

## Le champ de bataille du futur

**GCA (2S) Michel Asencio**, Chercheur associé  
(6 mars 2006)

### Introduction

Les *Quadrennial Defense Review* (QDR) américaines dessinent depuis plusieurs années 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 déroule déjà aujourd'hui. La guerre des villes revient à l'ordre du jour et la bataille du futur se déroulera, avec 75 % de chances, dans une grande ville ou dans la capitale d'un État. Quel que soit cet espace de combat, il pourrait se dessiner dans son approche la plus technologique, qui est celle des États-Unis aujourd'hui, comme un vaste espace couvert de robots indépendants ou de dispositifs automatiques à pilotage déporté, avec (quand même) quelques troupes au sol pour occuper le terrain. Même si cette vision n'est pas totalement partagée, en particulier par les Européens, il est indéniable que ce scénario est déjà fortement esquissé et conforté par le 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 de cette robotisation généralisée.

### Présentation du champ de bataille

Ce futur champ de bataille peut être décrit de la façon imagée suivante :

- Un essaim de robots terrestres et aériens, équipés de multiples senseurs, sillonnent les forêts, les champs et les villes adverses, survolés par des UCAV, aéronefs non pilotés de combat, tandis que dans l'espace, des satellites, ravitaillés et dépannés en orbite, surveillent, transmettent, voire agressent et détruisent des engins spatiaux ennemis.
- Plus bas, un hélicoptère largue un conteneur contenant des missiles équipés d'une tête guidée en autonome par laser et GPS et avec des moyens de communication automatiques.
- Un soldat, au sol (car il en faudra toujours), demande par radio en langage naturel à des minidrones, un appui feu sur des cibles mobiles qu'il a aperçues 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.

Ce scénario ne sera rendu possible que grâce à un réseau dense et maillé de communications et d'informations. L'importance toujours croissante de l'Information, ADN de la préparation et de la conduite des opérations, ne se démentira pas.

Dans cette projection à plus de vingt ans, on peut retenir deux 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. Ces différentes appellations, qui veulent aboutir aux mêmes effets, ne vont pas sans nuances de taille dans leur application et en particulier les places relatives de l'Homme et de la technologie.
- Deuxième tendance, corollaire de la précédente, la robotisation air-terre-mer, poussée à son maximum chez les Américains, maniée avec plus de réserve chez les Européens qui veulent laisser une plus grande place à l'initiative humaine.

La *Quadrennial Defense Review* (QDR 2006) américaine reflète d'ailleurs le besoin de ces nouvelles capacités qui viennent s'ajouter à celles déjà existantes et le caractère déterminant des systèmes info centrés (concept NCW) dans une perspective interarmées et inter agences gouvernementales.

Le scénario décrit plus haut, fait penser à la saga de la « guerre des étoiles » mais n'est pas aussi futuriste ni improbable qu'il n'y paraît. Certaines phases de combat sont déjà, au moins partiellement, mises en œuvre sur les théâtres d'opérations aujourd'hui.

Mais avant de pouvoir mener ce type de combat, il faut relever certains défis technologiques qui ne sont pas encore tout à fait à portée de main, ni même à portée de tous les budgets. Ce document présente les principaux défis technologiques qu'il est nécessaire de relever pour mener à bien un tel type de combat. 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 ici mais ils concernent l'art de commander en opérations en réseau, l'impact de ce type d'opérations sur les structures et organisations militaires, la définition et la réalisation d'un système d'information anthropocentré... Ils font l'objet de réflexions engagées par les différentes armées occidentales dans le cadre de leurs « Transformations ».

## **Les systèmes concernés**

Les domaines technologiques sont abordés en parcourant les diverses tranches d'altitude, de la plus élevée, l'espace, jusqu'à la plus basse, les fonds sous-marins.

### ***1. Les systèmes spatiaux***

Faible coût, lancement 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.

Dans cette logique, la maîtrise de l'espace repose sur 5 éléments :

- Il faut être capable de lancer, à la demande, des satellites bon marché. L'objectif à long terme serait de descendre à 500\$ au kg (soit une réduction d'un facteur 30). Actuellement, suivant la classe du lanceur le prix varie de 12 000 à 15 000\$ le kilo, avec un délai d'une journée entre la commande et le lancement.
- Il faut être capable de savoir, à tout instant ce qui se passe en orbite.
- L'emploi de l'espace doit passer du stratégique au tactique, c'est-à-dire à l'information temps réel.
- Il faut être capable d'assurer la sécurité des satellites contre toute menace volontaire ou non.
- Il faut être capable de dénier, à l'adversaire, l'usage de l'espace.

Pour atteindre ces résultats, l'un des éléments technologiques clés pourrait bien être le microsatellite.

Dans ces concepts, le combat spatial est présent dans tous les esprits bien qu'il ne soit jamais cité (arsenalisation de l'espace).

### ***2. Les systèmes aériens***

- Dans le domaine aérien l'enjeu est extrêmement important et on assiste certainement à une rupture technologique opérationnelle majeure. L'objectif est l'avion multi missions conçu de façon modulaire et capable de s'adapter à la demande. Le pilote étant lui-même un élément modulaire dans la boucle car on vise des aéronefs, pilotés ou non, suivant le type de mission envisagée.
- D'autre part, pour délivrer des armes rapidement et loin, il importe de maîtriser la propulsion hypersonique.

Cet enjeu est tellement important pour les américains, qu'une nouvelle section de la DARPA a été récemment créée à cet effet : le J-UCAS (*Joint Unmanned Combat Air System*).

## 2.1. L'aviation du futur

### 2.1.1. L'avion à géométrie variable

Il s'agit de développer un avion capable de changer de configuration en vol et de passer, par exemple d'une configuration de vol rapide à une configuration de vol économique en patrouille de surveillance.

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 (utilisation de *Micro Electro Mechanical systems* – MEMS).

Personne n'est en mesure de dire aujourd'hui si le F22 Raptor, le F35 JSF ou le Rafale auront un successeur mais les efforts consentis sur les technologies propres aux UAV et UCAV (*Unmanned Combat Aerial Vehicule*) auront des retombées sur le futur chasseur piloté s'il devait se réaliser. En particulier, pour tout ce qui touche à la furtivité, à la manoeuvrabilité et à la propulsion.

### 2.1.2. Le travail en essaim

L'objectif est de réaliser des UAV bon marché, capables de coopérer entre eux de façon autonome et de coopérer avec d'autres systèmes ou en patrouille avec des avions pilotés. Les efforts portent sur l'intégration des senseurs, les moyens de communication et le coût.

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

L'absence de pilote doit permettre, sous réserve de revoir les systèmes de propulsion et de travailler sur les énergies nouvelles, une autonomie en l'air de 50 à 60 heures.

### 2.1.3. Les micro drones (MUAV)

A l'autre extrémité de l'échelle géométrique, le besoin se fait sentir d'UAV suffisamment petits pour passer par une fenêtre, voler au milieu des arbres ou en espace confiné, se percher n'importe où et attendre là, en observant pendant des semaines voire des mois.

## 2.2. Le vol Hypersonique

### L'exemple du programme FALCON

Il s'agit 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 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 air ionisé ;
- L'amélioration des scramjets (super stato réacteur) pour couvrir tout le domaine, de Mach 4 à M11.

L'objectif 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 à l'espace en 2025.

Des vols ont déjà eu lieu en 2004 et 2005. Le scramjet a atteint Mach 6 pendant 15 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 dernières lettres signifient *Launch from Continent US*. Ce qui signifie que les Américains veulent partir de leur territoire, frapper et y revenir une fois la mission effectuée. Ils désirent, en fait, supprimer l'échelon de forces intra théâtre (*print foot*) qui existe aujourd'hui. Dans leur esprit, il s'agit 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<sup>ème</sup> dimension.

### **3. Les systèmes terrestres**

Le combat en milieu urbain a pris avec les conflits de basse intensité et asymétriques une importance primordiale. De très nombreuses recherches essayent de trouver une parade technologique face aux menaces rencontrées.

#### **3.1. Le combat en milieu urbain**

La réflexion se place à l'horizon 2025, face à un adversaire utilisant des armes de poing, des fusils, des grenades, des explosifs en tous genres et profitant au mieux des retours d'expérience pour exploiter les points faibles potentiels des forces. En particulier, les domaines des communications, de la mobilité et l'action type « embuscade » et « coup de poing » resteront une constante.

Pour les opérations en milieu urbain, il faudra être capable de :

- détecter et éliminer les bombes rudimentaires placées sur les routes des convois ;
- contrer la menace d'armes légères contre les hélicoptères ;
- fournir aux troupes au sol tous les éléments d'alerte dont elles ont besoin.

Le « fantassin débarqué », devra toujours faire face à trois principes invariants :

- En raison même du terrain, il faudra toujours s'approcher pour détruire, tuer ou neutraliser.

- Il sera toujours nécessaire de discriminer entre amis, ennemis et non combattants.
- L'emploi d'armes non létales ne constitue pas nécessairement une réponse à toutes les situations.

L'objectif est de hisser le fantassin débarqué au niveau d'un « système ». Pour satisfaire cet objectif et respecter ces principes, quelques pistes de travail sont examinées.

### *3.1.1. La précision et l'efficacité des armes*

L'objectif est d'atteindre, avec le fantassin de base (pas le tireur d'élite), une dispersion maximum de quelques centimètres à 100 mètres.

### *3.1.2. Les armes non létales*

Il s'agit d'immobiliser des menaces potentielles lorsque l'identification est incertaine. L'objectif est d'utiliser des moyens électromagnétiques (balles e.m.) ou optique (laser, lumière de haute intensité à fréquence modulée) pour immobiliser la menace pendant une courte durée, allant de quelques secondes à quelques minutes.

### *3.1.3. Les senseurs du fantassin*

Il s'agit d'intégrer, dans la tenue, furtive, portée par le fantassin, des senseurs divers, y compris actifs comme le LADAR (synthèse de laser et de radar) et des moyens de communication.

Les informations obtenues peuvent être échangées automatiquement entre les soldats d'une même section, tandis que l'image de la situation leur est fournie, soit sur un écran tête haute, soit directement sur la rétine.

Inversement, ce qui est vu ou entendu par un fantassin peut être communiqué au poste de commandement dont il dépend. Avec les dangers d'interférences de commandement malheureuses sur le terrain.

### *3.1.4. La protection et la survie*

Il s'agit de réaliser une tenue plus légère que le Kevlar, dont la signature optique pourrait être contrôlée et permettre l'identification à distance par les amis.

Face aux adversaires, la tenue devrait être furtive pour permettre au fantassin de se fondre dans l'environnement, grâce à des matériaux capables de changer automatiquement de couleur, comme le caméléon.

La tenue devrait incorporer des capteurs biologiques et permettre certaines actions de survie, comme la compression automatique en cas de blessure.

### *3.1.5. La mobilité du fantassin*

Deux objectifs sont particulièrement poursuivis :

- La capacité à se déplacer plus vite, plus loin et plus lourdement chargé : c'est le but recherché par les travaux sur « l'Exosquelette ».
- La capacité à s'affranchir d'obstacles de la taille d'un immeuble de 4 étages : les travaux portent sur des matériaux nouveaux tels que :
  - Les textures copiées de celles du lézard gecko, permettant une adhérence exceptionnelle ou des fils de soie d'araignée ;

- Les matériaux électrorétractables.

Sur ces principes, on pourrait, par exemple, projeter une corde capable de se fixer automatiquement à son extrémité, pour ensuite en commander la rétractation rapide une fois le soldat accroché.

### *3.1.6. L'interdiction de zone*

Il s'agit d'actions de contre mobilité. Le but est d'interdire à l'adversaire l'accès à une zone donnée sans être obligé d'y employer des forces.

Les travaux portent sur la mise au point de mousses et de produits collants, capables d'engluer toute personne ou tout véhicule qui voudrait franchir l'espace où ils auraient été répandus.

## **3.2. Les systèmes robotisés**

La robotisation à outrance du futur champ de bataille, on l'a vu pour le milieu aérospatial, passe obligatoirement par des avancées technologiques très importantes des moyens terrestres. Des robots de reconnaissance ou armés existent déjà mais un effort tout particulier doit être fait pour la réalisation de véhicules terrestres autonomes de grande taille, assurant le soutien et la logistique. De même qu'il est nécessaire d'acquérir la capacité de déplacer des moyens humains ou matériels le long des murs des immeubles.

La navigation et la locomotion des véhicules terrestres robotisés, posent certains problèmes. Les deux grands challenges du déplacement autonome des robots terrestres sont la perception de l'environnement et l'adéquation des commandes permettant le déplacement. Ces deux grandes difficultés ne sont pas encore résolues.

Les améliorations de la navigation et de la locomotion des robots se feront grâce à l'apprentissage par l'exemple qui permet à l'engin, livré à lui-même, de se déplacer sans encombre dans une zone truffée d'obstacles divers.

## **4. Les systèmes marine**

Quatre points méritent d'être soulignés :

- des études sur des concepts innovants de bateaux à grande vitesse. Il s'agit de bâtiments de combat en surface, furtifs, agiles et communiquant en réseau, pour des missions d'interdiction d'accès dans la zone du littoral ou des fleuves contre des menaces asymétriques ;
- la recherche d'un nouveau concept de navire de défense côtière très automatisé et à effectif réduit ;
- la propulsion électrique par pile à combustible pour les sous-marins ;
- le pilotage et la propulsion à faible niveau de signature des robots sous-marins.

## **5. La maîtrise de l'information**

Ce domaine des systèmes d'information et de communication qui est totalement transverse pour les armées, y compris sur le théâtre d'opérations, demande un chapitre particulier. La maîtrise informationnelle sous-tend à 80 % la démarche de « Transformation » entamée par les Américains.

La grande demande du moment est la réalisation de réseaux capables de permettre la pleine utilisation des armes puissantes existantes.

Pour cela, deux conditions sont à satisfaire :

- Combler le fossé qui existe entre planificateurs et combattants.
- Permettre la réalisation d'entités de combat nouvelles, puissantes et légères, à la demande, en réunissant les efforts de moyens naturellement 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 réseau 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 avec un défi supplémentaire : dompter le « monstre ». Les progrès de l'électronique ont engendré un système de plus en plus complexe que l'utilisateur domine de moins en moins. L'objectif est de créer un système capable de comprendre ce qu'il fait et de lui faire acquérir de l'expérience (par l'apprentissage) tout en restant anthropocentré.

## **6. La logistique du futur**

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

La logistique du futur dans le **domaine spatial** peut se résumer à : 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.

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.



Ce sera l'approvisionnement et l'avitaillement en hydrogène des nouveaux modes de propulsion qu'il faudra résoudre en toute sécurité.

Dans le **domaine terrestre**, c'est la robotique logistique qui réalisera des véhicules terrestres autonomes de grande taille, pour assurer le soutien. Le besoin était flagrant en Irak où il y a eu une centaine de morts pendant la phase de progression vers Bagdad et plus d'un millier de victimes ensuite dans les missions de liaison et de ravitaillement.

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. La RFID (*Radio Frequency Identification*) est pour le moment la solution privilégiée.

A l'avenir, les paquets postaux devraient être capables de trouver eux-mêmes leur chemin jusqu'au destinataire. La technologie RFID pourrait servir à établir une traçabilité des gens et des objets. L'idée de « L'Internet des Objets » est qu'un jour chaque paquet, chaque conteneur puisse trouver son chemin vers son destinataire en prenant le chemin le plus rapide et en réservant soi-même sa place dans les moyens de transport appropriés. « L'Internet des Objets » apportera aux marchandises ce que l'e-mail a apporté au courrier classique.

L'information est l'ADN 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. On tend vers un univers dématérialisé où il sera difficile à la commande de distinguer un turboréacteur d'un poste radio. 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 5 grands thèmes principaux comme objectifs militaires pour le combat du XXI<sup>ème</sup> siècle :

- L'utilisation de l'espace : accès rapide, sécurisation, adaptabilité des moyens in situ.
- L'aviation du futur, incluant le vol hypersonique et les systèmes sans pilote, en patrouille 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, au moins pour l'US Air Force.
- Le combat terrestre, sous tous ses aspects :
  - Le combat urbain avec des objectifs nouveaux en matière de mobilité et une recherche spécifique de la sécurisation de ces opérations.
  - La protection contre les diverses menaces : les missiles rustiques et nombreux ; le risque NRBC ; le traitement des objectifs enterrés ; la navigation en l'absence de GPS et le maintien des performances humaines au combat.

- Le combat réseau centré avec des réseaux sécurisés, « cognitifs », une information et une identification automatiques.
- Une nouvelle approche des opérations maritimes et des moyens, adaptés au combat près du littoral.
- 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.

Sur le plan des objectifs purement techniques et scientifiques, on retiendra :

- Un très gros effort sur l'emploi de micro et nano actionneurs (*Micro and Nano Electro Mechanical systems* - MEMS) ;
- La recherche de la maîtrise et de l'exploitation des ondes térahertz ;
- La recherche sur des matériaux à propriétés spécifiques exceptionnelles ;
- L'utilisation des mathématiques et de la mécanique quantique pour la cryptographie et l'ordinateur futur. C'est la prochaine révolution dans les systèmes d'information. L'ordinateur quantique n'est réalisé au mieux qu'à 10 %, il ne sera en utilisation courante que dans une vingtaine d'années.

Le contexte opérationnel dans lequel les forces pourraient être amenées à évoluer au cours d'une opération multinationale a changé ces dernières années et il est susceptible d'évoluer considérablement dans les années à venir. Certaines évolutions majeures peuvent découler du développement d'une technologie déterminante (technologie de rupture) et dans ces conditions, il est absolument nécessaire que l'Europe en la matière (les États-Unis étant loin devant), 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. Mais les conflits du futur ne trouveront pas de solutions à partir d'avancées technologiques seulement, les doctrines, les organisations, les procédures et les mentalités occuperont une place majeure dans la « Transformation » qui occupe actuellement les armées occidentales.

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