements grâce à des radars, analyser le spectre des radiofréquences qui relie le drone à sa base (le développement des drones autonomes, à cet égard, pose un problème, car ils n'ont plus besoin de liaisons radio), observer au moyen de caméras optiques ou infra-rouges ...

Pour la neutralisation, la technique la plus classique est le brouillage, qui consiste à couper les liaisons radio du drone. Mais celui-ci peut être difficile à mettre en œuvre dans les zones urbaines en raison du risque d'interférences et son efficacité est aussi menacée par le développement des drones autonomes. Ceci conduit à explorer d'autres solutions comme les drones intercepteurs de drones ou la destruction par des armes laser (qui semble plus adaptée pour les théâtres d'opération que pour le territoire national), ainsi que la localisation de la base (pilote) du drone.

L'un des enjeux est de mettre au point des solutions technologiques permettant de traiter les attaques saturantes (attaques simultanées d'un grand nombre de drones).

En conclusion, il n'existe pas de solution miracle en matière de lutte anti-drones et de toute façon, les évolutions concernant les drones sont tellement rapides qu'il faudra toujours adapter la réponse.

M. Cédric Perrin, rapporteur. - Au vu de ce constat et de ces évolutions, quelles recommandations formulons-nous ? Nous les avons regroupées en trois grands axes :

- conforter la capacité « drones » des forces armées ;
- compléter de toute urgence nos moyens de lutte anti-drones ;
- et enfin simplifier les procédures et améliorer l'agilité de nos modes d'acquisition.

1°) Conforter la capacité « drones » de nos forces armées

Cet objectif suppose de mener à bien le rattrapage capacitaire dont nous avons fait état, ceci sans prendre, bien sûr, de nouveau retard.

De ce point de vue, nous ne pouvons que regretter que la « capacité drones » soit l'un des segments devant supporter les « ajustements » de l'actualisation de la LPM.

Il est indispensable de garder le cap et de livrer aux armées les capacités dont elles ont besoin selon le calendrier prévu initialement, a fortiori lorsqu'elles font face à une rupture capacitaire.

De ce point de vue, la mise à disposition des drones *Patroller* est une priorité. Privée des SDTI, l'armée de terre en a un besoin urgent.

Il nous semble aussi important d'avancer sur la question de l'armement de ces drones tactiques. D'abord, parce que nous sommes convaincus que cela répondra à un besoin des forces. Ensuite, comme nous le montre l'expérience récente du *Reaper*, l'armement des drones ne semble plus être un sujet en soi pour l'opinion publique dès lors que les règles d'engagement du feu, sous le contrôle de la chaîne de commandement, sont respectées. Enfin et surtout, il s'agit d'assurer l'exportabilité de ce drone face à ses concurrents américains, israéliens, turcs qui sont armés ou du moins ont la capacité de l'être... Plus largement, il faut lancer sans tarder les développements futurs des SDT (charges utiles de guerre électronique, système de contrôle de vol souverain, communication par satellite...).

Mais au-delà du rattrapage, nous préconisons d'envisager de doter nos forces armées d'une capacité nouvelle de drones « bon marché » et « consommables », c'est-à-dire potentiellement « sacrificiables » sur le champ de bataille.

Aussi bien les conflits récents que les développements technologiques envisagés par nos partenaires montrent qu'il s'agit d'une capacité d'avenir à ne pas négliger si nous souhaitons que nos armées puissent tenir leurs rangs dans les guerres futures.

C'est une nécessité pour se préparer aux conflits de haute intensité dans lesquels la suprématie aérienne qui aujourd'hui nous est acquise deviendra une exception. Comme dans les conflits précédemment évoqués, des drones « sacrificiables » pourraient être utilisés, à la place ou en complément des moyens aériens classiques, pour pénétrer des défenses aériennes de plus en plus robustes. À cet effet, nous pourrions envisager d'acquérir :

- des micro-drones simples destinés à servir de leurre ou à mener des attaques saturantes ;
- des micro-drones armés (qui ne seraient toutefois pas des armes autonomes) ;
- des drones d'attaque eu plus gros (de type mini-drones) capables d'emporter une charge d'explosifs, comme les munitions télé-opérées, qui sont à la frontière des drones et des missiles.

Lors des auditions, on nous a assuré que notre BITD avait la capacité de produire de tels systèmes, même si pour l'instant elle ne le fait pas, en l'absence de demande.

À cet égard, une autre recommandation que nous formulons est de soutenir davantage notre filière industrielle de production de drones et robots.

La France dispose en la matière de bases solides, de véritables « pépites », telle l'entreprise Parrot, qui est désormais le principal concurrent du leader mondial du marché, l'entreprise chinoise DJI et de nombreuses jeunes pousses et entreprises innovantes dont aucune pourtant n'est prise en compte dans la French Tech, initiative de soutien public à l'écosystème de startups françaises.

Nous estimons qu'il est nécessaire d'appuyer davantage cette filière, notamment en l'orientant sur les besoins futurs des armées, et en favorisant sa structuration.

2°) Deuxième axe de recommandations : compléter de toute urgence nos moyens de lutte anti-drones

De toute évidence, la menace que représentent les drones sera un élément structurant des conflits futurs : il est impératif de mieux en protéger nos armées.

Pour cela, il faut rendre nos défenses antiaériennes plus robustes sur l'ensemble du spectre, ce qui passe par :

- un renforcement des moyens de détection et de neutralisation sur la partie basse du spectre, que l'on appelle la LAD et qui est actuellement notre point faible ;

- la combinaison de l'ensemble de ces moyens (capteurs et effecteurs) dans un système de commande et contrôle (C2) agile, capable, grâce à de l'intelligence artificielle, d'analyser la menace et de sélectionner la meilleure réponse technique à y apporter en fonction du contexte (taille du drone, drone télé-opéré ou autonome, drone seul ou en essaim, distance, lumière ou obscurité ...) ;

- un système qui soit à même de contrer la menace sur tous les couches, et donc qui commanderait aussi bien la LAD que les défenses sol-air courte et moyenne portée. Cela permettrait de répondre au problème des attaques qui combinent drones et missiles de croisière ;

- un système ouvert, interconnectable avec d'autres systèmes de lutte anti-drones préexistants et qui pourra aussi intégrer les évolutions technologiques futures.

Le marché que vient de lancer le ministère des armées pour faire émerger cette solution est une avancée et il faut s'en réjouir. Néanmoins, il conviendra de s'assurer que les moyens alloués seront bien à la hauteur des enjeux. En effet, le montant prévisionnel du marché public est de 350 millions d'euros, mais seuls 70 millions d'euros - soit un cinquième de ce montant - seraient prévus dans le cadre de l'actualisation de la LPM.

Par ailleurs, il faudra veiller à ce que les petites entreprises et startups positionnées dans un domaine (traitement des signaux radio-

électriques, intelligence artificielle, analyse des données...) qui requiert innovation et agilité, aient bien la possibilité de proposer leurs solutions.

Enfin, compte tenu de la diffusion de la menace, la commission souligne l'enjeu pour nos forces de disposer, en complément des systèmes élaborés et complets dont l'acquisition est en cours, d'une « capacité de défense anti-aérienne de contact », mobile, au niveau des unités, garante d'une bonne protection et d'une réactivité.

M. Gilbert Roger, rapporteur. – Troisième axe de recommandations : simplifier les procédures et améliorer l'agilité des modes d'acquisition en matière de drones et de lutte anti-drones.

Dans ce domaine, les évolutions technologiques sont très rapides et imposent à la fois un suivi attentif de l'innovation et une grande réactivité des modes d'acquisition.

Cette exigence s'accommode mal du formalisme des procédures d'achat public, qui se caractérisent par leur lourdeur et leur lenteur.

Ce cadre et l'application qui en est faite, marquée notamment par une aversion à la prise de risque, se prêtent mal à la valorisation des solutions agiles et économes que les armées sont souvent en capacité de proposer pour répondre à leurs besoins.

En témoignent les difficultés rencontrées par l'armée de l'air et de l'espace pour obtenir le financement de son système BASSALT, mis au point en partenariat avec Aéroports de Paris pour assurer la lutte anti-drones lors des grands événements sur le territoire national. Alors que la solution, soutenue par l'Agence de l'innovation de défense, était techniquement opérationnelle depuis 2019, ce n'est qu'à l'été 2021 que le CDAOA recevra ses trois systèmes complets grâce à une procédure dite « d'urgence opération ».

Un changement de culture pour prendre en compte l'innovation et gagner en réactivité est nécessaire. Comme le soulignait déjà le rapport sur l'innovation de défense publié en 2019 par notre commission, tout l'enjeu est de réduire le décalage entre le rythme de l'innovation et le temps consacré à l'achat public. Pour cela, les rapporteurs préconisent notamment :

- d'exploiter davantage les marges de manœuvre offertes par le code des marchés publics, qui existent mais que bien souvent les acheteurs n'osent pas utiliser ;

- valoriser davantage la capacité d'innovation des armées en s'appuyant sur leurs centres techniques et laboratoires (à l'exemple de la section technique de l'armée de terre et du Battle Lab Terre), auxquels il faudrait allouer des moyens dédiés leur permettant d'expérimenter et de faire émerger des solutions adaptées aux besoins. Par ailleurs, il serait utile de connecter toutes les compétences des armées en matière de drones dans

un centre d'excellence interarmées sur les drones, qui fonctionnerait de manière souple, en réseau.

- enfin, il faudrait donner plus d'autonomie et de moyens à l'Agence de l'Innovation de défense, afin qu'elle puisse intervenir plus efficacement dans les domaines qui, comme celui des drones, requièrent réactivité et agilité.

Par ailleurs, les rapporteurs appellent de leurs vœux une accélération des procédures de traitement des demandes de certification de la navigabilité des drones. À cet égard, des marges peuvent être trouvées dans la reconnaissance directe et systématique des procédures d'instruction ayant déjà été réalisées dans le civil. Il faut absolument utiliser cette facilité quand c'est possible.

Enfin, les rapporteurs recommandent de faciliter l'insertion des « gros » drones militaires dans la circulation aérienne générale. En effet, malgré un récent assouplissement des règles, ceux-ci ne peuvent être autorisés à voler que dans des espaces de vol « ségrégués », qui leur sont ouverts temporairement en coordination avec l'autorité aérienne civile.

Ces restrictions freinent à l'utilisation des drones sur le territoire national pour la formation, l'entraînement mais aussi pour les missions de surveillance.

Voilà, chers collègues, quelques recommandations qui visent à améliorer le bénéfice que les forces armées peuvent tirer des drones et que nous soumettons, ainsi que l'ensemble du rapport, à votre approbation.

M. Cédric Perrin, rapporteur. - Je tiens à remercier l'ensemble de mes collègues membres du groupe de travail, qui tous ont participé assidûment aux auditions ; il faut dire que celles-ci étaient passionnantes.

Mme Isabelle Raimond-Pavero. - Aux Etats-Unis, un projet de drone destiné à neutraliser des drones en lançant des serpentins a été développé avec la Darpa depuis quatre ans. Dernièrement, on a appris que ce projet touchait à sa fin. En savez-vous plus à ce sujet ?

M. Olivier Cigolotti, président. - Au cours de la guerre au Haut-Karabagh, les Arméniens ont découvert que la boule optronique des drones turcs TB2 était d'origine canadienne et leur moteur d'origine autrichienne. Il s'agirait donc d'un assemblage à partir de composants que certains de nos partenaires leur fournissent. Avez-vous pu vous pencher sur ce sujet ?

M. Cédric Perrin, rapporteur. - Il faut rappeler que la lutte anti-drones consiste à détecter, caractériser et neutraliser les drones malveillants. En ce qui concerne la détection et la caractérisation, il existe beaucoup de solutions technologiques, même si le développement des drones autonomes, dépourvus de liaisons, pose un problème particulier. La neutralisation, quant à elle, est plus délicate car il faut éviter les dommages collatéraux liés à la chute du drone. Je ne connais pas la solution évoquée par notre collègue

Isabelle Raimond-Pavero mais je sais que de nombreuses solutions sont explorées (le brouillage, l'interception par des aigles ou par des drones...), aucune n'est parfaite, mais on continue de chercher. Tout l'enjeu est d'essayer d'intercepter le drone le plus en amont possible car celui-ci peut représenter une menace. S'agissant du drone turc TB2 Bayraktar, très largement utilisé lors de la guerre au Haut-Karabagh, effectivement son moteur est fourni par deux entreprises autrichiennes, Rotax et Austro Engine, et son système optronique par l'entreprise canadienne Harris. Au Canada, l'opposition québécoise a tenté de mettre fin à ces exportations, mais n'y est pas parvenue. C'est en tous cas un vrai problème.

M. Gilbert Roger, rapporteur. – Il faut noter aussi le besoin d'une organisation, assortie d'une réglementation, de la navigation aérienne en basse altitude, un domaine où beaucoup reste à faire. Prochainement, l'identification des drones devrait constituer une première étape pour distinguer les drones malveillants voire dangereux des autres. Mais, il faudra aller plus loin. Concernant le Haut-Karabagh, notre collègue Olivier Cigolotti met l'accent sur un vrai problème, celui de la Turquie, membre de l'OTAN, qui achète du matériel à nos partenaires pour fabriquer ses armements et s'en servir selon ses priorités.

M. Bruno Sido, rapporteur. – La lutte anti-drones est un enjeu complexe. Elle concerne à la fois les drones civils et militaires, le territoire national et les théâtres extérieurs. La réponse ne peut être la même partout, particulièrement la destruction, à cause des dommages collatéraux possibles. Par ailleurs, le développement des drones autonomes rend les choses encore plus complexes. Grâce à l'intégration de gyroscopes, de plus en plus petits, précis et abordables, les drones se dirigent par la navigation inertielle et n'ont plus besoin de GPS, ils sont donc insensibles au brouillage. Il va falloir trouver d'autres solutions, c'est un défi, d'autant que dans ce domaine, l'évolution technologique est très rapide.

M. François Bonneau, rapporteur. – En présentant ce rapport aujourd'hui, nous pensons aussi à ce qui s'est passé lors de l'ouverture de l'Euro 2021, à Munich, avec l'ULM de Greenpeace. En effet, cela aurait pu tout aussi bien se produire avec un drone et causer beaucoup d'émoi avec peu de moyens.

Mme Vivette Lopez. – hier, j'étais sur le porte-avions Charles de Gaulle. Pour l'instant, il n'est pas équipé en drones, mais c'est prévu à l'avenir et il s'y prépare.

M. Cédric Perrin, rapporteur. – Au cours des auditions, on a beaucoup attiré notre attention sur la mise en œuvre des normes et de la réglementation dans le domaine des drones (comme dans d'autres domaines d'ailleurs), l'excès de règles empêchant une utilisation optimale des matériels acquis. Notre message est qu'il faut éviter de créer des contraintes inutiles.

Par ailleurs, des modes d'acquisition rapides et agiles sont nécessaires en la matière. Lors de l'examen de la LPM, le Sénat avait obtenu en commission mixte paritaire le maintien d'un amendement dont j'étais initiateur et qui allait dans ce sens. Malheureusement, le ministère des armées ne l'a pas pris en compte lors d'un travail de recodification par ordonnance, de ce fait les dispositions introduites ne sont pas applicables. De manière générale, on ressent l'inadaptation des procédures d'achat mises en œuvre par l'administration.

M. Robert del Picchia. – Je félicite les rapporteurs. À mon sens, l'évolution technologique rapide appelle un suivi rapproché de ce sujet. À quand une suite de ce rapport ?

M. Cédric Perrin, rapporteur. – En 2013, un premier rapport sur les drones, porté à l'époque par nos anciens collègues Jacques Gautier et Daniel Reiner, a accompagné l'acquisition des drones MALE *Reaper*. En 2017, à la suite d'une visite auprès de l'escadron 1/33 Belfort à Niamey, Gilbert Roger et moi avons souhaité faire un deuxième rapport. Celui-ci est le troisième, dans un contexte différent. Oui, ce sujet mérite un suivi.

M. Olivier Cigolotti, président. – Je vous rappelle, chers collègues, que nous reparlerons des drones le 7 juillet, lors de l'examen du rapport sur la guerre au Haut-Karabagh que notre collègue Marie-Arlette Carlotti et moi-même vous présenterons.

M. Bruno Sido, rapporteur. – J'ai oublié tout à l'heure d'évoquer l'importance de la météo pour l'utilisation des drones. Je ne suis pas sûr qu'il serait facile d'y recourir dans le cadre d'un conflit en Europe centrale en plein hiver, avec de mauvaises conditions (manque de visibilité, vent...). Les drones ont de l'avenir, c'est certain, mais il va falloir qu'ils soient « durcis ».

M. Olivier Cigolotti, président. – Mes chers collègues, je vous propose d'adopter ce rapport et d'en autoriser la publication.

Le rapport est adopté à l'unanimité et sa publication autorisée.

LISTE DES DÉPLACEMENTS

Jeudi 1^{er} avril 2021

Déplacement à la section technique de l'armée de terre (STAT) à Satory.

Mardi 4 mai 2021

Déplacement au laboratoire de recherche et développement de Safran à Éragny-sur-Oise.

Jeudi 20 mai 2021

Déplacement sur la base aérienne 709 de Cognac-Châteaubernard.

LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES

Mardi 9 mars 2021

- *État-major de l'armée de terre (EMAT)* : le **général de brigade Charles PALU**, sous-chef plan-programme ».

Mardi 16 mars 2021

- **MM. Jean-Christophe VIDEAUX**, chef du service architecture du système de défense à la Direction générale de l'armement (DGA), **Emmanuel CHIVA**, directeur de l'Agence innovation de défense (AID) ;

- *Institut de recherche stratégique de l'École militaire (IRSEM)* : **M. Jean-Baptiste JEANGÈNE VILMER**, directeur.

Mardi 30 mars 2021

- *État-major des armées (EMA)* : les colonels **Gilles JUVENTIN** (EMA/Emploi des forces EMP), **Franck BOUDET** (EMA/cohérence capacitaire COCA) et **Jordi VERGÉ** (EMA/COCA) ;

- *État-major de l'armée de l'air et de l'espace (EMAAE)* : les colonels **Bruno PAUPY**, Officier de cohérence d'armée et **Olivier PONCET**, chef du bureau emploi.

Jeudi 1 avril 2021

- *NEXTER SA* : **MM. Joël MORILLON**, directeur général délégué de Nexter Robotics, **Arnaud SAINTE-CLAIRE DEVILLE**, directeur des relations institutionnelles France et Europe, **Alexandre FERRER**, chargé des relations avec le Parlement.

Mardi 6 avril 2021

- *Centre de recherche des écoles de Saint-Cyr Coëtquidan (CREC Saint-Cyr)* : **MM. Gérard DE BOISBOISSEL**, ingénieur de recherche, directeur de l'observatoire, **Thierry BERTHIER**, chercheur associé au CREC, spécialiste de l'intelligence artificielle et des questions robotiques militaires ;

- *État-major de la marine (EMM)* : le **contre-amiral Éric MALBRUNOT**, sous-chef d'état-major plans programmes de la marine et le capitaine de vaisseau **Emmanuel Slaars**.

Mardi 13 avril 2021

- *Ministère des armées, Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS)* : le **colonel Emmanuel BOITEAU**, sous-directeur « Stratégie de défense » de la direction stratégie de défense, prospective et contre-prolifération ;

- *Compagnie industrielle des lasers (CILAS)* : **MM. Pierre FAUCOUP**, président-directeur général et **Tanguy MULLIEZ**, responsable du Département Innovation et Produits.

Jeudi 29 avril 2021

- Le **Contre-amiral Jacques FAYARD**, commandant la zone maritime océan Indien et commandant de la base des forces françaises des Emirats arabes unis ;

Mardi 11 mai 2021

- *Armée de l'air et de l'espace (CDAOA)* : le général de division aérienne **Vincent COUSIN**, commandant la défense aérienne et les opérations aériennes, le commandant **Arnaud POIRIER**, son assistant militaire ;

- *Cerbair* : **M. Charles-Hubert DUFOUR**, directeur commercial ;

- *Armée de l'air* : le **Général Denis MERCIER**, ancien chef d'état-major de l'armée de l'air et ancien commandant suprême allié pour la transformation de l'OTAN.

Mardi 18 mai 2021

- **MM. Edward ARKWRIGHT**, directeur général exécutif d'Aéroports de Paris, **Thierry LAMAIRE**, directeur général d'Hologarde.

Mardi 25 mai 2021

- *Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA)* : **MM. Franck LEFÈVRE**, directeur technique général et directeur des programmes, **Jacques LAFAYE**, conseiller du Président-directeur général ;

- *Thales* : **MM. Christophe SALOMON**, directeur général adjoint, **Jean-Philippe HARDANGE**, directeur de la stratégie, la technologie et l'innovation de l'unité surface radar à la division des systèmes aériens, **Mme Isabelle CAPUTO**, directeur des relations parlementaires et politiques ;

- *Airbus* : **MM. Philippe COQ**, directeur des affaires publiques pour la France, Général **Guy GIRIER**, conseiller défense du président, **Patrick OSWALD**, directeur des affaires publiques et du soutien export pour la France pour Airbus Defence & Space, **Mme Annick PERRIMOND-DU-BREUIL**, directeur des relations avec le Parlement.

Contributions écrites

- Le **Groupement des industries françaises de défense et de sécurité terrestres et aéroterrestres (GICAT)** ;
- **M. Olivier Bohbot**, président de Nexa Technologies.