

Michel Asencio

Chercheur associé à la Fondation pour
la Recherche Stratégique

Numérisation et robotisation du champ de bataille Le combat aérospatial du futur... *Première partie*

Introduction

La numérisation du champ de bataille que ce soit dans les domaines terre, air, mer ou spatial est aujourd'hui au cœur de multiples débats techniques, éthiques, stratégiques et politiques. Cela ne doit pas étonner le lecteur : le nombre de systèmes automatisés utilisés par les forces armées américaines est passé ces dernières années de quelques unités à plus de dix mille.

Les *Quadrennial Defense Review* (QDR) américaines façonnent périodiquement, avec constance et surtout avec des milliards de dollars à l'appui, le champ de bataille du futur. A l'échéance d'une vingtaine d'année, ce qui s'y déroulera ne sera pas si éloigné de ce qui s'y passe déjà au-

jourd'hui. La capacité à mener des combats dans les villes et les zones fortement urbanisées ou difficiles d'accès devient (ou redevient) un facteur dimensionnant pour les forces armées. Il existe une très forte probabilité pour que la guerre du futur soit conduite en grande partie dans une grande agglomération et se conclut dans la capitale d'un État.

Mais quel que soit ce futur espace de combat, il pourrait se caractériser par le besoin de faire reposer l'effort militaire sur des moyens technologiques de plus en plus performants. La démarche visant à répondre à ce besoin est entreprise aujourd'hui par les États-Unis. Ils perçoivent en effet le champ de bataille du futur comme un

vaste espace dans lequel évolue un nombre de plus en plus important de robots indépendants ou de dispositifs automatiques à pilotage déporté avec seulement quelques troupes au sol afin d'occuper le terrain. Même si cette vision n'est pas totalement partagée par les Européens, notamment la France et la Grande-Bretagne, il est indéniable que ce scénario semble déjà se réaliser au travers du développement très rapide des technologies nouvelles et leur utilisation sur le terrain. Les conflits actuels illustrent déjà les prémices de cette nouvelle approche du combat et deviennent les champs d'expérimentations pour cette généralisation de la robotisation.

Cette note, dans sa première partie, ne s'intéressera qu'au combat aérien futur et il est évident que les autres composantes d'armées et le domaine spatial auront un rôle à jouer dans le combat aérospatial. Une deuxième partie de la note est consacrée au combat aérospatial d'aujourd'hui en s'appuyant sur les premiers enseignements de la campagne aérienne au-dessus de la Libye après 90 jours de bombardement et on mesurera le fossé qu'il reste à franchir entre le rêve et la réalité.

Une image du champ de bataille du futur

Des images de ce futur champ de bataille ressemblent à un film de science fiction :

- Un essaim de robots terrestres, maritimes et aériens, équipés de multiples capteurs sillonnent les forêts, les champs, les villes et les mers adverses, survolés par des avions habités et non habités de combat, tandis que dans l'espace, des satellites ravitaillés et dépannés en orbite, surveillent, transmettent, voire attaquent et neutralisent des engins spatiaux ennemis.
- Plus bas, un hélicoptère largue un conteneur contenant des missiles équipés de têtes guidées par laser et GPS.
- Un combattant au sol (car il en faudra toujours), demande par radio, en langage naturel à des drones, un appui feu sur des cibles mobiles qu'il a aperçues et identifiées et dont il donne la position.
- Sans autre intervention humaine, les missiles du conteneur sont lancés. Certains resteront en attente pour assurer une deuxième frappe si nécessaire.

Un tel scénario ne deviendra que grâce au développement d'un réseau dense, maillé et sécurisé de communications et d'informations. L'importance toujours croissante de l'information, outil indispensable pour le commandement et la

conduite des opérations, y compris au niveau de la manœuvre, ne se démentira cependant pas.

Ce scénario n'est pas aussi futuriste ni improbable qu'il n'y paraît. Certaines phases du combat que nous avons évoquées sont déjà, au moins partiellement, mises en œuvre aujourd'hui sur les théâtres d'opérations. Dans une projection à plus de vingt ans, on peut cependant retenir trois grandes tendances lourdes :

- L'application d'un concept d'opérations en réseau pour les Français, de *Network Enable Capability* chez les Britanniques et *Network Centric Warfare* chez les Américains, sous-tend les « Transformations » entamées par les forces occidentales.
- Deuxième tendance, corollaire de la précédente, la robotisation air-terre-mer, est poussée à son maximum chez les Américains, et avec plus de réserve chez les Européens qui veulent laisser une plus grande place à l'initiative humaine.
- Enfin, le caractère déterminant des systèmes info centrés et automatisés devrait continuer à se développer dans une perspective interarmées et interministérielle.

Avant de pouvoir conduire ce type d'opération, il faudra encore relever certains défis techniques et technologiques qui ne sont pas encore tout à fait à portée de main, ni même à portée de budgets, surtout pour l'Europe.

Nous aborderons les principaux défis technologiques qu'il est nécessaire de relever pour mener à bien un combat aérospatial « réseau centré », basé sur la haute, voire la très haute technologie. En revanche, les problèmes structurels et organisationnels qui en découleront fatalement et qui sont aussi ardues à résoudre sinon plus que les problèmes technologiques, ne seront pas détaillés. Ils concernent notamment l'art de commander dans le contexte d'opérations en réseau, l'impact de ce type d'opérations sur les structures et les organisations militaires, ou encore la définition et la réalisation d'un système d'information anthropocentré c'est-à-dire tourné vers l'Homme.

Les systèmes aériens

Les systèmes aériens, comme les systèmes terrestres et navals vont être confrontés de plus en plus souvent à des espaces de combat situés en terrain ouvert, difficiles d'accès et lacunaires, pour se terminer vraisemblablement en milieu urbain, combat qui prend avec les conflits de basse intensité et asymétriques, une importance grandissante. A cause des risques importants de dommages collatéraux infligés aux non combat-

tants, toutes les armées du monde occidental s'accordent à reconnaître que le combat urbain est extrêmement difficile, voire impossible, à gagner sans l'utilisation extrême de la violence à un moment donné et dans un délai plus ou moins long.

De très nombreuses recherches essayent de trouver une parade technologique face aux nouvelles menaces. Ces tentatives d'avancées se retrouvent essentiellement aux Etats-Unis au sein de la DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*). L'Europe quant à elle, malgré un retard considérable, essaye tant bien que mal de suivre dans certains domaines technologiques et fait en sorte de ne pas être irrémédiablement distancée par les Etats-Unis.

Dans le domaine aérien l'enjeu est extrêmement important car il est couramment admis que les deux tiers des innovations technologiques proviennent des applications aéronautiques ou spatiales, ce qui entraîne assez souvent des ruptures technologiques et opérationnelles majeures.

Les technologies aéronautiques qui retiennent l'attention pour résoudre les problèmes rencontrés dans la conduite du combat peuvent se résumer ainsi :

L'avion de chasse de sixième génération

Même si les successeurs des avions de chasse *Rafale*, *F-22 Raptor*, *F-35 Lightning II* ne sont pas officiellement sur les écrans de conception assistée par ordinateur des bureaux d'études, on arrive à trouver des esquisses de ce que pourrait être un avion de chasse de sixième génération. Sachant que le *Rafale* est considéré comme un avion de chasse de quatrième génération, le *Lightning II* et le *F-22 Raptor* étant eux de la cinquième génération. On peut rappeler brièvement les atouts qui permettent au *Raptor* de dominer aérodynamiquement et au point de vue informationnel tous ses autres concurrents : un potentiel aérodynamique élevé grâce au vol en super croisière (sans post combustion jusqu'à M1,5) et des réacteurs à poussée vectorielle, une signature radar extrêmement réduite quel que soit l'angle d'observation et sur le plan du systèmes d'armes, une série de capteurs actifs et passifs capables de donner à eux seuls, au pilote, une très bonne image de l'environnement tactique dans lequel il se trouve. Conçu à l'origine pour opérer seul ou en liaison avec d'autres F-22 et compte tenu de sa très haute technologie, il semblerait que cet avion ne soit pas capable, dans sa première version, d'échanger avec d'autres chasseurs, sa mise en réseau ayant été considérée comme non prioritaire.

Sur le plan aérodynamique, les vues d'artiste sur la sixième génération d'avion de chasse

(Lockheed Martin, Boeing) ne semblent pas rompre avec la génération précédente, par contre, le concept de l'aéronef multi missions conçu de façon modulaire et capable de s'adapter à la demande peut être un élément nouveau. Le pilote étant lui-même un élément modulaire dans la boucle car on vise des aéronefs, habités ou non, suivant le type de mission envisagée. On parle aussi d'avion « *optionnellement piloté* » mais il serait préférable d'utiliser le terme « *optionnellement habité* » car pour longtemps encore il y aura un pilote dans la boucle, qu'il soit dans ou hors du cockpit. Cette rupture concerne essentiellement l'armée de l'Air et l'aéronautique navale mais avec les hélicoptères tactiques de combat de nouvelle génération, l'armée de Terre peut être également concernée par ce concept d'aéronef optionnellement piloté.

Autre rupture annoncée : l'avion capable de changer de configuration en vol et qui peut passer, par exemple, d'une configuration de vol rapide à une configuration de vol économique en patrouille de surveillance, un avion à géométrie variable en quelque sorte.

Ce résultat pourrait être obtenu non plus en jouant sur les avancées ou les reculs d'une partie de la voilure mais en utilisant des actionneurs qui agiraient comme des muscles sur la mécanique de toute la structure de l'avion (via notamment l'utilisation de *Micro Electro Mechanical systems* – MEMS).

Personne n'est en mesure de dire aujourd'hui si le *F-22 Raptor*, le *F-35* ou le *Rafale* auront des successeurs mais les efforts consentis sur les technologies propres aux UAS et UCAS (*Unmanned Combat Aerial System*) auront des retombées sur les futurs chasseurs habités s'il devait se réaliser. Ceci est notamment vrai pour tout ce qui touche à la furtivité, à la manœuvrabilité et à la propulsion.

Une autre rupture est annoncée mais elle est beaucoup plus lointaine, il s'agit de la fameuse « *cape d'invisibilité* ». Les laboratoires ont réussi à rendre transparent un objet grand comme un dé à coudre mais seulement à certaines fréquences infrarouge. La furtivité optique rendant totalement un aéronef invisible à l'œil n'est certainement pas pour demain.

Côté motorisation on évoque un concept plus réaliste bien que difficile à mettre en œuvre de façon opérationnelle. Il s'agit de moteurs à cycles variables qui devraient autoriser des décollages et des atterrissages depuis des pistes conventionnelles tout en permettant des vitesses en vol en haut supersonique, voire en hypersonique. Ces moteurs seraient capables d'adapter le cycle thermodynamique en fonction de la phase de vol

et posséderaient une endurance nettement accrue par rapport aux réacteurs traditionnels.

La propulsion hypersonique et le programme Falcon

Pour emmener des armes rapidement et loin, il importe de maîtriser la propulsion hypersonique qui est un axe de recherche très avancé aux Etats-Unis. C'est d'ailleurs aux Etats-Unis que l'on trouve une expression de besoin opérationnel dès 2003 : il s'agissait pour les Américains de développer un véhicule réutilisable, volant à vitesse hypersonique, capable de transporter 6 tonnes d'armement, à une distance de 17 000 km, en moins de 2 heures. C'est l'objectif du programme « *Space Force Application and Launch from the Continental US/CONUS* (FALCON) » lancé en 2004 par la DARPA. Le programme FALCON vise à explorer un certain nombre de pistes technologiques à court et long terme qui permettront des missions rapides à grande allonge.

A court terme, il s'agit de développer un système consommable capable de frapper une cible, après un parcours guidé, mais non propulsé, à vitesse hypersonique. Ce concept est appelé CAV (*Command Aero Vehicle*) et doit aboutir à la réalisation d'un appareil capable d'emporter 500 kg de munition, après qu'un SLV (*Small Launch Vehicle*) l'ait placé à l'altitude et la vitesse requises. Le SLV doit en plus être capable de mettre de petits satellites en orbite héliosynchrone.

C'est un défi extrêmement difficile à relever et les principales difficultés à résoudre concernent :

- La résistance des matériaux aux hautes températures ;
- La navigation, la configuration aérodynamique et le contrôle du vol aux faibles vitesses et aux vitesses hypersoniques ;
- Les moyens de communication qui doivent pouvoir fonctionner en ambiance ionisée ;
- L'amélioration des scramjets (super stato réacteur) pour couvrir tout le domaine, de Mach 4 à M7 au moins.

La feuille de route retenue est de :

- Réaliser un vol de démonstration, avec des engins consommables, chaque année à partir de 2006.
- Réaliser un premier vol prototype vers 2010-2015
- Avoir un système permettant l'accès rapide à l'espace en 2025.

C'est dans ce programme que l'on retrouve le concept de moteur à cycle variable. En effet, le

programme DARPA développe un avion d'essai hypersonique réutilisable, capable d'un décollage sur piste à partir d'un turboréacteur, une accélération jusqu'à la vitesse de Mach 6 avec une propulsion combinée de turboréacteur et de scramjet, une décélération contrôlée et un atterrissage sur piste conventionnelle.

Des vols ont déjà eu lieu depuis 2004. Le dernier vol d'essai a eu lieu le 26 mai 2010 avec un X-51A qui a atteint Mach 4.8 pendant 200 secondes, alimenté par du kérosène avion et l'air ambiant. Ce concept, encore futuriste dans son application opérationnelle, a des conséquences lourdes pour le concept même de projection. Dans l'acronyme FALCON, les quatre dernières lettres signifient « *Launch from the Continental US* ». Ce qui signifie que les Américains veulent partir de leur territoire, frapper et y revenir une fois la mission effectuée. Dans leur esprit, il s'agit, notamment, de supprimer la chaîne logistique de projection et sa vulnérabilité. Pour de futurs coalisés, ce concept n'est pas neutre, même s'il ne s'applique encore qu'à la 3^{ème} dimension.

Les drones

Les drones sont des automates et en tant que tels ne peuvent se passer de réseau, de liaisons de données, de stations sol et/ou aéroportées avec la présence, encore pour longtemps, de l'homme dans la boucle. Ils pourraient représenter une extension dans la troisième dimension de l'Intranet terrestre avec l'avantage, jamais démenti dans les guerres, d'être capables de tenir « *les points hauts* », longtemps et sans jamais être coupés du sol (du moins c'est ce qu'on s'évertue à obtenir).

Les armées sont confrontées, aujourd'hui, au triple défi de l'exigence de préservation maximale de la vie de leurs soldats, de la réduction continue des délais nécessaires au fonctionnement de la boucle « Observation – Orientation – Décision – Action » (OODA) qui caractérise les conflits nouveaux et la minimisation des dégâts collatéraux sur le théâtre. Le recours croissant aux drones permet de remplir au moins les deux premières fonctions, la troisième au vu des résultats américains à la frontière afghano-pakistanaise étant plus sujette à caution.

L'exemple du drone *Predator* est révélateur des mutations évolutives qui ont vu le jour tant sur le plan opératif, technologique que doctrinal dans les forces armées. Les drones à haute et moyenne altitudes, en tant que dispositifs d'appui ISR (Intelligence – Surveillance – Reconnaissance) ont permis l'émergence de missions de type *Time Critical Targeting* (TCT), visant à frapper en temps quasi réel des cibles mouvantes en armant

de missiles les drones MALE en particulier. On a assisté depuis la guerre d'Irak, à l'émergence d'un nouveau vecteur senseur/effecteur possédant la capacité de persistance qui plus est. C'est à l'occasion des opérations *Enduring Freedom* (OEF) et *Iraqi Freedom* (OIF) que les drones ont pu tester l'architecture du système face aux contraintes propres et typiques d'un champ de bataille. Leur efficacité ne se dément pas sur un théâtre d'opération où la suprématie aérienne est acquise et la menace des défenses sol-air réduites.

Sans qu'ils aient bouleversé les fondements de l'aéronautique militaire, les systèmes de drones, de par leur emploi et leur insertion croissante dans l'espace de bataille, ont néanmoins généré des modifications majeures dans la manière de concevoir non seulement les opérations aériennes, mais, au-delà, les principes mêmes des opérations interarmées.

La multiplication des missions incluant l'emploi de drones dans le cadre d'opérations de type C4ISR (*Command, Control, Computer, Communications, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*) a également permis aux équipes chargées de leur gestion de contribuer à une amélioration sensible des capacités des systèmes. La pluralité des plates-formes non habitées qui nécessitent pour un emploi optimisé un même système d'exploitation, lui-même relié à un « système des systèmes » (le réseau), renforce la vision « réseau centré » adoptée par les armées occidentales dans la conduite et le contrôle des opérations.

Les drones insérés dans les « opérations en réseau » permettent aux pays qui les possèdent de disposer d'une réactivité plus importante contre les cibles mobiles ou fugaces. Une des lacunes relevée en Libye, par le chef d'état-major de l'armée de l'Air française est le temps de réponse trop long des structures de la coalition face à des cibles mobiles. Des efforts dans l'accélération du rythme de la boucle OODA sont encore nécessaires : ils doivent être fédérés et coordonnés pour éviter des décrochages entre forces coalisées ou ce qui est plus grave, entre le terrain et l'échelon opératif ou stratégique. On peut rappeler que lors de la première guerre du Golfe, la boucle complète demandait plus de vingt quatre heures, qu'en ex-Yougoslavie elle a été réduite à quelques heures et qu'en juillet 2006 à la frontière du Liban, les Israéliens ont réussi à la réduire à moins d'une demi-heure. Cette brièveté ne peut pas être toujours atteinte car il faut relever que les Israéliens faisaient la guerre « dans leur jardin », sur un théâtre de la taille d'un département français, par beau temps et avec des moyens adaptés... et pourtant ils ne sont jamais

arrivés à stopper les tirs de roquettes courte portée qui ont frappé le nord d'Israël jusqu'au dernier jour du conflit.

Pour les forces armées, il est nécessaire qu'à moyen terme, tous les moyens adaptés à la coercition : appareils de chasse habités, hélicoptères ou drones soient interchangeables et interopérables entre forces nationales, ce qui implique que chaque système en réseau puisse se raccorder à un réseau européen voire à un réseau euro atlantique commun. Pratiquer le « *Plug and Fight* » pour un système d'armes, quel qu'il soit, est un objectif difficile à atteindre mais pourtant indispensable. Sans cette capacité, l'Europe ne pourra plus prétendre, à terme, peser d'un poids politique suffisant dans les coalitions d'opportunité et sera victime des effets d'une rupture technologique avec l'impossibilité de bénéficier des apports de l'approche « technologie centrée » des Américains. C'est typiquement une des faiblesses des forces de l'OTAN dans les opérations en cours aujourd'hui en Libye.

La question des drones en France est devenue critique au fil des années et on en est arrivé à rechercher une solution pour éviter la rupture capacitaire en 2014 sur les segments MALE et en 2016 pour les drones tactiques. L'heure des choix n'est pas loin dit-on mais elle est sans cesse repoussée. Si le besoin opérationnel sur le champ de bataille est avéré, les budgets restent insuffisants devant une offre pourtant très diversifiée : prolongation du Harfang, achat sur étagère américaine (*Reaper*) ou israélienne (*Heron TP*), location... « *Il reste à trouver dans un cadre financier contraint les solutions industrielles et technologiques les plus intelligentes qui soient* »¹ afin de répondre aux besoins actuels tout en préservant les solutions d'avenir.

Le travail en essaim

Pour revenir sur le combat aérospatial dans le futur et pour préserver au maximum la vie des combattants tout en visant une réduction des coûts, l'objectif est de réaliser des drones bon marché, capables de coopérer entre eux de façon autonome ou de coopérer avec d'autres systèmes ou en patrouille avec des aéronefs habités. Les efforts portent sur l'intégration des senseurs, les moyens de communication, le coût et l'empreinte logistique réduite.

Les avions non habités sont actuellement de tailles moyennes et subsoniques. L'évolution conduit vers des véhicules plus importants en taille, supersoniques voire hypersoniques.

L'absence de pilote à bord doit permettre une meilleure persistance en vol et les travaux sur la propulsion et les énergies nouvelles, une autono-

mie en l'air de 50 à 60 heures. Un projet DARPA (*Vulture*) a pour objectif de faire tenir en l'air un drone pendant cinq ans pour assurer le renseignement, la surveillance et la reconnaissance (ISR) et des missions de transmission au-dessus d'une zone d'intérêt. Les défis technologiques incluent le développement des techniques de propulsion, de gestion et de fiabilité de l'énergie. *Vulture* aura la capacité en vol d'être reprogrammé pour une autre mission que celle initialement prévue et présentera, pour un aéronef, l'endurance d'un pseudo satellite.

Les micro et nano drones (M et N UAV)

A l'autre extrémité de l'échelle géométrique mais toujours dans le milieu aérien, le besoin se fait sentir d'UAS suffisamment petits pour passer par une fenêtre, voler au milieu des arbres ou en espace confiné, se percher n'importe où et attendre, en observant pendant des semaines voire des mois. De nombreux programmes de la DARPA explorent ces pistes de recherche. A titre anecdotique, on peut citer les recherches financées, là aussi par la DARPA, qui s'essaye à commander le vol d'un insecte (abeille, scarabée) par insertion d'un implant numérique² sur la larve. Ces drones « bio inspirés » sont recherchés pour détecter des traces d'explosifs par exemple ou travailler en milieu très dangereux pour l'homme.

Entre l'aérien et le spatial... le dirigeable stratosphérique

Aux Etats-Unis, le programme DARPA : *Integrated Sensor In Structure* (ISIS) est de développer un dirigeable, capteur non habité autonome, stratosphérique avec des années de persistance sur zone pour la surveillance et le pistage des cibles aériennes ou terrestres. Il aura la capacité de pister des missiles de croisière les plus avancés à 600 km et des combattants ennemis débarqués à 300 km. Le programme ISIS développera les technologies qui permettent à des réseaux d'antennes radar à dipôles légers et extrêmement grands d'être intégrés dans une plateforme de dirigeable. ISIS utilise une grande ouverture d'antenne au lieu d'une forte puissance afin de répondre aux exigences des performances radar. Cette approche exploite la taille de la plateforme et se conforme aux limitations du vecteur en matière de poids et d'alimentation électrique. Les défis techniques principaux sont le développement d'antennes ultra légères, les technologies de calibrage d'antenne, les systèmes d'alimentation, la veille des approches et des structures de dirigeables qui supportent des antennes extrêmement grandes.

Sans se heurter à de tels défis technologiques, l'utilisation de ballons et de dirigeables atmosphériques pour assurer la couverture d'un théâtre sur le plan des communications a été déjà mise en œuvre au-dessus de l'Irak, dans la zone de Bagdad.

Le combat en milieu urbain

Caractérisation du milieu urbain

On a pu constater dans les paragraphes précédents l'importance croissante du combat urbain et asymétrique. L'utilisation d'un terrain favorable a toujours été un moyen de compenser ses propres faiblesses et de réduire l'avantage des forces ennemies. En imposant un maximum d'élongation aux mouvements de l'adversaire il est possible de limiter le temps de présence sur zone et l'utilisation optimale de la force. Lors des guerres d'Indochine et d'Algérie, de petits groupes parcourant les espaces ouverts (jungle ou djebel) étaient déjà assez difficiles à éliminer du fait de leur utilisation du couvert de la jungle ou des caches dans les montagnes. Aujourd'hui encore, la guerre se pratique toujours en terrain ouvert mais la tendance est à revenir systématiquement dans les villes. Cet espace de bataille offre à de petits groupes armés la liberté de manœuvre et la compréhension, sinon l'adhésion, de la population face à « l'occupant ».

Inversement, pour les forces constituées, le milieu urbain pose des problèmes de franchissement et de visibilité, réduit la mobilité des engins, limite l'efficacité des capteurs en raccourcissant l'espace libre de propagation. L'existence d'obstacles verticaux (tours, immeubles) réduit également l'efficacité des armes et des missiles guidés. De plus, cet espace de combat demande une bonne « maîtrise de la violence » car il est propice aux dommages collatéraux qui peuvent être utilisés par l'adversaire dans le cadre d'une stratégie médiatique de « victimisation » des populations locales, immédiatement relayée d'ailleurs par l'opinion internationale.

Les combattants adverses, mobiles et réactifs, recherchent l'imbrication forte au plus près des dispositifs terrestres adverses en les obligeant à faire appel à l'appui-feu d'artillerie ou aérien rapproché dans une zone tampon très étroite et proche des positions amies. Lors de la Première Guerre mondiale les militaires représentaient 80 % des victimes, ils ne représentent que 20 % à peine des pertes dans les conflits actuels. La tendance s'est donc inversée même si les pertes ont considérablement baissé.

Pour contrer cette mobilité et cette proximité, tout en appliquant des règles d'engagement exigeantes, les forces occidentales doivent exercer

une surveillance de tous les instants sur la zone, en s'efforçant d'écourter au maximum les délais de réponse de la boucle OODA. Cela suppose de bonnes capacités d'observation, de reconnaissance, de désignation d'objectifs et d'évaluation des dégâts mais surtout un bon système fédérateur de communication et d'information qui permette des opérations en réseau interarmes et interarmées.

Un urban CAS récent : la deuxième bataille de Falloudja

En avril 2004, les Américains ont perdu la première campagne de Falloudja, petite ville au sud-ouest de Bagdad, peuplée de 300 000 habitants et de 25 km² de surface (Montpellier). Pour la deuxième campagne, en novembre 2004, la phase initiale de préparation a duré d'avril 2004 à la fin du mois de septembre de cette même année. Début octobre, on a assisté à l'accroissement des activités de renseignement avec un ciblage précis sur les menaces les plus importantes à réduire lors de l'assaut. Fin octobre, le mouvement des forces de la coalition a débuté, et a permis l'encerclement de la ville (par les britanniques) et l'assaut contre les rebelles fortement retranchés. L'utilisation combinée des éléments du renseignement humain avec un réseau d'informateurs dans la ville, de forces spéciales de reconnaissance et des renseignements photo et électronique à partir d'UAS ont été des facteurs importants du succès.

Dans cette deuxième opération, les priorités principales étaient données :

- Au renseignement, à la surveillance et à la reconnaissance via l'utilisation de drones *Predator* équipés de caméra vidéo combinés avec des UAV *Pionner*.
- A l'accès au renseignement, en temps utile et au niveau tactique le plus bas possible (bataillon, section).
- A la planification rapide des attaques. Il y a eu numérisation (très rapide) de 800 immeubles dans une base de données commune incluant les adresses, les coordonnées et les numéros d'habitation des immeubles. Toutes les unités au sol et en l'air disposaient du même outil géo référencé, à la fenêtre de l'immeuble près.
- À la combinaison d'un ISR permanent avec des frappes à la demande. Un avion « *gunship* » AC-130 était capable de pister, de suivre, d'identifier, de désigner des insurgés et de les détruire. Une attaque à la demande demandait trois minutes pour une frappe grâce à la persistance de moyens aériens au-dessus de la ville et de moyens au

sol (Lance Roquette Unique).

Dans ces conditions le NCW a permis d'accomplir les missions principales suivantes :

- La suprématie aérienne a été permise grâce à un ISR qui a donné le temps d'avoir une compréhension complète de la situation, a permis un travail efficace avec les unités au sol et autorisé le choix des armes adaptées. L'interdiction des mouvements entre réduits de terroristes, de véhicules de transport d'armes d'une cache à une autre, a été imposée avec des missiles Hellfire tirés d'hélicoptères et le CAS urbain (y compris avec des F-15 au canon).
- La déconfliction des plates-formes au-dessus de l'espace urbain a été une des premières tâches.
- L'Intégration des forces. Les planificateurs aériens ont organisé pendant cette phase, la couverture des troupes au sol sans interruption. Les moyens de l'USAF, de la *Navy*, de l'aviation des Marines et des éléments aéroportés de forces spéciales ont été combinés sans problème majeur.
- *Straffing* et *Close Air Support* direct sur la ville avec des F-15 pour contrecarrer les embuscades au sol ; des attaques directes ont été menées contre des immeubles individuels au milieu d'une zone peuplée.

Enseignements tirés

Pour l'armée de l'Air en particulier – mais les développements ci-après sont valables pour tout véhicule aérien militaire – les missions effectuées dans le cadre d'un combat urbain diffèrent des missions en terrain ouvert car les objectifs sont de très petites tailles, mobiles et très fugaces. Ils sont en outre noyés dans un environnement dense et imbriqués avec des troupes amies et des populations civiles non combattantes. En cas d'erreur, les tirs fratricides et/ou les dommages collatéraux peuvent être très importants. Trouver l'objectif et l'identifier positivement est déjà une première difficulté. Il est également souvent compliqué de le détruire sans dommage collatéral.

Durant la Seconde Guerre mondiale, des villes entières étaient bombardées (Tokyo, Dresde), au Vietnam, on concentrait les frappes sur un quartier, aujourd'hui en Irak, sur les territoires palestiniens et libanais ou en Afghanistan, on est en mesure de traiter l'immeuble, voire la fenêtre d'un étage de cet immeuble. Cet effet peut être obtenu grâce à la précision de la navigation, des armes et à la capacité de frapper avec des charges à effets adaptés ou non létales.

Cette capacité nouvelle d'appui-feu rapproché et de combat en théâtre urbain restera longtemps d'actualité puisque des combats se dérouleront très vraisemblablement dans les villes et que les demandes de frappes chirurgicales très ciblées sont courantes dans les conflits contemporains. Il convient dans ces conditions de s'interroger sur l'évolution des systèmes d'armes actuels qui seront amenés à accompagner pendant longtemps encore les plates-formes nouvelles qui arrivent en service opérationnel dans l'armée de l'air : le Rafale et plus tard les drones armés et autres UCAS, pour l'armée de terre : l'hélicoptère de combat Tigre mais aussi les missiles, roquettes et autres munitions guidées.

Les systèmes spatiaux

Dans le combat aérospatial, le chapitre spatial est naturellement inclus. Faible coût de lancement, mise en orbite de satellite à la demande en quelques jours, intervention en orbite et dépannage de satellites : telle est l'expression du besoin de la part des utilisateurs. Le constat, aujourd'hui, est qu'il est trop long et trop onéreux de placer une charge utile en orbite. Dans un monde qui évolue sans cesse et qui raccourcit l'espace temps, le domaine spatial doit devenir un milieu plus réactif et de conduite en temps réel de la manœuvre.

Dans cette logique, la maîtrise de l'espace repose sur 5 éléments dont certains concernent directement la manœuvre aérienne :

- Il faut être capable de lancer, à la demande, des satellites bon marché avec un délai d'une journée entre la commande et le lancement.
- L'emploi de l'espace doit passer du stratégique au tactique, c'est-à-dire à l'information en temps réel et contribuer ainsi au raccourcissement de la boucle observation/décision.
- Il faut être capable de savoir, à tout instant ce qui se passe en orbite.
- Il faut être en mesure d'assurer la sécurité des satellites contre toute menace volontaire ou non. Il faut pouvoir interdire, à l'adversaire, l'usage de l'espace. Pour atteindre ces résultats, qui ne sont pas encore à la portée de l'Europe, l'un des éléments technologiques clés pourrait bien être le microsatellite ou la constitution d'un satellite complet dans l'espace mais constitué de plusieurs parties indépendantes orbitant en patrouille (blocs émission, réception, traitement, énergie...).

La maîtrise de l'information

Ce domaine des systèmes d'information et de

communication, totalement transverse pour les armées, y compris sur le théâtre d'opérations, demanderait une note particulière. La maîtrise de l'information et des systèmes associés soutient la démarche de « Transformation » entamée par les armées occidentales.

La demande du moment porte sur la réalisation de réseaux capables de permettre la pleine utilisation des armes existantes.

Pour cela, deux conditions sont à satisfaire :

- Comblent le fossé qui existe entre planificateurs et combattants sur le terrain. Partager la même connaissance de la situation.
- Permettre la réalisation d'entités de combat nouvelles, puissantes et légères, à la demande, en réunissant les efforts de moyens naturellement ou organiquement séparés.

En matière d'information, les efforts jusque-là ont porté sur les points suivants :

- L'augmentation de la vitesse de circulation des données.
- L'amélioration de l'usage du spectre radioélectrique.
- La gestion des réseaux.
- La protection de l'information.

Dans la réalité, ces problèmes restent entiers mais aujourd'hui, pour conduire des « opérations réseaux centrées », quatre autres points essentiels doivent être maîtrisés :

- Le partage de l'information tactique sur le terrain.
- La coopération à la demande.
- La synchronisation dans l'emploi des moyens.
- La capacité du commandement à comprendre et à interpréter la situation sur le terrain.

Mais il ne faut pas perdre de vue que les opérations réseau centrées présenteront la vulnérabilité propre aux réseaux connectés c'est-à-dire les risques d'intrusion, de leurrage, de déception.

La logistique du futur

Pour préparer, soutenir et approvisionner en hommes et moyens les forces armées, la logistique devra, encore plus qu'hier, devancer les besoins et raccourcir les délais de satisfaction.

Dans le domaine aérien, c'est le curatif qui prendra le pas sur les maintenances préventives. Aujourd'hui, les capacités d'auto diagnostic sont déjà largement utilisées et il existe déjà des métaux qui changent de couleur lorsqu'une crique apparaît facilitant ainsi le contrôle non destructif. La diminution de la dépendance énergétique

des forces armées et des systèmes d'armes est également un axe important de recherches. La miniaturisation des éléments visant à fournir de fortes puissances avec un encombrement faible est également explorée. De même qu'on essaye d'identifier les meilleures voies possibles pour les biocarburants, voire l'utilisation de l'hydrogène, pour les nouveaux modes de propulsion qu'il faudra résoudre en toute sécurité.

Dans le domaine spatial, la logistique comprend : l'intervention en orbite et le dépannage automatique de satellites ; la fiabilité des composants ; la redondance des équipements ; les capacités d'auto surveillance et de diagnostic ; les capacités d'auto-réparabilité ou d'échanges d'éléments en orbite.

Dans le domaine de l'information, les différents acteurs de la grande distribution dans le monde entier s'intéressent depuis quelques temps déjà aux emballages intelligents (« *intelligent and smart packaging* ») pour la gestion dynamique des flux en couplant cette nouvelle technologie avec l'utilisation des Smartphones, par exemple, et du Cloud Computing (gros serveurs mis à disposition des utilisateurs). La RFID (*Radio Frequency Identification*) est pour le moment la solution privilégiée.

L'information est indispensable au fonctionnement de la logistique comme elle l'est pour les bases opérationnelles de données. Mais encore faut-il que l'information à la source soit correctement saisie et que l'identifiant caractérise précisément l'objet. Ce n'est qu'à l'arrivée sur le site d'exploitation que l'on pourra s'en apercevoir, mais trop tard.

Conclusions

On retiendra en conclusions, six grands thèmes principaux comme objectifs pour les forces armées pour le combat du XXI^{ème} siècle :

- L'utilisation de l'espace : accès rapide, sécurisation, adaptabilité des moyens.
- L'utilisation systématique de la robotique que ce soit en l'air, sur ou sous la mer et sur terre. Des systèmes inhabités mais contrôlés à distance travaillant en essaim et à plusieurs types de plates-formes. Après la maîtrise de l'information, c'est la deuxième rupture majeure prévisible dans les 20 ans qui viennent.
- Le vol hypersonique et les systèmes non ha-

bités, en patrouille et à plusieurs types de plates-formes.

- Le combat terrestre aidé et appuyé depuis la 3^{ème} dimension.
- Le combat réseau centré avec des réseaux sécurisés, « cognitifs », une information et une identification automatiques.
- Il va sans dire, que dans le contexte où le temps se raccourcit considérablement, la logistique doit prendre une part entière dans les technologies émergentes.

Pour parvenir à ces objectifs, le domaine aéronautique et spatial s'appuie sur des recherches fondamentales parmi lesquelles on retiendra sur le plan des objectifs purement techniques et scientifiques :

- Un très gros effort sur l'emploi de micro et nano actionneurs (*Micro and Nano Electro Mechanical systems* – MEMS et NEMS) ;
- La recherche de la maîtrise et de l'exploitation des ondes à fréquences de plus en plus élevées (térahertz) ;
- La recherche sur des matériaux à propriétés spécifiques exceptionnelles et les « méta matériaux » ;
- L'utilisation des mathématiques et de la mécanique quantique pour la cryptographie et l'ordinateur du futur.

Le contexte opérationnel dans lequel les forces pourraient être engagées au cours d'une opération multinationale a changé ces dernières années. Il est susceptible d'évoluer encore considérablement dans les années à venir. Certaines révolutions peuvent découler de l'apparition d'une technologie déterminante (technologie de rupture) qui rendrait nécessaire que l'Europe se donne les moyens de la maîtriser (ou au moins d'y avoir accès) si elle désire occuper un rôle majeur dans les coalitions d'opportunité à venir. Pour permettre de poursuivre une modernisation technologique nécessaire aux missions futures des forces, il semble en premier lieu nécessaire de garantir l'existence d'un flux financier en recherche et développement sur plusieurs décennies. Si cette démarche est nécessaire elle ne saurait être suffisante tant les conflits du futur ne dépendront pas uniquement de solutions technologiques. Les doctrines, les organisations, les procédures et les mentalités devront occuper une place majeure dans la « Transformation » des armées occidentales. ♦

Les opinions exprimées ici n'engagent que la responsabilité de leur auteur.

Michel Asencio
m.asencio@frstrategie.org

Notes

1. Député J.-C. Viollet, Colloque « Des drones armés à l'UCAV : évolution ou rupture ? », Table ronde, Sénat, 2 mai 2011.

2. *Technologie Review*, 29 janvier 2009.

Retrouvez toute l'actualité et les publications de la Fondation pour la Recherche Stratégique sur :

WWW.FRSTRATEGIE.ORG