

# Ailes PENSER LES FRANÇAISES

N° 3  
5/2004



Numéro spécial du *Bulletin de Documentation* – Centre d'enseignement supérieur aérien

« Entretenir le goût de l'étude et de la réflexion personnelle chez les officiers de l'air. »

■ Général Gérard



Gal Gérard



Gal Chassagnon



Gal Valin

**La contribution de l'armée de l'air à la construction de l'Europe de la défense**

**Quel avenir pour le bombardement stratégique?**

**Combiner puissance aérienne et forces terrestres**

**Y a-t-il une place pour l'homme dans les opérations aériennes à venir?**

**Le ravitaillement en vol en France : du stratégique au contrat capacitaire**

**La maîtrise de l'infosphère, un enjeu majeur pour l'armée de l'air de demain**

**De la sécurité des systèmes d'information à la lutte informatique offensive**

**Nanotechnologie : un nouvel horizon stratégique**

**Le modèle de l'adversaire et son milieu**



### **Avertissement**

Les opinions émises dans les articles publiés n'engagent que la responsabilité des auteurs.

Les manuscrits non publiés ne seront pas restitués à leurs auteurs.

Toute reproduction partielle ou intégrale, sur quelque support que ce soit, de la présente revue sans l'autorisation de l'éditeur ou des auteurs est interdite. (*Art. L. 122-4 et L. 122-5 du Code de la propriété intellectuelle*).



PENSER LES

# Ailes FRANÇAISES

Centre d'enseignement supérieur aérien

Numéro spécial du *Bulletin de documentation* du CESA

# S o m m a i r e



- É**ditorial 2  
*par le général Wolsztynski, CEMAA*
- L**a contribution de l'armée de l'air à la construction de l'Europe de la défense 3  
*par le général Wolsztynski, CEMAA*
- Q**uel avenir pour le bombardement stratégique? 8  
*par le lieutenant-colonel Patron*
- C**ombiner puissance aérienne et forces terrestres 15  
*par le commandant Trichet*
- R**édefinition de la force aérienne stratégique 20  
*par Rebecca Grant (traduction lieutenant-colonel De Gournay)*
- Y**a-t-il une place pour l'homme dans les opérations aériennes à venir? 27  
*par le commandant Mrowicki*
- L**e ravitaillement en vol en France : du stratégique au contrat capacitaire 33  
*par le commandant Buisson*
- L**a maîtrise de l'infosphère, un enjeu majeur pour l'armée de l'air de demain 39  
*par le commandant Carcy*
- D**e la sécurité des systèmes d'information à la lutte informatique offensive 45  
*par le commandant Looten*
- N**anotechnologie : un nouvel horizon stratégique 50  
*par le commandant Fourdrinier*
- L**e modèle de l'adversaire et son milieu 56  
*par le commandant Cexus*





Photo SIRPA-Air

Il y a soixante-dix ans, l'idée d'une aviation militaire indépendante se concrétisait enfin avec la création officielle de l'armée de l'air. La stratégie aérienne, qui s'était largement exprimée au cours de la première guerre mondiale, allait désormais s'imposer de manière évidente dans le traitement des différentes crises et conflits.

L'histoire devait donc donner raison à tous ceux qui, avec une grande détermination, n'avaient cessé d'expliquer le rôle de l'arme aérienne et ses spécificités en mettant en valeur les capacités d'intervention lointaine, autonome et stratégique; l'expression de ce que nous, aviateurs, appelons les fondamentaux de la puissance aérienne.

Ce *Penser les ailes françaises* n° 3 nous rappelle que la détermination de celles et ceux qui veulent traduire simplement le rôle de l'armée de l'air dans le champ de la sécurité intérieure ou extérieure est demeurée intacte. En témoignent les nombreux articles s'intéressant à l'emploi de l'arme aérienne dans l'actualité chargée de ce début de XXI<sup>e</sup> siècle.

Mais ce numéro spécial du soixante-dixième anniversaire démontre surtout que la réflexion d'ordre stratégique, dans un monde devenu imprévisible et dangereux, est au cœur des préoccupations de la nouvelle génération d'aviateurs.

L'aviation militaire continue donc d'affirmer avec beaucoup de force son identité, contribuant à conforter le rang de la France dans le monde et donnant, en cette période commémorative, un écho particulier à la célèbre citation de Clément Ader : « *L'aviation militaire deviendra toute-puissante, d'elle dépendra le sort des Nations* ». □

**Général d'armée aérienne Richard Wolsztynski**  
*Chef d'état-major de l'armée de l'air*

# La contribution de l'armée de l'air à la construction de l'Europe de la défense

*par le général Wolsztynski, chef d'état-major de l'armée de l'air*

*La construction d'une Europe de la défense forte et crédible constitue un enjeu et une ambition majeurs pour la France*

Les éléments rapportés ci-après décrivent le rôle de l'armée de l'air dans sa contribution à l'émergence d'une puissance aérienne européenne. Les considérations d'ordre inter-armées ne sont pas développées alors qu'elles dominent la plupart des actions conduites par l'armée de l'air, actions qui ne sauraient se départir d'une logique de coopération avec les autres armées : la conduite et le commandement des opérations militaires d'aujourd'hui exigent une synchronisation de l'ensemble des acteurs engagés dans l'action et conduisent inéluctablement à mieux tenir compte de la place de chacun.

Une Europe active  
dans un contexte stratégique  
profondément bouleversé  
et durablement incertain

Les événements du 11 septembre 2001 ont fait entrer le monde dans une nouvelle ère, dans laquelle nos sociétés, en particulier celle des États-Unis, ont pris conscience de leurs vulnérabilités. Nous nous trouvons désormais dans un contexte stratégique où l'incertitude prévaut et où les menaces se font plus diffuses et polymorphes.

Au niveau militaire, la réflexion stratégique engagée depuis les dernières années a conforté le facteur de puissance et de souveraineté apporté par l'aviation militaire, qui s'est particulièrement imposé au cours des dernières opérations. À cet égard, la valeur ajoutée de l'arme aérienne dans la lutte contre le terrorisme s'est révélée importante, même s'il est entendu que ce type de menace nécessite une combinaison de réponses avant tout politiques mais également militaires.

Face à l'évolution des risques et des menaces qui tendent à se globaliser, notamment dans les domaines du terrorisme et de la prolifération des armes de destruction massive, la coopération internationale a atteint un niveau inégalé à ce jour. Elle a d'ores et déjà permis d'obtenir quelques succès majeurs (mise à bas du régime taliban en Afghanistan, démantèlement partiel du réseau *Al Qaida*, etc.) dans notre volonté de faire reculer l'obscurantisme. La réponse commune qu'imposent l'apparition et le développement de défis internationaux se fondera en tout premier lieu sur une collaboration étroite entre les États-Unis et l'Europe en matière de sécurité et de défense.

## La collaboration de l'armée de l'air dans la construction de l'Europe de la défense

### La France engagée dans la construction d'un environnement international stable et en paix

« Notre statut de membre permanent du Conseil de sécurité des Nations unies nous confère une influence déterminante, en même temps qu'une responsabilité propre, sur l'ensemble des questions internationales. » [...] « La défense, si elle contribue à la puissance de la France, est également un pilier des liens européens et transatlantiques. La défense joue un rôle moteur dans la construction de l'Europe. Devenue une puissance, l'Europe doit approfondir et renforcer sa défense. L'année 2003 a ainsi permis de faire progresser l'Europe de la défense de manière spectaculaire. » □

Madame Michèle Alliot-Marie, ministre de la Défense  
Institut des hautes études de la Défense nationale  
Extraits de l'allocution du 2 février 2004

L'Europe est bien notre horizon ; une Europe complémentaire de l'Alliance atlantique. La construction d'une Europe de la défense forte et crédible constitue ainsi un enjeu et une ambition majeurs pour la France. Il s'agit, pour nous, d'atteindre le seuil des capacités critiques qui permettront à l'Europe de faire face à l'ensemble des nouvelles menaces mais également de se faire entendre sur la scène internationale. Il est ainsi devenu impératif d'affirmer sans ambiguïté son autonomie dans l'appréciation des situations et dans l'expression des modes d'action susceptibles de contribuer à conforter le système de sécurité internationale. C'est clairement le sens des dernières avancées qui ont vu la mise en place d'une cellule européenne de planification et de conduite des opérations ainsi que le renforcement des capacités de l'Union européenne à soutenir rapidement les Nations unies par des opérations autonomes, là où et quand l'OTAN ne pourra ou ne voudra pas intervenir.

Les premières opérations de gestion de crise ont ainsi clairement prouvé la capacité de l'Union à agir sur le terrain, deux opérations militaires – *Concordia* en ARYM<sup>(1)</sup> et *Artémis-Mamba* en République démocratique du Congo – ayant été conduites avec succès. Dans ce

contexte, l'arme aérienne est un outil de choix face aux nouvelles exigences stratégiques du système international. Les pays disposant d'une armée de l'air opérationnellement cohérente comptent ainsi parmi les Nations susceptibles de tenir un rôle de premier ordre dans la promotion de la sécurité internationale.

À cet égard, l'armée de l'air constitue sans nul doute un contributeur d'excellence. Sa cohérence globale, sa très grande réactivité et son aptitude au temps réel dans l'appréciation des situations tactique ou stratégique constituent ainsi des atouts particulièrement précieux confortant la puissance aérienne dans son ensemble. C'est le sens que donne l'armée de l'air française à son action en renforçant sa cohérence opérationnelle globale dans une dynamique européenne.

### La dynamique européenne : cadre naturel de nos forces aériennes

L'armée de l'air occupe d'ores et déjà une place privilégiée au sein de l'émergence d'une défense européenne en coopérant naturellement dans la troisième dimension. Les armées de l'air européennes sont en effet caractérisées par une longue pratique de la coopération opérationnelle, largement démontrée à l'occasion des très nombreux exercices menés dans un cadre multinational. Les structures permettant de formaliser ce partenariat croissant existent déjà : le Groupe aérien européen (GAE), constitué depuis une dizaine d'années, a ainsi abouti à la mise en place de la cellule de coordination du transport aérien européen établie à Eindhoven. La mise en place de ce *European Airlift Coordination Cell (EACC)* confirme la volonté manifeste de coordonner l'emploi de l'ensemble des moyens aériens dédiés à la projection. Cette cellule est en train de laisser la place à un véritable centre de commandement européen (EAC<sup>(2)</sup>) qui pourrait préfigurer un futur commandement européen de la mobilité.

La mission de protection de la Nation, dans son sens le plus noble, est bien la première des missions de l'armée de l'air. À cet égard, il faut naturellement promouvoir toutes les voies

1. ARYM : Ancienne République yougoslave de Macédoine.

2. EAC : *European Airlift Center*.



Photo DDCd - Armées d'aujourd'hui

**L'armée de l'air en OPEX : camp de Mostar-Ortije, Bosnie, juillet 1999.**

*Aujourd'hui, toutes les opérations sont conduites dans un cadre interarmées et multinational. Malgré les différences structurelles entre pays coopérants, l'interopérabilité ne pose pas de difficulté particulière à l'armée de l'air, comme en ont témoigné les engagements aux côtés des partenaires européens et américains au Kosovo ou en Afghanistan.*

conduisant à la responsabilité collective européenne pour ce qui concerne la protection du milieu aérospatial. L'armée de l'air française participe ainsi aux actions de sécurité et de défense de l'espace européen et méditerranéen où nous disposons des capacités nécessaires pour coopérer avec succès. Le savoir-faire européen en matière de surveillance et d'interception de mobiles hostiles – déjà illustré lors de la protection du sommet du G8 à Évian – est, à ce titre, notamment assuré par nos structures de conduite et de commandement, interopérables avec les systèmes alliés. Surtout, le niveau de notre coopération a été sensiblement renforcé au lendemain des événements du 11 septembre 2001, notamment dans le domaine des procédures de sûreté aérienne.

À l'avenir, les capacités dédiées à la surveillance aérospatiale devront néanmoins privilégier davantage les échanges coopératifs. Les armées de l'air européennes devront donc s'impliquer plus fortement dans l'établissement de la sécurité d'un espace aérien désormais partagé ; qu'il s'agisse de l'espace européen ou des zones d'opérations multinationales. En conséquence, les travaux menés dans les domaines de la détec-

tion, de l'identification et du contrôle doivent s'inscrire dans une démarche commune et s'appuyer sur des concepts d'emplois partagés.

Dans le domaine de la protection au sens large, nos forces ont pris une part croissante dans les missions de service public qui visent non seulement à protéger nos populations et notre territoire d'actions terroristes mais également à renforcer – en apportant des compétences spécifiques – les moyens des ministères civils. Il s'agira, à l'avenir, d'accroître les coopérations avec nos partenaires européens dans ce domaine, plus particulièrement pour les cas de catastrophes naturelles ou d'origine humaine.

Au-delà des différents plans d'action, l'armée de l'air participe à de très nombreux forums multilatéraux, qui contribuent à l'émergence d'un pôle « air » au sein de l'Europe de la défense. Je me permets à cet égard de souligner l'importance des relations entretenues entre les chefs d'état-major des armées de l'air européennes, une centaine de contacts ayant été établis avec mes homologues européens au cours de l'année 2003. L'*European Air Chiefs conference (EURAC)* permet à cet égard de fédérer un certain nombre d'actions de coopé-

## La collaboration de l'armée de l'air dans la construction de l'Europe de la défense

### Entraînement sur simulateur de vol.

*La formation représente une capacité stratégique à part entière qui nous permet de hisser l'armée de l'air au meilleur rang mondial.*

*La formation, aujourd'hui plus qu'hier, doit s'ouvrir vers le monde civil, dans une dimension interarmées et surtout européenne. L'armée de l'air française est ainsi l'une des rares en Europe à disposer d'un outil de formation adapté aux besoins de la plupart de nos partenaires.*



Photo SIRPA Air - Armées d'aujourd'hui

ration qui se concrétisent aujourd'hui par le lancement de programmes importants. Parmi ces programmes, celui de l'AEJPT<sup>(3)</sup> visant à créer un véritable système de formation de pilotes de combat européen en phases de spécialisation chasse mérite une attention particulière. Liant douze États partenaires, ce programme est particulièrement soutenu par l'armée de l'air, qui est l'une des rares en Europe à disposer d'un outil de formation adapté aux besoins de la plupart de nos partenaires. Cet outil de formation, ouvert sur le monde civil et l'international, doit être proposé à nos principaux partenaires. À cet égard, la base aérienne de Cazaux offre un potentiel particulièrement intéressant pour l'implantation d'un site de formation de pilotes de combat. Notre outil de formation très complet doit être mis en perspective de l'Europe de la défense. Nous devons accepter un partage de la formation au niveau européen, un partage qui s'inscrit en cohérence avec le développement de matériels communs. L'Airbus A-400M constitue un bon exemple de programme devant instaurer une formation partagée.

Les possibilités de mutualisation en matière d'entraînement sont une autre source possible d'avancées. Les États européens doivent faire face à de fortes contraintes dues à la densité de leur trafic aérien. Une étude est en cours avec l'Italie en vue d'une mise en commun des zones

d'entraînement relevant des bases aériennes de Solenzara en Corse et de Decimomanu en Sardaigne. La mutualisation constitue, en effet, une voie que nous devons renforcer à l'avenir afin de tirer le maximum du potentiel des moyens dont nous disposons et de faire face aux déficits capacitaires qui demeurent. Les accords comme celui d'ATARES<sup>(4)</sup>, à l'origine desquels se trouve le Groupe aérien européen, soulignent à cet égard la volonté affichée par les pays d'Europe d'augmenter leur aptitude à agir ensemble dans les opérations aériennes.

Enfin, chaque rationalisation des armements due aux rapprochements et restructurations industriels doit permettre d'accroître l'interopérabilité des équipements. Celle-ci sera pleinement effective lorsque les grands programmes d'équipement – comme le SCALP/Storm Shadow ou l'A-400M – auront atteint leur pleine maturité. Nous devons saluer à cet égard les récentes décisions prises dans les domaines du transport/ravitaillement, avec le choix britannique en faveur de l'option Airbus, mais également dans celui des drones, avec la coopération franco-hollandaise sur le programme MALE et le ralliement de la Suède et de la Grèce – en attendant d'autres pays – au projet de démonstrateur UCAV. Par ailleurs, l'expression de besoins opérationnels

3. AEJPT : Advanced European Jet Pilot Training.

4. ATARES : Air Transport Air to air Refuelling and Exchange of Services.

communs devrait favoriser de plus en plus les actions de coopération industrielle. Source d'économies et d'efficacité, la montée en puissance des industries de défense dites transnationales s'avère vitale pour préserver les structures industrielles européennes confrontées à une concurrence sans merci des industries aérospatiales américaines.

Enfin, l'interopérabilité humaine, particulièrement poussée dans le domaine aérien, facilite le partage capacitaire non seulement entre les forces européennes mais aussi avec les forces d'outre-Atlantique. L'emploi de moyens développés en commun ne fera ainsi qu'optimiser les effets recherchés et confortera le caractère multiplicateur de forces des armées de l'air de l'espace européen. Ces initiatives sont autant d'indicateurs positifs s'inscrivant dans une logique de montée en puissance d'une composante aérienne européenne résolument tournée vers l'avenir.

### L'armée de l'air confère à la France un rôle moteur dans l'émergence d'une Europe de la défense forte et crédible

Dans le développement des capacités indispensables à la mise en œuvre d'une politique européenne de sécurité et de défense forte et cohérente, l'armée de l'air affirme un engagement particulièrement volontariste. Elle dispose pour cela d'ores et déjà des moyens conférant à la France une position de nation cadre pour la planification et la conduite d'opérations multinationales. Le dernier exercice *Opéra* réalisé au mois d'octobre 2003, engageant dix-sept nations, a clairement démontré la pertinence de nos structures de commandement et de conduite (*JFAC*<sup>(5)</sup>), faisant de la France une nation apte à tenir le rang de nation cadre dans la conduite d'opérations aériennes d'importance (200 à 300 sorties par jour).

Elle poursuit parallèlement le processus de modernisation de ses équipements dans la perspective d'une plus grande réactivité de l'arme aérienne. Ce processus, elle ne le conduit pas seule mais dans un cadre européen à partir d'une démarche capacitaire commune (processus *ECAP*<sup>(6)</sup>). Les Européens ne peuvent en effet

investir dans une seule voie pas plus qu'ils ne peuvent accepter la dispersion de leurs efforts. L'établissement de ces besoins capacitaires prend en compte les leçons tirées des opérations récentes qui ont confirmé la pertinence de la puissance aérienne européenne dans le règlement des crises. Ces expériences ont également permis de mesurer le niveau d'effort à consentir pour certaines capacités clés : ainsi, celles liées au traitement des cibles avec une plus grande précision, à l'accélération du rythme des frappes combinées aux missions de reconnaissance ou encore les capacités permettant la mise en relation de l'ensemble des acteurs interarmées et multinationaux, leurs moyens de perception de l'environnement et leurs centres de décision.

Enfin, en termes de réponse tangible à l'émergence d'une puissance européenne, il faut souligner la contribution capacitaire française, qui représente près de 20 % des forces aériennes mises à disposition de l'Union européenne. Cette contribution est équivalente à celle des partenaires britanniques et allemands et se caractérise par une mise à disposition de 80 appareils de combat et de reconnaissance, d'une trentaine d'avions de transport accompagnés des moyens de soutien appropriés.

Aujourd'hui, l'interdépendance croissante des États de l'espace européen impose d'appréhender d'une manière globale la problématique de la défense et de la sécurité. Aucune nation européenne ne peut supporter, à elle seule, le coût nécessaire au développement d'une puissance aérienne capable d'intervenir dans le traitement des crises émergentes. C'est la raison pour laquelle l'armée de l'air participe d'une manière très concrète à la construction d'un outil de défense européen, tout en permettant à la France de conserver un degré de liberté dans l'appréciation des situations et dans la conduite des opérations militaires.

Ainsi, en s'impliquant dans les domaines de la coopération opérationnelle, du partage capacitaire et dans celui de l'harmonisation des structures et des procédures, l'armée de l'air contribue à haut niveau à l'émergence d'une puissance européenne indispensable pour affirmer une vision commune et désormais incontournable de la défense et de la sécurité de notre continent. ●

5. *JFAC* : Joint Force Air Component.

6. *ECAP* : European Capabilities Action Plan.

# Quel avenir

## pour le bombardement stratégique ?

par le lieutenant-colonel Denis Patron, stagiaire au CID

*l'imbrication des bombardiers lourds dans la panoplie aérienne de gestion et de résolution des crises du XXI<sup>e</sup> siècle.*

Le 30 mai 1942, le *Bomber Command* (1) britannique dirigé par l'Air Marshall Arthur Harns attaque la ville de Cologne (2). Ses actions non discriminatoires visent à mettre l'Allemagne rapidement à genoux par une pression morale sur les populations civiles tout en détruisant son tissu économique et industriel. Ce procédé, non sans influence dans la défaite finale de l'Allemagne, n'a cependant pas atteint son but stratégique. De plus, il fut par la suite vivement critiqué pour ses effets meurtriers.

Suite aux attentats terroristes de septembre 2001 contre les États-Unis, qui peuvent s'identifier à un bombardement stratégique paroxystique dans l'horreur (3), certains hauts responsables américains réclament le bombardement à outrance de l'Afghanistan, révélant que, derrière Warden, les théories de Douhet ne demandent qu'à se réveiller. Après plus d'un demi-siècle d'opérations, le bombardement stratégique, incarné

1. *Bomber Command* : Commandement du bombardement aérien stratégique.

2. Opération *Millennium* : 1 000 bombardiers engagés s'inscrivant dans une politique massive de bombardement anti-cités, car l'imprécision des raids et l'imbrication des objectifs « militaires » dans les zones urbaines ne permettaient pas d'autres modes d'action.

3. Bombardement stratégique, car il vise le plus haut centre de commandement des États-Unis et recherche l'abandon de la politique étrangère américaine. Paroxystique dans l'horreur, car il frappe de nombreux civils en utilisant des avions de ligne civils et leurs passagers comme un vulgaire armement.

par l'emblématique bombardier « lourd », a-t-il encore sa place dans les modes d'action de la puissance aérienne? Son examen au travers des contraintes éthiques et économiques, puis son analyse au crible des évolutions stratégiques mais en corrélation avec l'état de l'art de dégager de nouvelles perspectives aboutissent à la conclusion suivante : le bombardement stratégique conventionnel appartient à l'avenir des panoplies occidentales de gestion et de résolution des crises modernes. Il sera un défi pour les composantes interarmées du XXI<sup>e</sup> siècle.

### CONTRAINTES ÉTHIQUES ET ÉCONOMIQUES

La stratégie consistait en la désignation d'objectifs clés à atteindre dans des délais approximatifs parce que tributaires du cours hypothétique des événements. Cette définition ne correspond plus aujourd'hui aux impératifs de gestion des crises modernes. Le précepte de base affirmé par les instances internationales est une résolution rapide au plus bas niveau de violence et avec le souci permanent de rationalité humaine et économique, application élargie du principe d'« économie de moyens » énoncé par Karl von Clausewitz. Par ailleurs, le bombardement stratégique est employé dans des crises où la couverture médiatique est omniprésente. Il est aujourd'hui capable d'intégrer ces différents facteurs.

Le bombardement stratégique relève de la « stratégie indirecte » ; il n'attaque pas les forces vives (militaires) de l'adversaire, mais leur soutien au sens large du terme, dont le tissu socio-économique. Il opère des frappes proportionnées et rationnelles garantissant des effets rapides et incontestables qui permettent de circonscrire plus aisément une crise donnée. La désignation des objectifs revêt alors la plus grande importance. Après l'analyse systémique de l'adversaire, le ciblage <sup>(4)</sup>, chargé d'élaborer précisément les dossiers d'objectifs à très haute valeur ajoutée, permet l'adéquation entre l'armement qui sera employé et le niveau de neutralisation recherché. L'effet cumulatif des frappes ébranlera irrémédiablement à plus ou moins court terme l'organisation et la stratégie d'action adverses.

Des économies importantes sont réalisées grâce aux nombreux progrès dans les domaines suivants : propulsion, pyrotechnie, navigation, guidage, identification et désignation des cibles. Le tapis de bombes se spécialise alors dans l'attaque des objectifs étendus. Ainsi, malgré leur coût unitaire très faible, les bombes classiques présentent aujourd'hui moins d'intérêt compte tenu de résultats très réduits. Au contraire, l'emploi de missiles ou de bombes guidées inverse cette tendance. Leur haute efficacité, leur fiabilité, leur faible attrition et leur utilisation en nombre limité compensent les coûts d'acquisition de ce type d'armement <sup>(5)</sup> et de leurs plates-formes de tir. Les bombes équipées de kits de propulsion et de guidage offrent une belle marge de progression sur les plans économique et opérationnel (précision, portée accrue, aptitude tout temps).

Les missiles américains JDAM/JSOW <sup>(6)</sup> ou la future famille d'armements air-sol modulaires (AASM) français illustrent cette capacité relative-

4. En anglais *targeting*.

5. Le coût d'un missile de croisière avoisine aujourd'hui le million d'euros. Celui d'une bombe propulsée et guidée varie entre 10 000 et 100 000 euros.

6. **JDAM** : *Joint Direct Attack Munition*, bombe guidée (inertie + GPS). **JSOW** : *Joint Stand-Off Weapon*, bombe à dispersion tirée à distance de sécurité d'une portée de plusieurs dizaines de kilomètres.

ment peu onéreuse de type « tire et oublie » et garantissent une précision métrique. La précision, le tir à distance de sécurité, l'adéquation des armements, même contre des cibles durcies, réduisent l'engagement et l'attrition des forces de bombardement stratégique, honorant ainsi le principe d'économie des moyens. Enfin, grâce à ses capacités haute altitude, long rayon d'action et tir *stand-off*, le bombardement aérien s'affranchit des contraintes d'escalas et évite la violation d'espaces aériens souverains. Il permet aussi de réduire les coûts de soutien en évitant le déploiement de bases aériennes sur le théâtre <sup>(7)</sup>, celles-ci requérant, entre autres, une capacité importante de projection aérienne inter-théâtres.

Sur le plan éthique, il est inconcevable aujourd'hui de frapper le quatrième cercle identifié par Warden : la population. Par ailleurs, la défense de la démocratie et de la liberté, l'interventionnisme, ne peuvent se satisfaire d'un mode d'action attaquant directement les civils. Il convient d'agir avec discrimination contre la véritable menace. Pour éviter les déferlements médiatiques et préparer la future reconstruction du pays en crise, les frappes doivent être maîtrisées, limitant ainsi les pertes innocentes et les destructions inutiles. La neutralisation d'objectifs stratégiques en zone urbaine peut engendrer des dommages collatéraux, que seuls des tirs de haute précision pourront limiter.

L'emploi d'armements guidés et adaptés aux différentes cibles (bombes guidées, missiles de croisière, drones de combat...) offre au bombardement stratégique l'acuité requise, lui conférant le pouvoir discriminatoire indispensable <sup>(8)</sup> à son efficacité et lui garantissant une sorte de légitimité. L'erreur reste possible. Cependant, l'arrivée d'équipements et de procédés de navigation, de

7. Au Kirghizistan, pour les opérations en Afghanistan, l'investissement diplomatique et économique fut important pour déployer les quelque 400 personnes qui ont préparé durant trois à quatre mois l'arrivée de six *Mirage 2000 D*. Le désengagement dura plus d'un mois.

8. La précision métrique est déjà obtenue par plusieurs systèmes d'armes en service, comme certains missiles de croisière.

**Le bombardement stratégique relève de la « stratégie indirecte » : il n'attaque pas les forces vives de l'adversaire, mais leur soutien socio-économique.**

## Quel avenir pour le bombardement stratégique ?

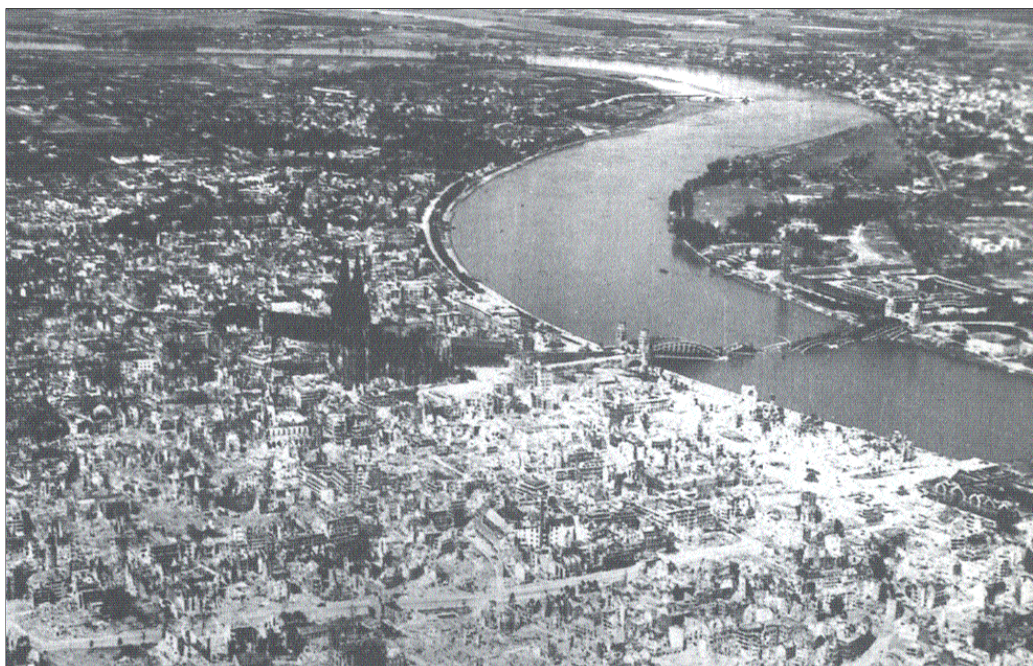


Photo SHVA

*Effrayant spectacle que la plupart des grandes métropoles du III<sup>e</sup> Reich, dévastées par les bombardements aériens, offraient à la fin de la seconde guerre mondiale.*

guidage et d'identification des cibles plus précis et plus fiables permettra de circonscrire les défaillances et de réduire la pression médiatique à une portion congrue. Des armements récents ont même ouvert la porte à des attaques épargnant les infrastructures <sup>(9)</sup>. La neutralisation non létale du combattant par bombardement aérien reste une utopie mais ne constituera-t-elle pas à long terme une révolution sans commune mesure dans la maîtrise des armements ?

Malgré les efforts consentis, la population continue à jouer un rôle de victime. En 1991, après quelques jours d'offensive aérienne, Saddam Hussein et ses commandements militaires rendus aveugles, sourds et muets étaient incapables de contrer les attaques adverses. La population, quant à elle, endurait les privations qui aggravaient le bilan des pertes humaines. Ces effets, très inférieurs à ceux des bombardements stratégiques de la seconde guerre mondiale, furent cependant mis en avant par la presse internationale. Cette médiatisation, maillon faible des sociétés occidentales, concerne aussi directement les combattants. Les images affligeantes de pilotes éjectés, capturés et rossés, ou celles plus terribles des cadavres de soldats bafoués sont intolérables pour les opinions publiques occi-

dentales. Ces événements, combinés à des pertes importantes, peuvent conduire à des revirements complets de stratégie <sup>(10)</sup>.

Le bombardement stratégique à très longue portée et ses futurs armements réduisent les risques d'attrition des vecteurs de tir et donc les éventualités de pression médiatique. Ainsi, pour le missile *SCALP-EG* ou pour les missiles de croisières « navalisés », une majorité des objectifs potentiels relatifs aux *scenarii* d'emploi pourront être atteints sans survol de territoires hostiles. De nombreuses actions très efficaces seront entreprises sans contact direct avec la menace. Par voie de conséquence, la mise en œuvre des imposants moyens consacrés à la récupération des équipages éjectés <sup>(11)</sup> se raréfiera, réduisant

10. Le 3 octobre 1993, à Mogadiscio, lors de l'opération *Restore Hope*, des cadavres de soldats américains sont traînés dans les rues. Les affrontements entre les forces américaines et les troupes rebelles dureront 17 heures. Le bilan sera de 18 morts et 84 blessés américains et plusieurs centaines de morts somaliens. La traque du chef rebelle Aidid sera abandonnée le 7 octobre, et le président Clinton décidera le retrait des troupes américaines de Somalie.

11. RESCO : Récupération et Sauvetage des équipages éjectés en zone de COmbat. Cette opération aérienne très délicate peut mobiliser jusqu'à 60 avions divers, des commandos et des forces spéciales; elle retarde alors le déroulement de la campagne aérienne.

9. Bombes au carbone-graphite qui neutralisent les réseaux d'alimentation électrique serbes.

par là même leur propre risque d'attrition. Le bombardement à très longue portée préserve doublement les moyens amis.

## ÉVOLUTIONS STRATÉGIQUES

Le bombardement stratégique conventionnel doit poursuivre sa mutation vers une aptitude à neutraliser de manière discriminative et rationnelle les pièces du puzzle systémique adverse tout en limitant ses effets sur leur environnement direct. L'économie de moyens conforme à l'art de la guerre et aux contraintes budgétaires des sociétés occidentales reste un facteur majeur de cette évolution. Le fossé entre les domaines stratégique et tactique s'est quelque peu comblé, fragilisant ainsi le niveau opératif. La contraction des espaces géographique et temporel provoquée par l'arme aérienne, la complexité, l'interdépendance et l'imbrication des domaines politique, économique et militaire rendent ces différenciations de plus en plus délicates. En termes de moyens, les impératifs de réactivité et d'efficacité, conjugués aux contraintes économiques, ont conduit à développer la polyvalence des vecteurs<sup>(12)</sup>.

Les multiples révolutions techniques rendent poreuses les frontières entre ces trois domaines, suscitant une confusion dans la pensée. Cette dernière nécessite parfois une profonde révision doctrinale et structurelle. Ainsi, afin de redonner sa valeur à la campagne aérienne stratégique, Edward Luttwak<sup>(13)</sup> préconisait, sous réserve d'une coordination importante avec les autres instances de planification, la création d'un état-major de planification spécifique à ce mode d'action. Le bombardement stratégique à très longue distance mis en valeur par les États-Unis en Afghanistan et en Irak ne se cantonne pas à une notion géographique. La puissance aérienne fut décisive dans les guerres israélo-arabes, malgré

**Étymologiquement le terme « bombardement » ressortit à l'emploi de bombes; or les armes mises en œuvre sont aujourd'hui diversifiées : missiles de croisière, drones, missiles...**

le manque de profondeur stratégique de l'État d'Israël. Seule la mission confère au bombardement conventionnel sa valeur stratégique transcrite par le terme de profondeur; le vecteur, lui, apporte une gestion souple et efficace de la troisième dimension et de l'ensemble spatio-temporel. Il est impossible d'évaluer avec précision l'effet de ce mode d'action sur l'évolution d'une crise; néanmoins, il constitue un élément décisif dans la quête de l'état final recherché. Le bombardement stratégique ne saurait cependant à ce jour répondre rationnellement à toutes les menaces. Ainsi, contre une menace de type guérilla ou terroriste, la furtivité des centres vitaux ennemis n'autorise pas toujours des actions déterminantes.

Le bombardement stratégique intègre par essence le temps, dont l'importance va croissante dans la gestion des crises. Leur maintien au plus bas niveau de violence impose de les étouffer dans l'œuf. Le bombardement stratégique constitue l'un des tout premiers modes d'action mis à la disposition du responsable politique pour dissuader et faire porter une menace immédiate sur l'adversaire. Démonstration de puissance et de volonté, il constitue un ultimatum qui doit contraindre l'ennemi à limiter son action ou à négocier prématurément.

Capable de frapper à tout instant et en tout lieu, c'est un levier de pression réactif et rationnel. Si son action initiale n'est pas toujours suffisante, elle garantit cependant le contingentement des engagements ultérieurs. Lors de l'opération *Artémis*, la démonstration de puissance réalisée par les *Mirage 2000 D* a évité que la situation ne dégénère autour de Bunya. Cette capacité d'appui aérien tactique, vecteur de détermination, a eu un impact stratégique sur les dirigeants rebelles.

Outre sa puissance, le bombardier stratégique assure la permanence au-dessus du théâtre, son autonomie étant régulièrement accrue par les progrès techniques. Le traitement en temps réel de toute cible devient envisageable, sous réserve qu'on puisse disposer des renseignements actualisés la concernant. Les avions et les drones de surveillance, les combattants de surface, les satellites et les moyens de transmissions de données

12. Ce fut déjà le cas au Vietnam où des vecteurs stratégiques effectuaient des missions d'appui tactique.

13. *La Renaissance de la puissance aérienne stratégique*, éditions Economica, chapitre XII, p. 130.

## Quel avenir pour le bombardement stratégique ?



Photo Docavia - Un siècle d'aviation française

**Formation de trois Mirage IV A.** L'avion fut conçu comme vecteur de la bombe atomique, dans l'attente des missiles balistiques des sous-marins à propulsion nucléaire. Cependant, le Mirage IV n'avait pas toute l'autonomie suffisante pour atteindre ses cibles potentielles. Ce symbole de l'indépendance de la France ne prit toute sa valeur opérationnelle qu'après l'achat par l'armée de l'air d'avions ravitailleurs américains Boeing C-135.

à haut débit (MIDS/L16 <sup>(14)</sup> y contribuent. Ils confèrent à tout plan initial d'attaque une capacité supplémentaire d'adaptation permettant de contrer *in situ* les modifications de la stratégie adverse. Les drones de combat offrent aussi cette permanence mais leur capacité d'emport en armements reste limitée comparée à celle des bombardiers lourds. Le bombardier lourd, théoriquement plus vulnérable face à la défense aérienne adverse qu'un chasseur-bombardier, vélocité et manœuvrable, bénéficiera de la supériorité aérienne, même partielle. Outre sa mise en œuvre à distance de sécurité, il disposera à bord d'une situation aérienne à longue distance, vision stratégique du théâtre d'opérations élaborée grâce aux renseignements captés, analysés par les différents acteurs et communiqués en temps réel par transmissions de données. Ses propres capteurs compléteront avantageusement ces informations; sa capacité d'emport en la matière est bien supérieure à celle des chasseurs-bombardiers légers, qui, en dépit des bénéfices de la miniaturisation, ne peuvent, à niveau technique équivalent, être aussi bien dotés. Cette surveil-

14. MIDS/L16 : Multifonction Information and Distribution System/Liaison 16, système de transmission de données protégé et à haut débit.

lance anticipative garantira si besoin les délais nécessaires à sa fuite. La furtivité, qui n'est pas l'apanage exclusif des vecteurs aériens, est un autre apport déterminant. Contrairement aux dires, il semblerait que le coût global de possession d'un appareil furtif soit inférieur à celui d'une flotte équivalente d'appareils conventionnels <sup>(15)</sup>. Les surcoûts de développement et d'acquisition d'un tel appareil seraient largement compensés par son efficacité qui réduit notablement le nombre des missions nécessaires, les besoins en moyens d'escorte et de soutien ainsi que les taux globaux d'attrition.

Le terme « bombardement » devient lui-même impropre. Étymologiquement, il ressortit à l'emploi de bombes; or les armes mises en œuvre sont aujourd'hui diversifiées : missiles de croisière, drones, missiles... L'expression « frappe straté-

15. Livre blanc de l'US Air Force : durant la première guerre du Golfe, un raid de X bombardiers non furtifs pouvait nécessiter autant, voire plus, d'avions de soutien (chasseurs d'escorte, chasseurs de radars, avions de guerre électronique, avions radar/C3I et avions ravitailleurs) alors que la mise en œuvre d'un bombardier furtif F-117, par ailleurs aussi efficace que trois chasseurs-bombardiers classiques, requerrait uniquement un tiers de la capacité d'un avion ravitailleur !

gique », plus conforme, atténue l'image de terreur encore fortement ancrée dans les esprits. Elle suggère l'adéquation armement-cible et l'économie de moyens, par opposition au tapis de bombes.

## PERSPECTIVES

Actuellement, seuls les États-Unis possèdent une panoplie complète et très performante de bombardiers stratégiques, de missiles de croisière polyvalents et bientôt de drones stratégiques de combat. Si des bombardements dits « stratégiques » sont réalisés avec succès par d'autres pays, c'est en dépit du principe d'économie de moyens ; la complexité et la fragilité de ces missions sont alors leurs inconvénients majeurs. Quelles sont alors les perspectives pour le bombardement stratégique conventionnel ? Alors que les moyens européens sont limités, l'utilisation intensive et efficace par les États-Unis de ce mode d'action sur les théâtres d'opérations montre le rôle qu'il peut remplir dans une campagne aérienne. Le possible maintien en service des flottes américaines de *B1-B*, *B2-A* et *B52-H* jusqu'en 2040 et les études entreprises à propos de leur remplacement doivent imposer une réflexion sur ce sujet au niveau européen.

Alors que, globalement, les budgets européens de la défense régressent, le contrat capacitaire identifié par l'Union européenne est loin d'être honoré en dépit des plans d'action engagés (HPC (16), ECAP (7), LoI (18)...). Le partage capacitaire ne fait pas à ce jour l'unanimité ; aussi convient-il de ne pas nous tromper dans le choix de nos futurs programmes d'armement. À ce titre, les capacités de ravitaillement en vol et de transport stratégique sont également déficientes. Or, l'autonomie réduite des avions légers de combat

et d'assaut (famille des *Mirage 2000*...) conduit à leur allouer systématiquement un ravitailleur (19). Si la mise en œuvre de MRTT (20) doit atténuer en partie ces deux déficits capacitaires, ne peut-on envisager de réduire ces besoins en revoyant notre politique concernant les appareils d'assaut ? À titre d'exemple, la neutralisation d'une piste d'aérodrome majeur nécessite dans la plupart des scénarios la mise en œuvre de plus de dix *Mirage 2000 D*, équipés chacun d'un missile *Apache*, accompagnés de trois avions ravitailleurs stratégiques. Cette mission est réalisable par deux bombardiers lourds (21) capables d'emporter et de tirer chacun une dizaine de missiles de croisière (22), soit une importante économie. Leur rayon d'action et leur capacité à durer sur zone peuvent être jusqu'à cinq fois supérieurs. Voilà de bonnes raisons pour développer un futur bombardier lourd. Il convient par ailleurs de noter que les Américains désirent fermer plusieurs implantations sur des bases d'appui stratégique disséminées de par le monde.

La limite humaine constitue un autre paramètre à prendre en compte dans l'élaboration capacitaire. Après plus de six heures de vol dans un cockpit étroit, après deux ou trois ravitaillements en vol éprouvant fortement les nerfs du pilote et risquant de compromettre à chaque instant la réussite de la mission, un équipage de *Mirage 2000 D* est-il apte à assurer dans de bonnes conditions le tir de son armement, voire son atterrissage final (23) ? N'est-il pas préférable d'envisager un décollage d'une base de métropole où l'équipage bénéficie de conditions idéales de repos et de soutien, d'effectuer un vol peut-être plus long mais dans une cabine beaucoup plus confortable et autorisant l'embarquement d'un équipage de relève, d'éviter l'épreuve du ravitaillement en vol et de profiter d'un retour au calme le soir même ? Certes, la maîtrise de l'environnement psychologique d'une mission

16. HPC : *Helsinki Progress Catalogue*.

17. ECAP : *European Capability Action Plan*.

18. LoI : *Letter of Intent*. Elle regroupe la France, le Royaume-Uni, l'Allemagne, l'Espagne, la Suède et l'Italie. Elle a débouché à l'issue du conseil européen d'Helsinki de 1999 sur un accord cadre.

19. Pour une projection de puissance, un taux d'un ravitailleur pour quatre avions de combat est admis par l'armée de l'air.

20. MRTT : *Multi-Role Tanker Transport* : avion polyvalent de ravitaillement en vol et de transport à très long rayon d'action.

21. Le second répondant au principe de précaution.

22. En configuration aérotransport très pénalisante, un *A 400 M* emportera à 3000 Nm au moins dix missiles *Apache*.

23. Cet élément constitue un des enseignements des opérations *Héraclès* et *Artémis*.

## Quel avenir pour le bombardement stratégique ?

**Mirage 2000 D de l'escadron de chasse 1/3 « Navarre ».**

**Cinq autres Mirage 2000 D de l'EC 3/3 basés à Nancy ont été engagés dans le dispositif de l'opération Artémis, menée en République démocratique du Congo en 2003.**



Photo: Sgc Ravenel - SIRPA-Air

de guerre nécessite un isolement loin du rythme du temps de paix mais il est réalisable sur une base aérienne de métropole (24). Le repos des équipages serait facilité et permettrait un rythme d'emploi plus élevé. Les conditions de vie souvent très éprouvantes des détachements (climat, condition la mise en condition ni l'efficacité opérationnelle du personnel. Par ailleurs, le climat influe défavorablement sur la disponibilité des matériels, impliquant la réalisation d'infrastructures de protection et de remise en œuvre. Le bombardier stratégique lourd élude ces contraintes et réaffirme le principe d'économie de moyens.

Pour terminer, étudions la possible polyvalence du futur système de bombardement stratégique conventionnel. Fort de son endurance sur zone et d'une cargaison importante de bombes guidées, il pourrait assurer des missions d'appui (25). Sa réactivité serait compatible avec le rythme des opérations terrestres. La connaissance de la menace et des positions amies revêt ici une grande importance afin que soient évités les tirs fratricides. La fonction de guidage et de désignation peut être assurée par un contrôleur aérien avancé (26) connaissant les spécificités de l'arme aérienne et disposant de moyens de transmissions adaptés. La protection du vecteur-tireur

24. Méthode testée et validée par les équipages de transport sur les bases aériennes de Francfort et d'Istres lors des opérations en ex-Yougoslavie (largages humanitaires de nuit) ou au Kosovo.

25. CAS : *Close Air Support*. Appui aérien dans la zone des contacts.

26. Autre dénomination : TACP. Équipe au sol assurant le guidage final de l'armement ou des aéronefs.

déjà évoquée *supra* repose sur l'anticipation de la menace et sur son évitement. En termes de résolution des crises modernes, le bombardement stratégique conventionnel présente un potentiel très important. Répondant à de nombreuses contraintes, il doit faire l'objet d'une attention particulière dans les choix à venir pour combler les lacunes capacitaires.

La pensée de Douhet, conférant au bombardement stratégique un pouvoir décisif et sans partage dans l'issue des guerres, supposait un haut degré d'efficacité des frappes. Celle-ci est atteinte aujourd'hui, notamment par la précision. Bien qu'il ne puisse prétendre au titre d'arme absolue, ses performances, son adaptabilité et sa réactivité lui confèrent un caractère primordial. Sa marge de progression laisse penser que nous avançons sur le chemin reliant le croiseur aérien « douhétien » et le vaisseau imaginaire de la guerre des étoiles : un système doté de capacités offensives, dissuasives et défensives, d'une autonomie interne inégalée, capable enfin de réduire les contraintes spatio-temporelles.

Dans la construction du futur outil de défense national ou européen, il faut donner la priorité aux formes de puissance militaire les plus efficaces mais aussi les plus rationnelles. À défaut d'admettre un retrait relatif de certains modes d'action, il convient de reconnaître le potentiel nouveau de la puissance aérienne au travers du bombardement stratégique conventionnel. Le triptyque bombardier stratégique lourd et furtif - missile de croisière - bombe guidée, vecteur d'accroissement de puissance, présente à ce titre un grand potentiel. ●

## Combiner puissance aérienne et forces terrestres

# ou comment contrer la déception dans les conflits asymétriques

par le commandant Patrick Trichet, stagiaire au CID

De l'imbrication des bombardiers lourds dans la panoplie aérienne de gestion et de résolution des crises du XXI<sup>e</sup> siècle

*« En temps de guerre la vérité est un bien si précieux qu'elle devrait toujours être entourée de mensonges agissant en gardes du corps. »*

Winston Churchill

Longtemps dissymétriques, les guerres évoluent vers une forme d'asymétrie où la stratégie de contournement est souvent privilégiée. Pour le faible, les chances de victoire « à la régulière », selon les règles conventionnelles de la guerre, sont si minimes qu'il n'envisage parfois que des subterfuges défensifs pour retarder ou semer le doute dans un processus adverse bien orchestré, car il y décèle toujours une vulnérabilité qu'il veut exploiter.

Une telle stratégie est sans doute encouragée par la panoplie ultra-perfectionnée de matériels de renseignement et d'armements dits « intelligents » utilisés par les avions modernes. L'expérience des conflits récents a montré à quel point il était possible de déjouer l'efficacité de ces matériels par des procédés simples, peu coûteux, et à la portée de nombreux adversaires. C'est à ce titre que les manœuvres de déception, qu'elles soient fondées sur le leurrage, le camouflage ou la mobilité peuvent contrarier la campagne aérienne, dès lors que celle-ci est dépourvue de tout soutien

terrestre. Cet article a pour but de démontrer comment, face à ces stratégies différentes, le soutien de forces terrestres peut redonner une véritable efficacité à l'arme aérienne et restaurer les conditions d'un succès moins contestable. Dans un premier temps nous verrons comment la stratégie de déception fut mise à profit par les Serbes au Kosovo, puis nous examinerons dans quelle mesure il est possible de réduire les effets de cette déception en combinant mieux les actions des forces terrestres et des forces aériennes, que ce soit dans les domaines du renseignement ou dans celui du guidage vers les objectifs.

### L'EFFICACITÉ DE LA DÉCEPTION AUKOSOVO

Ce conflit fut caractéristique d'une force militaire importante qui capitula après une campagne aérienne, sans avoir été véritablement au contact de son adversaire. Cependant, un examen plus précis de la situation rend légitimes les interrogations sur l'efficacité réelle d'une campagne qui a coûté plus de 4 milliards de dollars, ce qui est très cher au regard de la faible quantité de matériel détruit (\*). D'une part, les forces de l'OTAN<sup>(1)</sup> ont employé des armements évolués contre un

(\*). **NDLR** : On doit toutefois souligner que ladite campagne a abouti à l'arrestation de Slobodan Milosevic.

1. OTAN : Organisation du traité de l'Atlantique nord.

## C ombiner puissance aérienne et forces terrestres

petit pays qui, en comparaison, disposait de faibles moyens ; d'autre part, ces équipements modernes n'ont pas tenu leurs promesses face à une tactique délibérée qui visait à camoufler, à leurrer, à disperser, à jouer sur la mobilité, à semer le doute. Sans chercher à obtenir une boucle décisionnelle plus rapide que celle de leur adversaire, la stratégie des Serbes réussit pourtant à la ralentir et limita en conséquence les dégâts sur leurs forces militaires. Il devient dès lors intéressant d'étudier précisément dans quels domaines la déception s'est montrée performante.

S'agissant en premier lieu de l'observation aérienne et spatiale, on constate que de nombreux outils modernes furent employés et se virent contrés, à la fois en raison de l'altitude des prises de vues, des heures de passage des vecteurs et du délai entre la photo et les frappes. Malgré le déploiement d'une bonne trentaine de satellites, les résultats n'ont pas toujours été très probants tant la connaissance des heures de survol des principaux permettait aux Yougoslaves d'exposer des cibles potentielles, puis de les remplacer judicieusement par des leurres. Cela eut pour conséquence principale le déclenchement de frappes précises mais stériles, sur des objectifs qui n'en étaient plus. Une méthode similaire pouvait être choisie face aux avions de reconnaissance stratégique. Quant aux drones, petits bijoux techniques qui opéraient à basse altitude, leur permanence sur zone et leur proximité des objectifs ont montré qu'ils pouvaient être efficaces mais leur vulnérabilité leur a conféré une vraie reconnaissance au regard des pertes subies.

Dans le domaine de l'identification, si l'*E-8 Joint Stars* s'est révélé très au point dans le repérage et la localisation des véhicules terrestres, il n'a pas véritablement réussi ni à les différencier ni à les identifier. Déjà, lors de la première guerre du Golfe, il fut accusé d'être responsable de l'« *autoroute de la mort* », en ayant provoqué la destruction de véhicules civils irakiens en lieu et place de chars et de transports de troupes. Au Kosovo, il ne savait toujours pas distinguer une colonne de chars d'un convoi de tracteurs albanais et cette difficulté d'identification fut tactiquement puis médiatiquement exploitée.

Les aéronefs furent confrontés à des difficultés semblables, car les règles d'engagement, en obligeant à une reconnaissance visuelle de la cible, ont grandement favorisé l'emploi de leurres, tant il était aisé de semer le doute chez un assaillant qui ne pouvait s'approcher suffisamment près de son objectif. En créant des sources de chaleur fictives, en utilisant des troncs d'arbres pour simuler des tubes de canons, les Serbes ont, avec de modestes moyens, énormément contrarié l'efficacité des frappes sur les dispositifs militaires.

Mais, en second lieu, cette situation fut surtout accentuée par la difficulté que connurent les avions pour descendre et frapper à basse altitude. Les Yougoslaves, qui avaient tiré de nombreux enseignements de la guerre du Golfe, avaient compris qu'il suffisait d'allumer épisodiquement

**Au Kosovo,  
la difficulté  
d'identification  
et de distinction  
des cibles  
fut tactiquement  
puis médiatiquement  
exploitée.**

les radars de défense aérienne puis de jouer sur leur mobilité, aidés en cela par l'absence de troupes au sol, pour laisser persister une menace anti-aérienne. Ainsi, le vol à basse altitude demeurait dangereux. Quand bien même certains radars furent touchés et non pas détruits, leur rusticité technique et le moral du personnel suffisaient à les réparer rapidement et à réactiver aussitôt

la menace. Quant aux chars qui furent détruits, ils l'ont été du fait de la participation de l'UCK<sup>(2)</sup>, qui, au sol, a contraint les forces armées serbes à se découvrir, et apportait de temps en temps une aide précieuse en guidant les avions de l'OTAN.

Si la précision des frappes traduit un nombre remarquable de coups au but, il faut reconnaître que certains objectifs n'avaient aucun intérêt militaire, ce qui n'empêcha point qu'on y sacrifiât des armements forts coûteux. Et tout en employant une méthode de contournement qui ne fut jamais perfide, l'épuration ethnique fut poursuivie sans trop d'inquiétude. L'armée yougoslave aurait fort bien pu lutter quelques semaines supplémentaires tant sa capacité de résistance n'était que faiblement atteinte. Ce ne fut donc pas tant l'affaiblissement de son potentiel militaire qui fit plier Milosevic, que l'efficacité des bombardements sur les centres névralgiques,

2. UCK : Armée de libération albanaise.

aisément identifiables, et leur effet sur les populations. Car, pour se maintenir au pouvoir, le dictateur ne voulait en aucun cas d'une révolte populaire au sein d'un peuple aux abois. Voilà pourquoi il faut considérer la victoire aérienne avec circonspection. Nous avons donc vu comment face à des stratégies simples, en l'absence de troupes au sol, la force aérienne pouvait se voir sensiblement contrariée dans la recherche de l'effet final. Examinons maintenant en quoi ces éléments au sol peuvent lui apporter un soutien déterminant et représentent un domaine où les efforts entrepris méritent d'être accentués.

### LA COMBINAISON ENTRE FORCES AÉRIENNES ET FORCES TERRESTRES DES ÉLÉMENTS AU SOL

On a pu mesurer, dans le conflit afghan, l'efficacité de la combinaison entre arme aérienne et forces terrestres. Il s'agissait d'un conflit asymétrique marqué par une action défensive très limitée de la part des taliban, conflit qui ne doit pas pour autant être considéré comme une référence. Cependant, la participation active de l'Alliance du Nord et des éléments des forces spéciales ont permis aux opérations aériennes d'être très efficaces. Dans ce conflit, la présence d'hommes au sol sur un champ de bataille très vaste et non délimité par une ligne de front a considérablement optimisé les capacités de l'arme aérienne et contribué à dissuader les velléités de contournement. Des commandos légers, mobiles, ont montré qu'une vraie complicité avec l'arme aérienne pouvait être décisive. Ce potentiel d'amélioration réside essentiellement dans deux domaines majeurs qui méritent que l'on s'y attarde. Ce sont le renseignement humain et l'aide à l'attaque directe.

*En Bosnie, la mission du personnel FAC (Forward Air Controllers) paraît simple : permettre à l'aviation de faire du CAS (Close Air Support) dans les meilleures conditions.*

*Le guidage se fait depuis le sol, à bord d'un véhicule de l'avant blindé (VAB) spécialement équipé en HF, VHF et UHF pour diverses liaisons ainsi que d'un GPS (Global Positioning System) pour préciser la position du blindé au sol.*

S'agissant du renseignement, les moyens actuels sont très performants, mais trop axés sur des matériels éloignés du champ de bataille. Satellites d'observation, vecteurs aériens pour la photographie, moyens d'écoute fournissent une abondance d'informations parfois difficiles à synthétiser, et leur mode d'acquisition est critiquable parce qu'il est contournable. Si ces matériels demeurent les uniques moyens de collecte, certaines informations deviendront douteuses du simple fait du leurrage ou du camouflage. Le temps consacré au choix des objectifs risque d'être allongé, l'occurrence des tirs fratricides augmentera, certains seront médiatiquement exploités, et les coups au but stériles réapparaîtront. En l'absence de destructions suffisantes dans les délais impartis, la campagne qui précède l'engagement terrestre se prolongera, sans garantie à terme d'affaiblissement des troupes terrestres ennemies. De telles stratégies de défense sont prometteuses chez des belligérants dotés d'une quelconque structure de combat militaire.

Le renseignement d'origine humaine mérite meilleure considération et doit être valorisé. Plus que l'information, il apporte la connaissance de la ou des situations. Le contact direct avec le champ de bataille et son environnement, la réalité des observations, l'état d'esprit ambiant sont des facteurs qui peuvent grandement faciliter l'appréciation des décideurs, les rassurer, les conforter dans leurs choix. Il s'agit pour cela de déployer en nombre suffisant des éléments légers, mobiles, bien entraînés et aguerris au terrain, dotés d'équipements de transmission proches du temps réel. L'absence de tels éléments au Kosovo

Photo Arnaud Béarnat



## C ombiner puissance aérienne et forces terrestres

fut préjudiciable. En Afghanistan leur emploi fut un succès. Les forces armées françaises disposent de groupes de commandos parachutistes qui sont à même de réaliser ces missions de renseignement. Le 13<sup>e</sup> régiment de dragons parachutistes (le plus connu) recueille du renseignement en profondeur et sur une longue durée derrière les lignes ennemies. D'une manière générale, on lui demande de connaître les intentions et le potentiel de l'ennemi. Mais si l'on prend en compte le fait que ces commandos sont en nombre réduit, qu'ils appartiennent aux forces spéciales (dont les missions sont secrètes et non conventionnelles) et que le renseignement remonte de façon verticale, il ne semble pas qu'ils puissent apporter un soutien suffisant aux forces aériennes. Le développement d'une capacité spécifique et suffisante en combattants spécialisés, indépendants des forces spéciales, dotés de moyens optroniques et numériques, capables de renseigner des vecteurs aériens en temps réel, doit être encouragé.

En complément du renseignement, c'est aussi dans la capacité à participer directement aux opérations aériennes offensives que la présence de l'homme sur le terrain peut être déterminante, notamment dans sa collaboration active aux attaques directes contre des objectifs qu'il aura préalablement identifiés. En effet, bien que les munitions soient guidées en altitude ou que le tir soit effectué sur coordonnées, le problème de l'identification persiste. Est-on sûr qu'il s'agit bien du bon objectif? Est-ce bien un objectif d'intérêt militaire? La situation n'a-t-elle pas évolué depuis la programmation des coordonnées? Le pilote peut-il identifier à partir d'une position éloignée, s'il est occupé dans de multiples tâches? Et que dire des UCAV<sup>(3)</sup> qui seraient dans une telle situation? Il est fort possible que leur emploi dans l'observation et la reconnaissance de cibles accroisse le processus de déception. Dans une stratégie d'efficacité et de réduction des coûts, ces aspects ne doivent pas être ignorés par ceux qui préconisent l'emploi exclusif de missiles tactiques de croisière et d'autres armes guidées.

**Souvent les vaincus retiennent plus de leçons que les vainqueurs. La victoire du Kosovo ne doit pas servir de référence ni aveugler les vainqueurs.**

Dans ce domaine des attaques directes, si l'on garde à l'esprit le rapport entre coût des armes employées et coups efficaces, il semble également primordial d'améliorer la manœuvre aéroterrestre en combinant mieux l'action de forces spécialisées au sol avec celles de la troisième dimension. Un commando au sol saura mieux repérer un radar, même s'il n'émet pas ou s'il est camouflé, et saura transmettre ses coordonnées précises pour le détruire. L'essentiel de ces missions d'observation et de désignation des cibles incombe aujourd'hui au 35<sup>e</sup> régiment d'artillerie parachutiste, qui travaille surtout au profit de positions d'artillerie. Quant au CPA 10<sup>(4)</sup>, il est spécialisé dans l'assistance et le soutien, la neutralisation et le renseignement au profit du COS<sup>(5)</sup>, et son dimensionnement ne lui autorise pas un soutien suffisant aux forces aériennes afin qu'elles mènent ce genre d'action en nombre.

Dans un avenir proche où la précision des armements guidés sera métrique avec une capacité de reprogrammation permanente, il n'existera peut-être pas de méthode plus efficace que la transmission par liaison de données au pilote de la dernière position connue de l'objectif, après une identification incontestable effectuée par des éléments au sol. Même le drone ne saurait atteindre un tel niveau de sécurité dans l'information transmise. Le rapprochement des combats des zones urbaines et la dissémination des objectifs parmi la population militent en faveur d'un rafraîchissement permanent de la position de l'objectif. Et c'est l'homme, par sa capacité à discriminer et à transmettre, qui s'inscrit dans ces conflits de basse intensité comme le meilleur partenaire de la puissance aérienne et de sa technicité. Dans cet esprit, les entraînements combinés entre bombardiers et assistants au sol méritent d'être intensifiés bien au-delà du cadre restreint de la collaboration entre armée de l'air et commandos de l'air. Dans ce domaine également, il existe une place pour des unités tactiques de reconnaissance et de soutien en profondeur, dimensionnées de telle façon qu'elles permettent aux frappes aériennes d'être

3. UCAV : *Uninhabited Combat Aerial Vehicle* (aéro-nef de combat non habité, ou drone).

4. CPA : commando parachutiste de l'air.

5. COS : commandement des opérations spéciales.



Photo Key - Alan Wames / Air Forces Monthly

*Boeing E-8 J-Stars (Joint Surveillance and Target Attack Radar System). Sous l'avant, un radar latéral logé sous un carénage de 9,10 m de long est capable de détecter tout véhicule stationnaire ou en mouvement.*

concentrées et intenses et non pas graduelles et éparses comme ce fut le cas au Kosovo. Il y a cependant un risque accru de pertes humaines, tant des éléments aguerris mais isolés, bien armés mais en groupes légers, sont plus vulnérables. Mais les principes ont évolué et l'on envisage maintenant un concept de « pertes minimales » et non plus de « zéro mort ». Les opinions publiques et la hiérarchie militaire acceptent d'autant mieux quelques pertes lorsque cela en vaut la peine, tant les bénéfiques et les chances de succès sont augmentés. C'est pourquoi la technique moderne doit désormais se placer au niveau de cette combinatoire en offrant des renseignements et des observations de temps réel au pilote, ainsi qu'une capacité accrue en guidage sur objectifs. Si, il y a un siècle, l'aviation débutante servait au réglage des tirs d'artillerie, il n'y a plus qu'un pas à franchir pour que, dans un conflit qui oppose la stratégie indirecte de Sun-Tse à celle de Clausewitz, ce soient désormais les forces terrestres qui participent au réglage des tirs d'aviation.

« La campagne afghane a montré que les coûteuses armes de précision écrasent l'ennemi tout en épargnant la vie des innocents, et il nous en faut davantage. »<sup>(6)</sup> Ces propos du président amé-

ricain, émis à l'occasion du discours sur l'état de l'Union, révèlent les orientations prises par la première puissance mondiale. Encore faut-il s'en inspirer judicieusement. George W. Bush oublie cependant de mentionner un certain nombre de cas où la technique a montré ses limites lorsqu'elle est utilisée de façon exclusive. Là où la dissymétrie cherche à annihiler l'opposition des États, elle exacerbe au contraire leur capacité à se montrer innovants dans des stratégies de contournement, où la déception occupe une place prépondérante. Les Occidentaux, *a priori* les plus puissants, devront plus encore combiner leurs actions aériennes avec celles des éléments terrestres capables de trouver le bon objectif. En leur absence, ils risqueront l'erreur, ils occasionneront des dégâts collatéraux et perdront du temps dans la prise de décision.

Souvent les vaincus retiennent plus de leçons que les vainqueurs. La victoire du Kosovo ne doit pas être prise comme une référence et ne doit pas aveugler les vainqueurs. La technique actuelle au service de l'arme aérienne est pratiquement suffisante. Croire qu'à l'avenir la puissance aérienne puisse apporter la victoire sans appui humain au sol est dangereux et peut même compromettre son avenir. Un débat existe en France sur la nécessité de se doter d'armes encore plus perfectionnées pour répondre aux nouvelles missions des forces armées. Il serait bon que ces éléments d'appréciation ne soient pas ignorés, au même titre que les solutions politiques qui, seules, peuvent garantir des succès durables. ●

6. George W. Bush, 29 janvier 2002.

# Redéfinition

## de la force aérienne stratégique

par **Rebecca Grant\***

(Article traduit de l'anglais par le lieutenant-colonel Vincent de Gournay)

(\*). Voir biographie ci-contre.

Cet article de Rebecca Grant a été publié en octobre 2003 dans la revue de l'*Air Force Association*. En écho du premier numéro de *Penser les Ailes françaises*, il me semble intéressant d'en proposer ici la traduction d'un large extrait. En effet, dans son propos intitulé *La redéfinition de la puissance aérienne stratégique*, l'auteur évoque des notions abordées aussi bien dans les travaux du séminaire Air 4, lorsque celui-ci analyse successivement la stratégie de la paralysie puis l'emploi stratégique de l'arme aérienne, que dans les deuxième et sixième propositions du colonel Meilinger.

Dans la suite de cette réflexion, les vues du Dr Grant me semblent intéressantes, même si je n'en partage pas toujours le caractère parfois tranché, ce que j'expose en notes de bas de page.

**Avant la seconde guerre du Golfe, très peu de personnes imaginaient combien l'arme aérienne était devenue multiforme et adaptative.**

La puissance aérienne stratégique... Ces mots évoquent toujours l'envol des B-29 depuis les îles Mariannes ou encore l'image des B-52 au-dessus d'Hanoi. Pourtant, dès la première guerre du Golfe en 1991, le concept de puissance aérienne « stratégique » ne se limitait plus aux seuls bombardiers lourds mais englobait tout système d'armes, du F-117 furtif aux missiles de croisière. Malgré cela, c'est bien l'opération *Iraqi Freedom* qui a redéfini les règles de planification et d'emploi de la puissance aérienne stratégique.

Équipés de nacelles de désignation, les B-52 ont tiré de l'armement guidé. Un B-1B a mené une mission de réaction rapide visant Saddam Hussein et ses plus proches fidèles. Les B-2 furtifs ont attaqué des objectifs de la garde républicaine. Bref, les anciennes catégorisations propres au ciblage stratégique ont été balayées tout comme les idées préétablies sur le découpage et la synchronisation des phases ou celles sur les percées décisives et sur la place des attaques stratégiques au sein de la campagne interarmées. Ni le plus enthousiaste des aviateurs, ni les partisans du « *Shock-and-Awe* <sup>(1)</sup> », ni même les

1. Objet de polémiques et de controverses, l'expression *Shock-and-Awe* a été surmédiatisée aux premiers jours de la seconde guerre du Golfe. Elle fait référence à un

### (\*) Rebecca Grant

Rédactrice occasionnelle d'*Air Force Magazine*, le docteur Rebecca Grant préside l'*Iris Independent Research* qu'elle a fondé en 1995 après avoir travaillé pour la Rand Corporation, le secrétaire à l'Air Force et le chef d'état-major de l'US Air Force.

Outre de nombreuses contributions à *Air Force Magazine*, Rebecca Grant est l'auteur de *The B-2 Goes to War* (2001) et de *The Radar Game* (1999). ○

experts spécialisés n'avaient précisément appréhendé combien la puissance aérienne stratégique allait s'avérer multiforme et adaptative. Par la remarquable anticipation de leur préparation et du fait de l'écrasante puissance de leur exécution, les frappes aériennes stratégiques d'*Iraqi Freedom* ont mis un terme à d'anciennes certitudes, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles vérités. Le succès des attaques aériennes stratégiques durant la seconde guerre du Golfe advient alors même que persiste en toile de fond une continue défiance à l'égard du concept même de puissance aérienne stratégique.

## UN SUJET DE CONTROVERSE

Les attaques stratégiques ont longtemps été une des formes les plus puissantes et les plus controversées de la puissance aérienne moderne. Les raids massifs de la seconde guerre mondiale ont contribué à la victoire mais ont également laissé une image durable de dévastation qui a fait de la puissance aérienne stratégique un sujet de controverse politique. Même l'avènement récent de l'armement guidé de précision n'a pas clos le débat. En 1999 les frappes ciblées sur des objectifs fixes autour et au cœur même de Belgrade ont attiré critiques et comparaisons inquiètes

ouvrage collectif publié en 1996 par la *National Defense University* et rédigé sous l'égide de Harlan K. Ullman, qui prône ce concept pour obtenir la suprématie rapide – *Achieving Rapid Dominance* – en infligeant à l'adversaire un choc extrêmement brutal qui le laisse totalement hébété et donc sans volonté de réaction, voire sans autre possibilité que de se soumettre aux vues de son adversaire (NdT).

avec le passé, en dépit du fait que les nations contributrices de l'OTAN avaient approuvé chaque objectif préalablement à son attaque<sup>(2)</sup>. L'image controversée de la puissance aérienne stratégique était toujours de mise en 2003. Les premières transmissions télévisées d'explosions à Bagdad déclenchèrent un feu nourri de critiques, même si l'une d'elles montrait l'impact de plusieurs JDAMs<sup>(3)</sup> en un alignement si parfait qu'il témoignait d'une extrême précision. Les journalistes assaillirent les porte-parole des armées de questions sur les bombardements. L'un d'eux demanda : « *Quand nous montrerez-vous ce qu'il advient lorsque la trajectoire des armements de précision devient erratique, lorsqu'ils ratent leurs objectifs ou plus simplement s'ils n'explorent pas ?* »

Ensuite, avec la fin des combats majeurs, vinrent les accusations d'inefficacité. Un de ces récriminateurs fut Thomas Houlahan, un ancien officier de l'armée de terre devenu directeur du programme d'évolution des armées à l'université James Madison de Virginie. Le 23 avril 2003, Houlahan soutint dans un communiqué « *qu'en dépit de l'augmentation considérable de sa précision, le bombardement stratégique s'était une fois de plus révélé incapable de mettre à genoux le régime de Saddam Hussein* ». Ses plaintes récurrentes passaient à côté de bien plus important. Au regard de l'Histoire, l'emploi même de la puissance aérienne stratégique avait changé, considérablement, et ce pour la première fois depuis des décennies.

## DES ORIGINES...

Depuis la première utilisation au combat de la puissance aérienne américaine, en 1918, jusqu'à la fin du vingtième siècle, les outils de la puissance aérienne stratégique évoluèrent mais ce ne fut pas le cas de leurs principes d'emploi sous-jacents. Prenons par exemple le premier traité

2. J'émetts une réserve en marge de cette affirmation. Il semble bien que certains objectifs aient été attaqués sur décision unilatérale des États-Unis, ce qui suppose, en parallèle de l'*Air Task Order* fixant quotidiennement le détail des missions à réaliser par la coalition, l'existence d'un « *Black ATO* » destiné uniquement aux forces américaines.

## Rédéfinition de la force aérienne stratégique

américain sur le sujet. En 1919, le Major Edgar S. Gorell, de l'US Army Air Service <sup>(4)</sup>, écrivait l'histoire du bombardement « stratégique » lors de la première guerre mondiale. Il observait déjà que chacune des deux parties avait compris que « pour affecter les armées en campagne il est nécessaire d'atteindre la production industrielle des pays » qui les soutiennent.

En 1991, la guerre du Golfe marqua un perfectionnement considérable des capacités techniques de la puissance aérienne. Au premier jour de cette guerre, les appareils américains frappèrent plus d'objectifs que ne le fit la 8<sup>e</sup> armée aérienne au cours de toute l'offensive combinée de 1942-1943. Cela étant, le style d'attaque stratégique mené en 1991 aurait pu être attribué aux planificateurs de 1943 ou même au Major Gorell. Pour être clair, les catégories d'objectifs de la première guerre du Golfe – bases aériennes, industries, voies de communications, etc. – étaient *grosso modo* les mêmes que lors des guerres précédentes. Surtout, les attaques stratégiques étaient planifiées et se voyaient allouer des moyens en tant que composante indépendante de la campagne aérienne globale. La puissance aérienne stratégique se focalisait sur des catégories d'objectifs-clefs évalués et attaqués selon un ordre visant à créer des effets spécifiques sur la volonté de l'ennemi et sur sa capacité à combattre <sup>(5)</sup>. Il y avait analogie, qu'il s'agisse des *Breguet* biplans bombardant les villes allemandes lors de la première guerre mondiale ou des chasseurs furtifs *F-117* frappant les quartiers généraux du parti Baas lors de la première guerre du Golfe. La doctrine d'emploi de la puissance aérienne stratégique en 1991 n'était pas si différente de celles de 1918 ou de 1943.

Lors de l'opération *Desert Storm*, le progrès déterminant fut la capacité d'attaquer simultanément différentes catégories d'objectifs, tout en

3. **JDAMs** : *Joint Direct Attack Munitions*. Il s'agit de différents modèles de corps de bombe équipés d'un kit de guidage inertiel/GPS, ce qui permet leur emploi avec une précision décimétrique par tous temps, de jour comme de nuit, alors que la précision métrique des munitions guidées laser, beaucoup plus coûteuses, n'est utilisable que par temps clair et hors fumées d'explosions. Cf. *CEITA - Tir Information*, n° 46 d'octobre 2002 sur ce sujet (NdT).

4. Ce n'est que le 18 septembre 1947 que l'US Air Force s'émancipera de la tutelle de l'US Army (NdT).



Photo Mark Aylon - Air Forces Monthly

### Northrop B-2 Spirit du 509th Bomb Wing basé à Whiteman AFB dans le Missouri.

ne nécessitant qu'un nombre réduit de sorties. Mais, de fait, les objectifs stratégiques mobilisèrent à peine un cinquième des 41 309 sorties réalisées pendant la première guerre du Golfe. Les frappes directes sur les forces déployées avaient donc encore beaucoup plus d'importance que certains théoriciens ne veulent bien l'admettre, et plus de la moitié des sorties offensives

5. Après la première guerre du Golfe, Edward Luttwak, qui considère que « l'adjectif stratégique qualifie des actions menées dans le but de gagner la guerre plutôt que de gagner la bataille », postulait qu'il faut sélectionner « les objectifs les plus pertinents », ce qui représente « le défi majeur dans la planification d'une guerre aérienne », à savoir « précisément d'identifier les objectifs spécifiques qui englobent les sources de force particulières à un ennemi particulier dans un contexte particulier ». Luttwak rejoint ici Warden lorsque celui-ci écrit : « La responsabilité première du stratège est peut-être d'identifier correctement les centres de gravité de l'ennemi et de les frapper de manière appropriée ». Edward Luttwak, *La Renaissance de la puissance aérienne stratégique*, Economica, 1998, p. 70 à 75, traduit sous la direction du colonel Lenne. John Warden, *La Campagne aérienne, planification en vue du combat*, Economica, 1998, p. 174, traduction du colonel Philippe Steininger (NdT).

réalisées pendant la première guerre du Golfe furent tournées directement contre les troupes militaires irakiennes déployées (6).

### ...AUX PROGRÈS...

Les capacités de la puissance aérienne stratégique continuèrent de croître et d'évoluer dans la décennie qui suivit. De plus en plus de chasseurs devinrent également des bombardiers de précision. Guidée par signal satellite et non par illumination laser ou sur signature infrarouge, la JDAM eut raison des conditions météorologiques puisque autorisant l'attaque malgré la pluie, le brouillard et la nébulosité. L'amélioration des capacités de renseignement, de surveillance et de reconnaissance à bord des vecteurs pilotés et non pilotés augmenta les possibilités de ciblage en temps réel. Les débuts du bombardier furtif B-2 et de la JDAM pendant l'opération *Allied Force*, en 1999, et la prépondérance de l'armement de précision suggéraient ce qui allait suivre.

Cette période vit également fleurir les théories sur la puissance aérienne stratégique. La plupart de celles-ci se concentrèrent sur les progrès de la précision et des techniques de l'information. En effet, ces perfectionnements semblaient promettre que le concept de *Parallel Warfare*

6. Je ne partage pas totalement l'idée de l'auteur, qui fait ici allusion au modèle théorisé par le colonel Warden. Certes, Warden classe les forces déployées comme le moins important de ses cercles mais cette pique me semble malgré tout excessive car elle travestit quelque peu la pensée du stratège, qui ne s'interdit pas les frappes sur les forces déployées. Warden précise simplement qu'en règle générale « *une campagne qui se concentre sur le cinquième cercle sera probablement [...] plus longue et [...] plus sanglante pour les deux côtés* ». Surtout, Warden dénonce « *l'idée que la partie principale de la guerre [soit] le heurt de forces armées* ». Mais il l'affirme parce qu'il considère les forces déployées comme n'étant « *que des moyens pour une fin et non nécessairement importantes en elles-mêmes* ». Cela étant, Warden précise qu'il « *est parfois indiqué de concentrer des efforts contre ce cinquième cercle* », sans toutefois perdre de vue que le caractère fractal de sa grille d'analyse fait qu'elle s'applique également au niveau des forces déployées si celles-ci doivent être attaquées. John Warden, *L'Ennemi en tant que système*, 1995, joint à *La Campagne aérienne*, op. cit., p. 177, 192 et 198.

devenait accessible à la puissance aérienne stratégique (7). Ensuite vint l'idée de *Rapid Dominance*, qui semblait correspondre parfaitement à la puissance aérienne stratégique. Séduisants et empiriques, les concepts d'*Aerospace Dominance* et de *Parallel Warfare* allaient rapidement devenir des thèmes populaires dans les futures planifications militaires. Harlan K. Ullman, James P. Wade et leurs assistants précisèrent ces réflexions en 1996 autour de l'expression *Shock and Awe*.

Même s'il ne provenait pas des cercles gouvernementaux autorisés (8), ce concept confortait l'espoir que l'emploi précis, ciblé et discriminant de la puissance aérienne pourrait désormais être capable d'infliger un coup écrasant et définitif, « *an overwhelming blow* ». Appliqué à l'aérien, le concept *Shock and Awe* pérennisait également la substance même des campagnes stratégiques : obtenir des effets tellement puissants afin de surpasser et d'occulter tous les autres aspects de la guerre aérienne et des opérations interarmées. Les planificateurs ayant l'expérience pratique de son emploi se gardèrent bien d'attendre de tels miracles de la puissance aérienne stratégique. De plus, ces théories des années quatre-vingt-dix reposaient par trop sur des points en passe d'être périmés tels qu'isolement, synchronisation rigide ou recherche de la paralysie de l'intégralité d'un État.

### ...AVANT LA REMISE EN CAUSE

En 2001, l'opération *Enduring Freedom* en Afghanistan ébranla encore le concept. La guerre débuta par une campagne aérienne brève et précise destinée à bien établir la supériorité aérienne, mais l'action principale fut constituée de raids aériens destinés à soutenir les attaques afghanes menées par les forces non régulières contre les points de résistance du pouvoir des taliban. Comme l'indiquait à l'époque Donald

7. À l'issue de la première guerre du Golfe, Warden précise la notion de guerre et d'attaques parallèles, par opposition aux attaques en série, ayant tiré les leçons de « *l'irrésistible effet des attaques parallèles, c'est-à-dire des attaques quasi simultanées sur les centres de gravité stratégiques sur toute l'étendue du théâtre* », comme l'explique David Fadok dans *La Paralysie stratégique par la puissance aérienne*, Economica, 1998, p. 49 (NdT).

## Rédéfinition de la force aérienne stratégique

H. Rumsfeld, le secrétaire à la Défense, il n'y avait « *guère d'objectifs de grande valeur* » en Afghanistan, et par conséquent les raisons pour conduire une campagne aérienne stratégique traditionnelle étaient insuffisantes. Dès lors, le rôle de la puissance aérienne stratégique fut de travailler avec les forces spéciales, au sol, et de mener des attaques rapides, toujours en phase avec l'évolution permanente des priorités de commandement, par exemple pour frapper les dirigeants.

Si la guerre afghane avait distendu le concept de puissance aérienne stratégique, la seconde guerre du Golfe le déchira totalement. Pas plus tard qu'en mars 2003, il paraissait probable que l'US Central Command commencerait la guerre par une campagne aérienne de quelques semaines avant d'entamer les opérations au sol. Le 4 mars, c'est ce que laissait entendre le général Richard B. Myers, président le comité interarmées des chefs d'état-major. À peine deux semaines plus tard, cependant, les anciennes conceptions d'enchaînement des phases et de catégorisations des objectifs s'avéraient obsolètes. Dans le but de tuer Saddam Hussein, CENTCOM lança d'abord une frappe chirurgicale soudaine dans un environnement particulièrement contraint. Ensuite vint la campagne terrestre. Et enfin *A-Day*, la pleine mesure de la campagne aérienne, qui ne commença « sérieusement » qu'une demi-journée après le début de l'offensive terrestre. Vers 21 heures, au soir du 21 mars, les bombardiers, les chasseurs et les navires porte-missiles de croisière lâchèrent leur armement de précision sur de nombreux objectifs stratégiques fixes partout en Irak. Trente minutes plus tard, lors d'un point de presse au Pentagone, Rumsfeld annonçait le début des frappes de l'*A-Day* et précisait que la capacité irakienne « *à voir ce qui se passe sur le champ de bataille, à communiquer avec ses forces et à contrôler le pays s'éclipsait* ». Les frappes lourdes et précises s'étendaient déjà sur les principales installations militaires en Irak, et Myers ajoutait que « *plusieurs centaines d'objectifs militaires [seraient]*

8. Selon l'auteur, le concept ne provient peut-être pas de milieux formellement autorisés, mais je note tout de même que Wade a occupé plusieurs postes de haut niveau au Pentagone et je note également la contribution de quatre anciens officiers généraux parmi les rédacteurs, dont celle du général Charles A. Horner, commandant les moyens aériens durant la première guerre du Golfe (NdT).

*touchés dans les prochaines heures* ». La salve d'ouverture amena les observateurs à se demander pourquoi la guerre aérienne stratégique se déroulait ainsi. En fait la composante aérienne avait déjà accompli la tâche la plus vitale qui revient à la puissance aérienne stratégique : maîtriser l'accès à l'espace de la bataille. Avec cet avantage, CENTCOM pouvait jongler entre différentes ouvertures.

### LA REDÉFINITION

Surtout, les premiers obus de l'opération *Iraqi Freedom* montrèrent que la puissance aérienne stratégique au XXI<sup>e</sup> siècle n'est plus tenue au traditionnel découpage séquentiel. Les forces stratégiques ne montèrent pas d'attaque parallèle en autonome. Au lieu de cela, elles s'adaptèrent pour répondre à tout l'éventail des objectifs de campagne, depuis la suppression des communications ennemies jusqu'à la poursuite des objectifs nécessitant une réaction immédiate<sup>9</sup>. La puissance aérienne stratégique pouvait opérer à tout moment et en tout lieu, et les comman-

9. Dans le langage interarmées je ne connais pas d'équivalent français aux termes *Time Critical Targets*, utilisé par l'auteur; termes utilisés indifféremment avec l'abréviation *TSTs* (pour *Time Sensitive Targets*) qui désigne ces objectifs mobiles qu'il faut être capable d'engager quelques minutes après avoir découvert leur présence souvent fugace. Engendrée par le fait que lors de la première guerre du Golfe il fallait plus de temps à la coalition pour localiser le lanceur mobile qu'aux Irakiens pour tirer un *Scud* et s'enfuir, la démarche vise à réduire ce que les planificateurs américains appellent la *Kill Chain*. De façon moins imagée mais non moins parlante, la *Kill Chain* est également dénommée *F2T2EA* (pour *Find, Fix, Track, Target, Engage and Assess*), ce qui résume l'enchaînement des actions à mener entre l'obtention de la première information sur l'objectif et l'appréciation au bon niveau de commandement et de contrôle du résultat de l'attaque. L'enjeu est de gagner du temps aussi bien sur chacune des étapes du processus qu'entre elles. L'objectif affiché par l'US Air Force est d'arriver à une compression de la *Kill Chain* sous la barre des dix minutes. Un tel résultat suppose, pour être cohérent, d'avoir un tireur à proximité immédiate, d'où certains développements visant à l'établissement d'une permanence armée, comme l'emport de missiles *Hellfire* par le *Predator* (NdT).

deurs mêlèrent les attaques stratégiques parmi les autres missions des campagnes aériennes et terrestres. L'objectif n'était pas, comme certains le prédisaient, d'affecter la volonté, la perception et l'entendement des *leaders* irakiens. Les frappes d'*A-Day* étaient davantage ajustées sur des objectifs précis. Plus de 500 missiles de croisière furent tirés et quelque 700 sorties offensives menées à travers l'Irak, visant les structures de commandement et de contrôle, les communications, les quartiers généraux et les installations de la garde républicaine.

La campagne aérienne stratégique de l'opération *Iraqi Freedom* a été guidée par une philosophie entièrement différente de ce qui avait été réalisé par le passé. Elle s'inséra parmi les diverses batailles menées par la composante aérienne. Ses buts découlaient directement des objectifs généraux de la campagne interarmées articulés par Rumsfeld et le général Tommy R. Franks, commandant l'US Central Command. Elle n'était pas destinée à renverser le régime en une seule nuit ou à délivrer des messages particuliers. Les planificateurs ne tentèrent pas de bâtir d'habiles schémas de frappes aériennes dans l'espoir de casser la « volonté » du peuple. Ils ne tentèrent pas non plus d'affaiblir le régime en détruisant les catégories d'objectifs « stratégiques » lui tenant le plus à cœur<sup>(10)</sup>.

Le général T. Michael Moseley, commandant la composante aérienne combinée, déclara que les attaques stratégiques n'était qu'un élément du spectre à sa disposition. Outre les attaques stratégiques, l'éventail de la puissance aérienne com-

prenait également le contrôle de l'air, l'interdiction, l'appui aérien, l'aérotransport, le renseignement, tous ces moyens étant employés simultanément<sup>(11)</sup>. C'est dans le changement de stratégie de ciblage du réseau électrique et nulle part ailleurs que cet affinement de la pensée est le plus évident.

## PUISSANCE AÉRIENNE ET CIBLAGE

En 1991, l'électricité était une des douze catégories majeures d'objectifs établies par les planificateurs de la coalition qui travaillaient dans « *the Black Hole* », le surnom donné au lieu où se réunissait la cellule de planification aérienne à Riyad, en Arabie Saoudite. Couper le réseau électrique, pour saper la volonté ennemie de combattre, était une idée qui rappelait les théories du bombardement, stratégique de la seconde guerre mondiale. Les équipages de *Desert Storm* sur *B-52*, *A-6*, *F-111*, *F-16*, *F/A-18* et *GR-1* menèrent 202 raids sur des objectifs « électriques ». Depuis la mer, les navires frappèrent le réseau à l'aide de 63 missiles de croisière *Tomahawk*. Bien que ne représentant qu'une petite fraction des 9 731 raids « stratégiques » menés contre la principale liste d'objectifs qui s'étendait des aéroports aux sites *Scud*, les « *targets* électriques » n'étaient pas moins révélateurs d'un effort visant à paralyser le régime de Saddam tout en agissant avec discernement pour réduire les conséquences sur les populations civiles.

Après la guerre, les inspections de l'Air Force montrèrent que les attaques avaient touché 88 % de la capacité irakienne de production et de distribution d'électricité, ne laissant en service que de petites usines locales. Toutefois ces reconnaissances établirent également que ces attaques poussèrent « *les dirigeants et les militaires irakiens à l'utilisation de groupes de secours* ». Éteindre l'éclairage à Bagdad ne plongea pas Saddam Hussein dans l'obscurité, pas plus que cela ne rompit les communications militaires ou n'assombrit les écrans des opérateurs de défense sol-air ou d'autres forces disposant de leurs propres groupes électrogènes.

10. La doctrine de l'US Air Force stipule très clairement que « *l'attaque stratégique se définit par ces opérations destinées à atteindre directement des effets stratégiques en frappant directement les centres de gravité ennemis [...] sans avoir au préalable à engager le contact avec les forces militaires ennemies sur le terrain dans des opérations prolongées au niveau opératif ou tactique de la guerre* ». Le décalage entre cette définition et le constat fait par l'auteur n'est pas contestable. En revanche je crois utile de préciser que n'apparaît pas dans les publications de l'Air Force le fait que les attaques stratégiques aient à être menées en autonome. Au contraire la doctrine insiste sur la « *nécessité de conduire l'attaque stratégique de concert* [avec les autres actions en cours] » tout comme est rappelé en permanence le principe du « *commandement et contrôle centralisé* » ou encore la nécessité de son unicité. *AFDD 2-1.2, Strategic Attack*, 20 mai 1998, p. 1, 27, 35-36 et 36-37.

11. Outre celles que cite le général Moseley, la doctrine de l'US Air Force a toujours discerné de nombreuses fonctions au sein de l'éventail de la puissance aérienne. Cf. *AFDD 1, Basic Doctrine*, septembre 1997 (NdT).

## Rédéfinition de la force aérienne stratégique

*Départ en mission pour ce B-52 H Stratofortress du 93th Bombardment Squadron.*

*Douze ans après Desert Storm durant la guerre du Golfe de 1991, les B-52 ont repris du service dans l'offensive américaine contre l'Irak.*

Lors de la seconde guerre du Golfe, le réseau électrique n'occupa pas la même place centrale dans les calculs de la puissance aérienne. « Il y a d'autres moyens de démanteler les défenses aériennes intégrées », fit remarquer au *New York Times* le vice-amiral Timothy J. Keating, commandant la 5<sup>e</sup> flotte. « Vous pouvez rendre les radars inefficaces en les frappant. Vous pouvez démolir les bâtiments eux-mêmes en larguant une bombe sur leur toit. Ou vous pouvez mettre hors d'état les moyens de transmettre les informations recueillies par les radars et les observateurs vers les états-majors supérieurs. » Le lieutenant-général Daniel P. Leaf, représentant le général Moseley auprès du commandant de la composante terrestre, abondait dans ce sens dans un entretien avec le *New York Times* en faisant remarquer qu'il existe de nombreuses façons d'attaquer sans réellement « couper le jus ».

Les commandeurs ont maintenant le contrôle instantané des effets qui peuvent être produits par la puissance aérienne. Il était impossible par le passé d'identifier et de frapper un à un suffisamment d'éléments du réseau de défense aérienne pour créer la différence. La théorie du ciblage de l'électricité cherchait à ramener à un niveau gérable le nombre de sorties nécessaires pour atteindre un effet de démantèlement des défenses antiaériennes<sup>(12)</sup>. Aujourd'hui, de par la garantie de la précision, il n'y a pas nécessité de prendre ce chemin détourné<sup>(13)</sup>.

De même, il n'y a plus de moyens spécifiques dédiés aux attaques stratégiques. Au contraire, bombardiers, chasseurs et vecteurs non pilotés partagent les responsabilités dans l'attaque des

12. Un F-117 (première guerre du Golfe) emporte deux bombes de précision quand un B-2 (deuxième guerre du Golfe) en emporte seize, ce qui multiplie par huit le nombre d'objectifs traités par sortie.



Photo E. Let - Air-Fan

objectifs stratégiques. La campagne stratégique de Moseley était déterminée par ses résultats, à savoir les objectifs détruits, et non par les contributions telles que le nombre de sorties et le tonnage largué. [...] La seconde guerre du Golfe devrait clore le faux débat quant à ce que la puissance aérienne stratégique peut ou ne peut réaliser de son fait. L'opération *Iraqi Freedom* fut une mosaïque d'actions tous azimuts et à différents niveaux d'intensité. Les chasseurs, les bombardiers et même les *Predator* non pilotés ont servi comme moyens « stratégiques » en frappant des objectifs de forte valeur. La puissance aérienne stratégique continuera d'être un avantage majeur pour les forces militaires américaines mais ne doit plus se voir entravée par son héritage historique. ●

13. Cette réflexion est à l'origine de ma décision de proposer une traduction de cet article car je partage tout à fait ce point de vue de l'auteur selon lequel de nouvelles capacités techniques ouvrent la voie de l'« affinement de la pensée » par le biais du perfectionnement du mode d'action. À fin politique donnée, il y a évolution du « but de la guerre », de l'effet à atteindre par l'action militaire, du fait de l'évolution technique qui permet le changement des « buts dans la guerre », et ce jusqu'au niveau du combat. Comme l'indique Hervé Coutau-Bégarie : « Autrement dit, les bouleversements stratégiques et tactiques sont d'abord des bouleversements techniques. » *Traité de stratégie*, 3<sup>e</sup> édition, Economica, p. 276.

# Y a-t-il une place pour l'homme dans les opérations aériennes à venir?

par le commandant Olivier Mrowicki, stagiaire au CID

**La généralisation de l'électronique et des automatismes dans le domaine militaire supplantera-t-elle les capacités humaines dans la boucle active des opérations aériennes ?**

*« Et c'est ainsi que le Vaisseau fantôme fonçait avec décision sur sa cible familière, servi et propulsé grâce à un réseau compliqué de générateurs, de câbles souterrains et de ressources stratégiques, tous éléments presque impossibles à repérer et à détruire, et capables de fonctionner jusqu'à leur complète usure, laquelle, étant donné leur perfection, pouvait ne pas se manifester avant plusieurs siècles. Comme chaque jour, le Vaisseau fantôme, création humaine délivrée de la tutelle de son créateur, faisait route vers le nord. Il volait vers une ville qui, depuis longtemps, n'était plus qu'un amas de pierres pulvérisées. »*

Ces lignes terminent une nouvelle de science-fiction écrite en 1951 par l'Américain Ward Moore<sup>(1)</sup>. L'auteur y décrit un outil de guerre entièrement autonome et automatisé, programmé pour fonctionner sans intervention humaine pendant une très longue durée, et qui conduit finalement à la situation

évoquée. Au vu de l'évolution technique actuelle, classerait-on encore aujourd'hui ce texte dans la science-fiction, ou plutôt dans la prospective ? En effet, il est devenu difficile de parcourir la presse aéronautique ou simplement militaire, sans rencontrer des articles traitant de drones et maintenant de drones de combat, annonçant la vraisemblable et prochaine réduction sinon l'éviction de l'homme de multiples secteurs des opérations militaires. Certains s'avancent même à prédire le « tout automatisé » dans quelques années, que ce soit d'ailleurs dans l'aéronautique militaire ou dans l'aéronautique civile<sup>(2)</sup>.

Naturellement, ces propos suscitent un débat, et de nombreux colloques abordent cette question, les points de vue et intérêts s'affrontant entre les promoteurs du « tout automatique » et les ardents défenseurs du vecteur piloté, chacun s'efforçant de faire valoir le bien-fondé de ses idées pour les opérations de demain. Pourtant, une réflexion appliquée et réaliste permet de comprendre assez rapidement que le débat sur le choix de l'homme ou de la machine n'est pas encore d'actualité, et que c'est plutôt la qualité de la collaboration entre l'homme et la machine qui doit être améliorée pour conduire à des opérations plus efficaces.

Nous verrons en premier lieu quelles sont les origines du débat et ce qui a conduit à s'interroger sur le maintien ou non de l'homme dans le cœur des opérations aériennes. Ensuite, nous observerons les éléments qui montrent que le

1. *Flying Dutchman*, Ward Moore, 1951, traduit par Roger Durand, éditions Opta, 1972.

2. Revue *Air & Cosmos*, 12 septembre 2003.

## La place de l'homme dans les opérations aériennes à venir

Le niveau technico-opératif actuel est encore loin de la capacité « tout automatique ». Enfin, nous constaterons qu'il existe une voie intermédiaire sage, intégrant les progrès récents dans l'amélioration des interfaces homme-machine et permettant d'évoluer à la fois vers plus d'efficacité et plus de sécurité.

### LES ORIGINES DU DÉBAT ACTUEL

La conjonction des progrès techniques spectaculaires des dernières décennies et de la volonté de minimiser l'importance des pertes humaines a conduit à envisager de réduire chaque fois que possible la présence de l'homme à bord. Les décennies 1980 et 1990 ont été caractérisées par des progrès spectaculaires dans les domaines de l'électronique, de la miniaturisation et de l'automatisation. Cette évolution est particulièrement marquée dans le domaine des équipements aéronautiques et militaires modernes.

La généralisation de la numérisation des données, celle de leur traitement et de leur transmission ultra-rapide ont permis le développement et la mise en service de nombreux systèmes. Le couplage de ces nouvelles machines avec l'outil déterminant que constitue le GPS<sup>(3)</sup> les a rendues

capables d'être programmées et de traiter de manière autonome un certain nombre de tâches. Elles s'expriment actuellement pour l'essentiel dans le domaine du renseignement et de la photographie aérienne avec des matériels comme le *Predator*, le *Hunter*, et maintenant le *Global Hawk*, qui sont capables de réaliser des missions longues et répétitives en profondeur dans le territoire adverse, et sans risque de perte humaine. La conjonction de ces capacités nouvelles avec la volonté, ancienne et légitime, de perdre le moins d'hommes possible dans un combat a donné naissance au très médiatique concept dit « zéro mort ». Cette idée pour le moins virtuelle mais séduisante s'est développée, puis est paradoxalement revenue influencer la conception des opérations et des matériels. C'est ainsi que sont apparues les premières visions de guerres de robots qui alimentent aujourd'hui les réflexions.

Mais l'objectif « zéro mort » n'est pas le seul à l'origine des idées actuelles. On peut faire ressortir des statistiques que l'erreur humaine est à l'origine de la plupart des accidents aéronautiques civils ou militaires, et que l'homme est avant tout une source d'erreurs tant il est exposé à ses humeurs et à ses erreurs de perception, sans évoquer la lenteur et l'imprécision de ses réactions. On remarque aussi que la présence de l'homme dans un avion de combat prend énormément de place, impose des servitudes (oxygène, anti-g, siège éjectable...) et par conséquent est un facteur important des devis de poids, de coût et de vulnérabilité. Dès lors, il est permis de supposer que tout progrès technique permettant d'effectuer les mêmes missions en se passant de ce dispositif imparfait qu'est l'être humain, « arriéré » mais précieux, serait naturellement un gage d'économie et de rationalisation.

On ne peut non plus ignorer le coût et le risque politique en matière de gestion des équipages éjectés et, le cas échéant, prisonniers de l'adversaire. La recherche et sauvetage de combat (RESCO), visant à récupérer avant l'adversaire les

**Drone tactique *Sperwer*.**  
*Premier drone tactique retenu par l'armée de terre, placé ici sur son pas de tir, lors des essais menés par les équipes de la Délégation générale pour l'armement (DGA) au centre d'essais en vol (CEV) d'Istres, le 9 décembre 2003.*



Photo D. Viola - DfCoD

3. *Global Positioning System*, système de navigation global par satellite. Il ne faut cependant pas perdre de vue que le réseau GPS est sous contrôle exclusif et indépendant de l'administration des États-Unis, ce qui n'est pas neutre dans le domaine militaire, surtout si l'on se projette dans un contexte tel que celui qui a entouré l'intervention anglo-américaine en Irak.

équipages des appareils abattus, est une activité complexe, risquée et très coûteuse. En ce qui concerne le volet politique de la rétention des prisonniers potentiels, il n'est nullement besoin de s'étendre sur le sujet pour comprendre à quel point la question est sensible. Tous ces arguments agissent spontanément en faveur du débarquement du pilote humain chaque fois que le progrès technique le permet.

C'est ainsi que l'on voit apparaître des courants de pensée visant à privilégier toutes les options qui tendent à séparer physiquement l'homme du vecteur. Ces tendances existent dans le domaine militaire mais aussi dans le domaine civil, les deux étant extrêmement perméables l'un à l'autre, comme l'a montré l'histoire du développement de l'aéronautique au cours du XX<sup>e</sup> siècle. On assiste ainsi à la mise au point d'un projet d'automatisation complète des segments sol et bord dit *ATM 2020-2030*<sup>(4)</sup> par le Centre d'études de la navigation aérienne (CENA) de Toulouse, des idées similaires étant parallèlement étudiées aux États-Unis<sup>(5)</sup>. Ces questions occupent l'actualité des réflexions civiles et militaires sur l'évolution des opérations aériennes. L'année 2004 sera ainsi marquée par plusieurs événements internationaux visant à mesurer les implications de ces idées nouvelles.

### LA TECHNIQUE A BEAUCOUP AVANCÉ, MAIS L'AUTOMATISATION TOTALE RESTE PRÉMATURÉE

Il apparaît que le niveau technique indispensable pour remplacer totalement l'être humain à bord avec un degré de réussite satisfaisant impose des contraintes telles qu'il est encore très loin d'être atteint. Même dans la perspective des quelques décennies à venir, il ne semble pas réaliste de penser que les automatismes puissent remplacer l'homme de façon acceptable et généralisée. Les impératifs de fiabilité imposés par l'exploitation de tels systèmes ou même simplement par leur cohabitation avec les vecteurs pilotés civils et militaires ont considérablement

accru les coûts des études de recherche et développement. On constate aujourd'hui que le coût d'un *Global Hawk* (le plus évolué des UAV<sup>(6)</sup> américains) dépasse largement celui d'un avion de combat moderne, et que, dans ce domaine également, les progrès sont loin d'être terminés. Cela signifie, d'une part, que seules les grandes et riches puissances (voire éventuellement une seule) auront la capacité de continuer à s'offrir ces types de matériels et seulement en nombre limité, et, d'autre part, qu'ils devront continuer longtemps à cohabiter avec les faiblesses mais aussi les forces des vecteurs pilotés des pays moins avancés, ce qui n'est pas la moindre des difficultés.

En ce qui concerne les éventuelles erreurs commises en cours de mission, on constate que la force de la machine « fiable » est aussi sa faiblesse. Elle tire ses qualités de sa programmation, par laquelle ses concepteurs ont envisagé toutes les éventualités autour de la mission prévue et les réactions les plus appropriées à toutes ces éventualités. Pourtant, il est évident qu'il sera toujours peu vraisemblable que toutes les possibilités aient été envisagées. L'environnement du champ de bataille aérien est tellement évolutif et complexe, tout comme les systèmes eux-mêmes, que personne ne peut les certifier totalement infaillibles, les industriels eux-mêmes s'en gardant bien. De plus, la nécessité technique de les programmer et de les concevoir longtemps à l'avance, donc sans indications sur la spécificité du théâtre d'emploi (températures, menaces, environnement) tout en garantissant interfaces et inter-opérabilité avec les autres ensembles, représente forcément une contrainte réductrice à la fois pour la qualité et la variété des possibilités offertes, la prévisibilité des réactions devenant vite une vulnérabilité. La supériorité du dénominateur commun résultant de ces contraintes sur les capacités du pilote humain, imparfait mais à haute adaptabilité, risque fort de n'être pas garantie dans toutes les situations.

Les progrès récemment réalisés dans le domaine de l'intelligence artificielle offrent en corollaire des capacités de se libérer au moins partiellement des contraintes de programmation ou de contrôle à distance. Cependant, les résultats des recherches dans ce domaine sont encore

4. ATM pour *Air Traffic Management*, gestion du trafic aérien.

5. Revue *Air & Cosmos*, 12 septembre 2003.

6. UAV pour *Unmanned Aerial Vehicle*.

## La place de l'homme dans les opérations aériennes à venir

très loin de la capacité d'un humain dans la conduite d'un aéronef. De plus, on peut penser que toute la liberté qui serait offerte au calculateur de s'éloigner des réponses envisagées dans la programmation serait autant source de risque d'erreurs, liées soit à un défaut de capteurs, soit à une imperfection des capacités d'analyse et de synthèse des situations. Il n'en demeure pas moins que, à l'heure actuelle, les travaux sur l'intelligence artificielle en sont seulement au stade de la recherche fondamentale et requièrent des budgets extrêmement élevés.

De plus, l'extension du nombre et de l'automatisation des vecteurs intervenant dans la bataille impose déjà (et va continuer d'imposer) le développement de réseaux de communication à haut débit, sans commune mesure avec ce qui existe aujourd'hui. Outre le développement des matériels adaptés de traitement au sol, la généralisation de la commande à distance et du transfert de données va imposer des capacités de débit non seulement très performantes mais aussi efficacement protégées contre l'intrusion et le brouillage, et tout cela sur de très longues distances. La nécessaire qualité de l'information du drone vers l'opérateur distant impose également la multiplication et l'amélioration des capteurs sur le vecteur lui-même. Ces éléments de support indispensables s'ajouteront à la facture globale des vecteurs non pilotés eux-mêmes, mais viendront apporteront leur dose de vulnérabilité et de sensibilité aux attaques, même si le segment spatial gagne peu à peu une certaine suprématie dans ce domaine.

### LA VOIE DE LA SAGESSE : AMÉLIORER LA COMPLÉMENTARITÉ ENTRE L'HOMME ET LA MACHINE

Dans l'état actuel des capacités disponibles, c'est une équipe homme-machine efficace, dotée d'interfaces performantes, qui conduira sans nul doute vers les progrès les plus notables. Ce principe devra être appliqué à bord des vaisseaux, mais aussi dans le partage des tâches au sein des systèmes.

**Les progrès réalisés dans le domaine de l'intelligence artificielle sont encore très loin des capacités d'un humain dans la conduite d'un aéronef.**

Le domaine militaire se caractérise par une forte spécificité liée à l'évolution très rapide et imprévisible des situations. Si les automatismes sont déjà présents pour assister l'homme dans la gestion de tâches courantes et répétitives à bord, il en va tout autrement de celle de l'imprévu et de l'immédiat, qui requiert une capacité de réaction instantanée et adaptée, même si partiellement imparfaite, mais rarement programmable ou envisageable. Lorsqu'on étudie le rôle du facteur humain dans le pilotage des aéronefs, il est important d'éviter la confusion entre manque de fiabilité et défaut d'adaptabilité. On omet trop souvent de considérer que l'intervention humaine s'est matérialisée dans une zone où les machines « fiables » étaient disqualifiées d'office. Par ailleurs, il y a une sorte de contradiction entre la fiabilité, qui relève d'un univers « prévu », et l'adaptabilité, qui s'exerce dans un univers imprévu, voire imprévisible. On parle des 70 % d'erreurs humaines dans les accidents d'avion mais pas des 99,9 % des cas où c'est l'homme qui a contribué au bon déroulement du vol en évitant les dérives des machines ou en rattrapant leurs déficiences.

Par ailleurs, même si l'automatisation peut être étendue ou généralisée, il restera toujours un moment où l'homme devra être présent, au moins pour intervenir dans le processus de prise de décision. L'homme restera également indispensable en ce qui concerne le contrôle à distance, la surveillance ou la conception des opérations aux différents étages de l'organisation des forces. L'intégration des automatismes dans les systèmes organisés où l'homme est présent requiert la plus grande prudence. On a souvent constaté que différents mondes cohabitent sans communiquer, et que le décalage qui existe entre les ingénieurs-concepteurs et les opérationnels-utilisateurs pouvait s'avérer très coûteux si personne ne veillait à la cohérence de l'ensemble. Une compréhension mutuelle est indispensable et il est fondamental de mettre en place des procédures pour garantir

7 Cf. « La relation homme-machine vue par quatorze spécialistes », exploitation de six forums tenus par l'Académie nationale de l'air et de l'espace, *Nouvelle revue d'aéronautique et d'astronautique* n° 3-1998.



Photo M. Isaac - Air &amp; Cosmos

*Le drone haute altitude longue endurance (HALE) Global Hawk, conçu par Northrop Grumman. Pendant toutes ses missions au-dessus de l'Irak, l'engin a été directement contrôlé depuis sa base en Californie.*

un pilotage éclairé des opérations et multiplier les chances d'atteindre les objectifs fixés. Or, les études menées dans ce domaine montrent que cette partie est loin d'être traitée, et qu'il y a encore de vastes progrès à faire pour améliorer la synergie homme-machine dès le stade de la conception et conséquemment l'efficacité d'ensemble des opérations<sup>(7)</sup>.

Il est essentiel de ne pas perdre de vue les arguments qui ont présidé à l'introduction du drone dans le champ de bataille. L'un d'eux, et non le moindre, est de permettre à l'homme de rester éloigné des zones à haut risque, tout en conservant ses capacités intellectuelles propres, au bénéfice de la conduite du combat. Les qualités humaines de jugement, d'adaptation et de créativité sont encore trop précieuses et trop difficiles à reproduire pour que l'on puisse s'en passer. C'est en les utilisant de façon complémentaire avec celles du drone ou du drone de combat que l'on obtiendra le meilleur résultat. Un certain nombre d'options sont actuellement envisagées dans ce sens suivant la ligne de l'idée force « *Human Centric - Robot Peripheric* ». On peut citer à titre d'exemple celui de l'aéronef piloté, accompagné de plusieurs drones de combat automatisés et asservis. On évoquera également l'aéronef piloté se tenant à distance de sécurité, mais suivant le développement des opérations et dirigeant l'ac-

tion des UCAV<sup>(8)</sup> à l'intérieur de la zone critique du champ de bataille, ou simplement présent pour garantir l'identification formelle d'une cible avant le tir. L'efficacité de ce type de coopération sera d'autant plus grande que l'action de l'homme s'intégrera dès le stade de la conception des aéronefs non habités, ce qui doit également avoir des conséquences positives notables sur la facilité de formation des pilotes.

Par ailleurs, dans la logique d'une coopération étroite entre vecteurs piloté et non piloté au sein d'une opération n'imposant pas de systèmes trop exagérément perfectionnés, la maîtrise des coûts de développement et d'acquisition des UAV et UCAV sera un élément déterminant. Elle permettra de compenser le déficit en futurs avions de combat modernes, devenus financièrement inaccessibles en regard des contraintes budgétaires des démocraties en général, et européennes en particulier. En résumé, pourquoi essayer de faire faire à la machine ce que l'homme fait beaucoup mieux naturellement et vice versa ?

L'intégration des calculateurs dans les cabines de pilotage a provoqué de multiples études sur la répartition des fonctions entre l'homme et la machine (formule du « *glass cockpit* ») répartition pour laquelle les experts, qu'ils soient ingénieurs, pilotes, contrôleurs ou psychologues, se rejoignent sur une ébauche de partage.

8. UCAV pour *Uninhabited Combat Aerial Vehicle*.

## La place de l'homme dans les opérations aériennes à venir



Photo SIRPA-Air

**AV de type moyenne altitude longue endurance (MALE) Hunter, en service dans l'armée de l'air.**

► Il serait préférable d'attribuer aux automatismes :

- ⇨ les cas d'opérations présentant des dangers ou nécessitant une habileté exceptionnelle ;
- ⇨ les opérations fastidieuses ;
- ⇨ les cas où une erreur peut engendrer des conséquences catastrophiques.

► En contrepartie, l'homme conserverait les tâches où il est supérieur :

- ⇨ ce qui relève de la logique floue ou de la reconnaissance de forme ;
- ⇨ le domaine des décisions fondées sur le jugement qualitatif.

► Si l'on étend l'application de ces principes aux systèmes de bord, les machines seraient affectées aux tâches :

- ⇨ dangereuses (risque de destruction, ambiance polluée...) ;
- ⇨ répétitives et fastidieuses ;
- ⇨ où les facultés de l'homme risquent d'être altérées ou annihilées.

► Alors que l'homme resterait présent pour tout ce qui nécessite :

- ⇨ une capacité instantanée d'identification ;
- ⇨ une capacité d'analyse et de synthèse immédiate ;
- ⇨ une capacité de jugement et de bon sens, voire d'humanité.

Quelques décennies après leur apparition, et après avoir assisté à la généralisation de l'électronique et des automatismes dans le monde des opérations aériennes, ces derniers ont atteint un tel niveau de fiabilité que des idées s'expriment aujourd'hui en faveur de leur suprématie, voire de la suppression de l'homme de la boucle active des opérations. Mais si les progrès techniques évoqués sont indiscutables, ils restent encore très éloignés du niveau requis pour retirer complètement l'opérateur humain des opérations aériennes en conservant un fonctionnement sécurisé, que ces opérations soient d'ailleurs civiles (donc possédant un certain degré de répétitivité) ou à plus forte raison militaires (par essence beaucoup moins prévisibles). Par ailleurs, la recherche de matériels réellement performants conduit encore à des coûts prohibitifs, sans pour autant garantir une capacité satisfaisante des réalisations.

L'intégration homme-machine dès le stade de la conception des vecteurs et de la formation du personnel, et en particulier l'interaction homme-ordinateur, passe par l'association de la quantification de l'ingénieur, du concret du pilote, du pragmatisme du contrôleur et de la connaissance qu'a le psychologue du comportement humain. La fusion des travaux dans ces différentes disciplines conserve une importante marge de progression qui permettra de se rapprocher d'une synergie optimale entre l'homme et la machine. Elle conduira progressivement vers une amélioration de l'efficacité et de la sécurité des opérations, en assurant la maîtrise des coûts et en bénéficiant à chaque étape des fruits des investissements consentis. Cette formule est assurément la plus pragmatique, menant graduellement à un résultat optimal et permettant de veiller à ce que l'univers des opérations aériennes ne soit pas complètement coupé de celui des hommes et de leurs préoccupations.

« *Le Vaisseau fantôme volait vers le pays ennemi, un pays vaincu dont les armées avaient été anéanties et dont les habitants avaient péri. Il volait si haut que, fort loin en dessous de ses immenses ailes et de ses moteurs au vrombissement régulier, une grande ligne courbe mettait en évidence la rotondité de la Terre. De la Terre, cette planète morte, sur laquelle, depuis longtemps, il n'y avait plus un seul être vivant.* » ●

# Ravitaillement en vol en France : du stratégique au contrat capacitaire

par le commandant Xavier Buisson,  
stagiaire au CID

Article déjà publié dans la  
*Tribune du CID*, n° 32, mars 2004.

*De la planification et la gestion d'emploi de l'avion ravitailleur C-135 FR.*

« **T**ransfusion d'essence<sup>(1)</sup> » : voici l'expression consacrée qui, en décembre 1923, caractérise les premiers essais français de transfert de carburant en vol. Le ravitaillement en vol trouve donc ses fondements dans les débuts de l'histoire de l'aéronautique mondiale. Cependant, afin d'en entrevoir les premières applications militaires françaises, il faut attendre la fin des années cinquante et la volonté affirmée du général de Gaulle<sup>(2)</sup> de doter la France d'une force de dissuasion nucléaire. La livraison<sup>(3)</sup> sur le territoire national de douze Boeing C-135 F<sup>(4)</sup> marque ainsi l'entrée dans une ère nouvelle. Le point de départ de l'indépendance stratégique de la France est donc identifié par la première prise d'alerte, réalisée dans le cadre de la permanence nucléaire, du couple « C-135F-Mirage IV-A ». Ensuite, l'évolution du contexte géostratégique mondial et les enseignements des conflits récents ont profondément modifié la nature de l'engagement des forces

**Le concept de dissuasion français repose sur la mise en œuvre par le CFAS de moyens aériens strictement dédiés à la permanence nucléaire.**

armées. La multiplication et la dispersion géographique des crises imposent désormais d'en mesurer très précisément le niveau de suffisance dans toute planification opérationnelle : la gestion des potentiels techniques et opérationnels des matériels est devenue un facteur déterminant dans la conduite des opérations modernes.

Enjeu stratégique dans la réalisation des opérations aériennes, l'avion ravitailleur est un outil dont l'emploi doit désormais être rationalisé. En effet, les avions de combat engagés, de nos jours, dans le règlement des crises récentes possèdent tous la capacité de se ravitailler en vol. À ce titre, l'engagement simultané des C-135 français sur plusieurs théâtres d'opération est une lourde charge qui, malgré tout, dépend

directement des cycles de maintenance. Les conséquences majeures d'une gestion non maîtrisée sont alors la réduction de ce domaine capacitaire. L'élargissement du champ d'intervention de la flotte C-135 au-delà du domaine réservé de la dissuasion nucléaire nécessite aujourd'hui l'établissement, par les états-majors compétents, d'un « contrat capacitaire » adapté à chaque opération. Dès les premières phases de la plani-

1. A. Paringaux, *Les Forces aériennes stratégiques*, collection Prestige aéronautique, 1997, p. 141.

2. « *Il faut que la défense de la France soit française. C'est une nécessité [...]* », discours du général de Gaulle aux auditeurs du CHEM et aux stagiaires des trois écoles de guerre le 3 novembre 1959.

3. À l'issue de longues négociations avec l'administration américaine, la livraison par l'armée de l'air américaine de douze avions ravitailleurs s'étalera sur une période de six mois : de janvier à juin 1964.

4. Version française du quadriréacteur américain Boeing KC-135 R dont la capacité de transport en carburant était d'environ 83 tonnes. C'est à l'issue du changement de motorisation, au milieu des années quatre-vingts, que le C-135 F sera rebaptisé C-135 FR (le premier C-135 FR fut livré le 26 août 1985).

## Ravitaillement en vol en France : du stratégique au contrat capacitaire

fication, ce contrat aura pour vocation de définir les capacités réelles d'engagement de nos *C-135* en précisant notamment le nombre d'avions projetables, les délais de déploiement requis et le potentiel d'heures de vol associé pour le théâtre d'opération. Quelle est la durée planifiée pour cette opération? Quelle sera la nature des missions? À quelle distance du théâtre d'opération les avions seront-ils stationnés? Aujourd'hui, ces questions simples restent plus que jamais le préalable à toute planification. En effet, le nombre actuel de *C-135 FR* en service dans l'armée de l'air<sup>(5)</sup> n'a pas évolué depuis la définition de la composante nucléaire aéroportée à la fin des années cinquante!

### DE LA DISSUASION AU LIVRE BLANC

Répondant à la volonté politique d'indépendance stratégique du général de Gaulle, la doctrine de dissuasion française repose, dès l'automne 1964<sup>(6)</sup>, sur la mise en œuvre, par le Commandement des forces aériennes stratégiques, de moyens aériens strictement dédiés à la permanence nucléaire. L'achat de douze *C-135 F* à l'armée de l'air américaine répond alors à un besoin vital de projection dans le dispositif de défense du pacte de Varsovie. Le *Mirage IV-A* possède ainsi l'allonge nécessaire pour atteindre les cibles situées derrière le rideau de fer. À cette période, l'armée de l'air ne dispose que d'un nombre très limité d'avions aptes à se ravitailler en vol. Les avions ravitailleurs sont donc exclusivement employés dans le cadre de la mission d'accompagnement du raid nucléaire comme en témoigne alors le déploiement des escadrons sur le territoire national<sup>(7)</sup>.

5. La France dispose actuellement de onze *C-135 FR* projetables partout dans le monde et complétés, en 1993, par l'achat de trois *KC-135 R* dont les caractéristiques techniques nous imposent de restreindre leur emploi à l'espace aérien français.

6. Le 8 octobre 1964, un tandem constitué d'un *C-135 F* et d'un *Mirage IV-A* prend la première alerte dans le cadre de la permanence nucléaire française.

7. La répartition géographique des escadrons repose sur la « proximité » des plates-formes de stationnement des *C-135 F* et des *Mirage IV-A* : Cazaux et Mont-de-Marsan par exemple.

Au début des années soixante-dix, les innovations et les évolutions techniques conduisent l'armée de l'air à renouveler son parc d'avions de combat et à élargir le champ des capacités à se ravitailler en vol. Présentée par le général Forget<sup>(8)</sup> comme l'une des sources du développement de la puissance aérienne, la généralisation de la procédure de ravitaillement en vol durant la guerre du Vietnam marque un premier changement en matière de doctrine d'emploi du *C-135F*. L'opération *Lamantin*, en 1977, concrétise les nouvelles orientations de l'armée de l'air par l'engagement, pour la première fois, des *C-135 F* dans un conflit à partir d'un territoire étranger<sup>(9)</sup>. La mission de ravitaillement en vol, étendue à tous les avions de combat, sort officiellement du cercle réduit des Forces aériennes stratégiques!

Remotorisé à partir de l'été 1985, le *C-135 F* devient *C-135 FR* : grâce à ces rénovations techniques majeures<sup>(10)</sup>, les performances opérationnelles de l'avion permettent désormais de le déployer sur de nombreux théâtres étrangers. Le ravitaillement en vol donne une allonge importante des temps de vol et des distances aux avions de combat : il apporte à la planification des opérations la souplesse d'emploi de la force aérienne. L'éloignement des plates-formes de stationnement des zones d'action n'est plus un obstacle à l'action concentrée des moyens et à l'instantanéité de leur engagement. La première guerre du Golfe fut, à ce titre, riche d'enseignements par l'insertion de la flotte *C-135 FR* dans un dispositif complexe au sein d'une coalition internationale. Nous ne pouvons pas ignorer les progrès tactiques majeurs qui ont contribué à l'essor du ravitaillement en vol : les contacts quotidiens avec les forces aériennes américaines et anglaises nous ont notamment permis d'expérimenter les cycles et le rythme d'une opération interarmées et interalliées majeure, et, d'acquies la maîtrise du « ravitaillement en box »<sup>(11)</sup>.

8. Général Forget, « L'Armée de l'air française à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle », septembre 2003, article du *Piège*, n° 174.

9. Durant l'opération *Lamantin*, les *C-135 F* stationnaient à Dakar au Sénégal.

10. Équipé des nouveaux moteurs *CFM-56*, le *C-135 FR* voit ses performances grandement améliorées : la poussée est accrue de 50 %, la consommation réduite de 27 % et le niveau sonore de 90 % par rapport à l'ancien modèle.

En 1994, monsieur Balladur, alors Premier ministre, précise dans sa préface, les ambitions du *Livre blanc sur la défense de la France* : il s'agit d'exposer « les objectifs de notre politique de défense et la stratégie que la France choisit [et de] présenter le cadre dans lequel s'inscrit désormais l'action des forces armées ». Alors que la doctrine de dissuasion nucléaire est réaffirmée, ce livre présente une nouvelle stratégie d'emploi des moyens conventionnels qui se caractérise par « leur aptitude propre à contribuer à la prévention [...] de conflits régionaux ». Implicitement, les nouvelles orientations de la doctrine d'emploi de la flotte des avions ravitailleurs sont identifiées. La mission stratégique reste prioritaire tandis que la part consacrée aux moyens conventionnels devient prépondérante. Dès lors, l'évolution des enjeux géopolitiques mondiaux et la capacité de la France à participer à la résolution de crises internationales conditionnent l'expression de nouveaux besoins opérationnels. Si le *Livre blanc sur la défense*, le modèle d'armée programmé pour les années 2015 et les lois de programmation successives orientent sérieusement notre réflexion, quels sont-ils réellement ?

## FONCTIONS STRATÉGIQUES

Les fonctions stratégiques définies dans le *Livre blanc* s'articulent en quatre missions majeures pour l'armée de l'air : la dissuasion, la projection, la protection et la prévention. Si le C-135 peut, à l'occasion, participer à la dernière par son prépositionnement dans telle ou telle zone de tension, les trois précédentes requièrent inmanquablement le recours au ravitaillement en vol. Aujourd'hui, l'avion ravitailleur se situe au cœur des systèmes de forces mis en œuvre par l'armée de l'air (maîtrise du milieu aérospatial, frappe dans la profondeur, mobilité stratégique et tactique). Sa mission ne se limite pas seulement au ravitaillement en vol, elle s'étend aussi aux domaines des transmissions de commandement, des liaisons logistiques et des projections inter-théâtres et intra-théâtres.

11. Ce mode de ravitaillement en vol se caractérise par la présence simultanée de deux, trois ou quatre avions ravitailleurs dans un même volume, évoluant l'un derrière l'autre sur un hippodrome unique.

L'autonomie stratégique de la France, c'est la dissuasion nucléaire ! La volonté politique actuelle de maintenir en condition opérationnelle la composante pilotée<sup>(12)</sup> est indiscutable. En effet, cette capacité stratégique confère à nos décideurs la faculté de planifier des missions dissuasives de manière flexible et réactive. En permanence, l'arme aérienne se caractérise par sa souplesse d'emploi, sa capacité d'adaptation de la frappe à la menace et sa réversibilité. L'accompagnement du « raid nucléaire » reste la mission principale de l'escadron de ravitaillement en vol<sup>(13)</sup>. Le caractère évidemment prioritaire et permanent de cette mission ne mobilise cependant pas quotidiennement l'ensemble de la flotte et de ses moyens humains et techniques. En dehors des périodes consacrées aux exercices spécifiques, l'obligation de disposer en permanence d'avions ravitailleurs opérationnels, donc techniquement aptes à réaliser leur mission, n'impose pas de mesures particulières.

La protection du territoire national constitue un objectif permanent. Elle se caractérise, pour l'armée de l'air, par une posture permanente de sûreté activée par la mise en alerte d'un dispositif important d'avions de défense aérienne et de moyens de ravitaillement en vol, prêts à intervenir dans les délais requis. Si, ponctuellement, la flotte C-135 est sollicitée, l'activité aérienne associée s'inscrit parfaitement dans le rythme de la planification des vols sans que cela nécessite une gestion particulière.

Dans ce cadre, le C-135 est un facteur de puissance dans la durée. La participation des avions ravitailleurs à la protection aérienne de la région d'Évian lors du dernier sommet des chefs d'État et de gouvernements souligne la pertinence d'un tel outil même dans une zone aussi réduite. Celui-ci fournit aux organismes de conduite des opérations souples et réactivité, et, aux avions de combat la capacité à durer dans leur zone de responsabilité et à agir instantanément.

12. Actuellement composée de *Mirage 2000 N*, d'ASMP et de C-135 FR : l'avenir est déjà tracé puisque le *Rafale* sera doté de la capacité d'emport de l'ASMP-A (ASMP-Amélioré, successeur de l'ASMP).

13. Stationné à Istres (Bouches-du-Rhône), l'ERV 00.093 « Bretagne » regroupe les onze C-135 FR et les trois KC-135 R en service dans l'armée de l'air aujourd'hui.

## Ravitaillement en vol en France : du stratégique au contrat capacitaire

La capacité de la France à agir loin de ses frontières trouve ses fondements dans la projection de forces aptes à intervenir avec puissance, dans des délais compatibles avec la nature du conflit ou de la crise. Disponibilité, rapidité et efficacité sont les facteurs qui favorisent la réussite de telles opérations. Le C-135, par nature, est au cœur de cette manœuvre. En effet, il est à même d'assurer la projection de puissance par l'acheminement des avions de combat au plus près du théâtre d'opération dans les délais les plus courts<sup>(14)</sup>. De plus, ses caractéristiques techniques lui confèrent également la capacité de transport à long rayon d'action. En raison de ses aptitudes multiples, le C-135 devient indispensable dans de nombreux domaines. L'engagement fréquent de la France dans les conflits récents témoigne chroniquement du déficit en C-135. Les tendances de ces dernières années montrent combien le besoin opérationnel est exponentiellement croissant.

Il ne convient pas ici de démontrer une nouvelle fois que l'achat d'avions ravitailleurs modernes serait le remède à tous nos maux ! Il semble plus approprié à ce stade de notre réflexion, de bien identifier les critères qui caractérisent le besoin opérationnel aujourd'hui. Désormais, il n'est plus réaliste d'engager des travaux de planification opérationnelle sans chercher à préserver, dans le même temps, le potentiel de nos avions ravitailleurs.

### CRITÈRES DÉTERMINANTS

Le ravitaillement en vol, aujourd'hui, est un multiplicateur de force commun à toutes les armées aériennes modernes. Il est au cœur du dispositif engagé dans toutes les opérations, qu'elles soient nationales, interalliées ou interarmées. La France dispose des moyens aériens qui répondent efficacement au soutien opérationnel exigé par la projection d'avions de combat en dehors du territoire national. Les actions entreprises sur ces théâtres d'opération s'inscrivent clairement dans le cadre des scénarios décrits dans le *Livre blanc sur la défense*, mais l'emploi des avions ravi-

tailleurs doit couvrir un besoin opérationnel triple : la projection de puissance des avions de combat, le soutien opérationnel (ou ravitaillement en vol) sur le théâtre d'opération et le transport stratégique inter-théâtres et intra-théâtre.

Répondre simultanément à ce triple besoin apparaît comme un équilibre très instable si une parfaite connaissance de l'outil C-135 n'entre pas dans le champ d'une étude capacitaire<sup>(15)</sup>. Établi en amont de la planification opérationnelle, ce document donne au niveau opératif une vision globale de l'état de la flotte afin d'en garantir une gestion rationnelle pour toute la durée de l'engagement des forces, sans pour autant en hypothéquer l'avenir. L'analyse des conflits récents nous conduit à déterminer un certain nombre de critères qui, dans un contexte opérationnel de théâtre, constitueront les fondements d'un format cohérent, adapté à la capacité réelle d'engagement de nos moyens de ravitaillement en vol.

Nous avons retenu trois critères majeurs qui conditionneront la cohérence de telles études et définiront avec pertinence les axes d'effort concernant les avions ravitailleurs.

#### ❶ La nature de l'engagement

Ce critère constitue le point de départ du processus d'étude. Quels sont les objectifs stratégiques de cette opération ? L'engagement est-il multinational ? Quel est le niveau d'engagement des moyens coalisés ? L'évaluation de l'environnement de l'opération permet, dès les premières phases de planification, de déterminer les contours du besoin opérationnel et d'en estimer les marges de manœuvre dont dispose le commandement. Par exemple, un terrain de stationnement éloigné du théâtre d'opération sera « coûteux » en C-135 dédiés au ravitaillement en vol<sup>(16)</sup> et réduira d'autant leur capacité à assurer du transport stratégique au profit de l'opération.

15. La notion de « potentiel technique » est au cœur de ce type d'étude car elle fixe les limites d'emploi de la flotte C-135 face au problème de régénération du potentiel d'heures de vol de chaque appareil. En effet, le cycle de maintenance peut être adapté aux sollicitations opérationnelles ponctuelles mais, au-delà d'un certain niveau et d'une certaine période d'engagement, l'industriel n'est techniquement pas en mesure de modifier le calendrier des visites de maintenance majeure.

14. Un C-135 FR accompagné de quatre avions de combat est en mesure de rejoindre N'Djamena, au Tchad, en moins de cinq heures de vol.

## ② La durée de l'engagement

Elle détermine la capacité d'effort des moyens de ravitaillement en vol. Une opération réduite dans le temps (deux à trois mois) autorisera un engagement massif des avions ravitailleurs. *A contrario*, une planification dans la durée demandera d'analyser précisément les cycles de maintenance de la flotte C-135 afin de garantir une régénération suffisante du potentiel d'heures de vol de chaque avion. Le contrat opérationnel, établi par les états-majors de composante, est à ce titre essentiel pour la conduite des opérations et conditionne directement la capacité de l'escadron de ravitaillement en vol à inscrire son engagement dans la durée<sup>(17)</sup>.

## ③ Le potentiel humain

Les escadrons de l'armée de l'air disposent en général d'un tableau d'effectifs qui permet de répondre aux diverses sollicitations opérationnelles. L'escadron de ravitaillement en vol se démarque cependant de ce constat<sup>(18)</sup> ! L'entretien d'un flux de formation permanent et régulier est la seule garantie dont dispose le commandement de conserver le potentiel humain suffisant capable de mettre en œuvre, demain, la composante C-135. Au cours de la phase de planification, il n'est plus envisageable de mobiliser tous les moyens au profit des opérations, et donc de suspendre ces stages de formation, sans hypothéquer les capacités opérationnelles de l'escadron sur le long terme.

Au déclenchement d'une opération, les cellules de planification concernées devront être en possession de l'ensemble des éléments issus de cette étude. Les états-majors de planification et la com-

16. Au cours de l'opération *Artémis*, la réalisation des missions opérationnelles nécessitait la programmation en vol de deux C-135 en raison des distances importantes qui séparaient les terrains de stationnement de N'Djamena au Tchad et de Libreville au Gabon et la zone de responsabilité de Bunia en RDC.

17. Le contrat opérationnel défini pour l'opération *Héraclès* (porte nord) a montré combien les limites techniques liées à la gestion de la flotte C-135 pouvaient être rapidement atteintes en raison des contraintes de maintenance. Une analyse approfondie a permis, au terme de l'opération, de limiter au maximum le nombre de C-135 FR immobilisés à Istres dans l'attente d'une prise en charge par l'industriel.

posante organique signent, en quelque sorte, un engagement réciproque, synthèse des études précitées et présenté sous la forme d'un « contrat capacitaire ».

## VERS UN CONTRAT CAPACITAIRE

Depuis ces dernières années, les opérations se placent résolument dans un cadre multinational. Seule la prise en compte, au plus tôt dans le processus de planification, de l'adéquation entre le besoin opérationnel et les capacités réellement offertes par la flotte C-135 autorise l'emploi coordonné de l'avion ravitailleur dans toutes ses fonctions. La connaissance approfondie de cet outil, associée au renforcement de la cohérence de sa doctrine d'emploi, est le prélude à tout gain de performance. De même que l'officier chargé de la planification des moyens emploie l'arme aérienne la mieux adaptée face aux objectifs qu'il cherche à atteindre, ce dernier doit appréhender le module « avions de ravitaillement en vol » avec le même sens critique. Dans un contexte budgétaire pour le moins délicat, la France n'est pas en mesure de suivre le rythme imposé par la puissance financière de son allié américain et de développer les panoplies d'armements les plus perfectionnées pour répondre à nos besoins militaires.

À l'instar des analyses d'officiers rédacteurs de l'état-major de l'armée de l'air chinoise au sujet des guerres futures, notre processus de planification doit consister à « *faire la guerre avec les moyens dont nous disposons* »<sup>(19)</sup>. En ce sens, le « contrat capacitaire » établi pour la flotte C-135 est un outil qui met parfaitement en application cette règle. Sans nul doute, il n'est pas question de détailler ici le contenu d'un tel contrat. Cependant, grâce à son analyse, le commandement des

18. En effet, l'escadron assure lui-même la formation de ses équipages au sein d'une structure dédiée dont les moyens – les avions et les instructeurs – sont prélevés sur son potentiel opérationnel propre. Réparti sur l'année, le « coût » de la formation est évalué à un équipage et un C-135 FR, soit 9 % du potentiel projetable !

19. Qiao Liang et Wang Xiangsui, *La Guerre hors limite*, bibliothèque Rivages, 1999.

## Ravitaillement en vol en France : du stratégique au contrat capacitaire



Photo RAF © Crown Copyright

*Formation en vol composée de deux avions ravitailleurs VC-10 de la Royal Air Force et d'un Boeing C-135 FR de l'armée de l'air.*

opérations doit être en mesure de définir un contrat opérationnel adapté à la situation réelle de crise. En fonction du niveau d'engagement des avions ravitailleurs, de la définition des missions aériennes et du rythme de l'activité, l'emploi des C-135 répond alors à une logique de cohérence et de rentabilité qui tient compte simultanément des contraintes techniques et humaines.

Avec l'évolution rapide des enjeux géopolitiques mondiaux, le besoin opérationnel exprimé dans le cadre de l'engagement de nos forces aériennes se traduit par une forte demande non seulement en ravitaillement en vol mais aussi en mobilité stratégique. Le plus souvent, le contrat opérationnel qui en résulte dépasse les capacités offertes par la flotte C-135. L'établissement d'un contrat capacitaire actualisé et adapté à chaque opération fournit au commandement une vue synthétique de l'état réel des disponibilités des avions ravitailleurs. Intégrée dans le processus initial de planification, la connaissance approfondie de leur domaine d'emploi permet ensuite d'attribuer à la fonction « ravitaillement en vol » les moyens nécessaires et suffisants, et de juger avec pertinence de l'utilisation des éventuels avions restants.

Pour conclure, les étapes clés de la planification sont, en premier lieu, la définition détaillée du besoin opérationnel, puis sa confrontation aux critères déterminants du contrat capacitaire et l'évaluation, dans la durée, des ressources réellement disponibles. Si la doctrine d'emploi repose plus que jamais sur la capacité permanente d'engager le C-135 partout dans le monde, il est pour autant indispensable de préserver l'ensemble des capacités futures d'un vecteur certes vieillissant<sup>(20)</sup> mais encore capable de remplir les missions qui lui seront ordonnées.

Le ravitaillement en vol est un acteur majeur de l'action opérationnelle de l'armée de l'air dont les enjeux, dans l'avenir, seront le maintien des capacités opérationnelles et la cohérence globale de la flotte C-135. L'essence même d'un contrat capacitaire est finalement de répondre à ces exigences. ●

20. Sortis des chaînes de montage au milieu des années cinquante, les C-135 FR disposent d'un potentiel d'heures de vol qui permet de les maintenir en service jusqu'en 2020.

# Maîtrise de l'infosphère

## enjeu majeur pour l'armée de l'air de demain

par le commandant Cyril Carcy

**Élaboration d'une infostratégie nécessaire à la conduite des opérations aériennes**

*Les progrès techniques récents, combinés à un accès accru à l'espace, ont conduit au développement des nouvelles techniques de l'information et de la communication (NTIC). Ces systèmes tels que la téléphonie mobile, l'Internet, la numérisation de l'image sont constitués en réseaux et communiquent désormais entre eux.*

*Ce maillage donne peu à peu naissance à une vaste enveloppe immatérielle appelée « infosphère » dont la portée ne cesse de croître dans les activités humaines.*

**C**es outils modernes ouvrent de nouveaux horizons et sont à l'origine d'idées novatrices dans les institutions tant civiles que militaires. Ainsi, en matière de défense, l'avènement des techniques liées à l'information transforme le déroulement de la bataille. En outre, l'évolution de l'engagement des forces armées, dans le cadre de missions de rétablissement de la paix ou d'interposition, nécessite désormais une maîtrise parfaite de la force. Le renseignement et le recueil de l'information permettent seuls de l'exercer à bon escient. Plus largement, la maîtrise de l'infosphère devient un enjeu majeur pour les armées françaises. L'objectif de ce nouveau défi n'est pas d'acquérir une supériorité de

l'information, à l'instar du concept américain d'« information dominance », mais de maîtriser l'information sur une bande passante utile à la réalisation de la mission. En d'autres termes, il s'agira de mettre en œuvre une « infostratégie » pour disposer de l'information nécessaire à la planification et à la conduite des opérations et pour l'utiliser. L'armée de l'air, en particulier, y jouera un rôle primordial. Elle s'appuiera pour cela sur ses capacités actuelles en prenant soin de développer certains secteurs d'activités. Avant de définir les bases d'une infostratégie de défense nécessaire à nos armées, il convient d'approfondir la notion nébuleuse d'infosphère et de décrire son processus de maîtrise. Nous verrons ensuite comment l'armée de l'air s'intègre dans cette stratégie et quels sont les investissements nécessaires pour parfaire ses capacités.

### DÉFINITION DE L'INFOSPHÈRE

Le développement des NTIC a provoqué une grande mobilité de l'information. Nous sommes ainsi passés d'une logique de stock (archives, centres de documentation) à une logique de flux. La circulation de l'information engendre le développement d'une infosphère dans laquelle les acteurs économiques, politiques et militaires peuvent puiser un nombre considérable de renseignements. Comprendre l'infosphère nécessite de décrire le principe de système de systèmes. Celui-ci consiste à mettre en réseau l'ensemble des moyens dans lesquels circulent les informations nécessaires à la réalisation d'une mission.

## L a maîtrise de l'infosphère

À l'origine, ces systèmes assurent des fonctions distinctes mais, une fois reliés entre eux, le dispositif obtenu devient unique et intègre les sous-systèmes permettant une plus grande cohérence dans la réalisation des objectifs. Cette fusion électronique est d'autant plus aisée que, selon la loi de Moore<sup>(1)</sup>, la puissance de calcul informatique double tous les 18 mois. L'infosphère est donc née de ce vaste réseau : elle est constituée d'une « *enveloppe informationnelle englobant toutes les activités humaines et permettant leur évolution par l'entretien des flux d'information* »<sup>(2)</sup>.

Les secteurs d'activité intéressés par la notion d'infosphère sont multiples. Il s'agit bien entendu de domaines dans lesquels sont massivement utilisés des outils modernes d'information et de communication. L'économie et les médias en font partie. Mais un des domaines les plus performants à l'heure actuelle est sans aucun doute celui de la défense. L'acquisition et l'intégration de systèmes d'information et de communication (SIC) par les armées, depuis les acteurs tactiques, placés au cœur des conflits, jusqu'aux décideurs stratégiques, participent à la composition d'une infosphère. Un exemple édifiant de système de systèmes est celui du *C4ISR*, vaste réseau de défense américain qui intègre la totalité des systèmes d'armes et permet ainsi de relier l'ensemble des acteurs militaires entre eux. Au cours de la guerre en Afghanistan, cet outil performant fournissait une architecture de communication au sein de l'infosphère de défense. Il offrait en outre au secrétaire de la Défense, depuis les États-Unis, la possibilité d'ordonner l'attaque d'un objectif par un avion de combat, grâce aux images transmises par un drone.

### MAÎTRISE DE L'INFOSPHÈRE

Une fois énoncés les principes de l'infosphère, il nous reste à préciser le fonctionnement de ce entité obscure, autrement dit : comment maîtriser l'infosphère. Trois phases vont caractériser ce processus : le recueil de l'information, son analyse et sa synthèse en vue d'améliorer la connais-

1. **NDLR** : Gordon Moore est co-fondateur d'Intel.

2. Loup Francart, *Infosphère et intelligence stratégique*, Economica, 2002.

## LEXIQUE

☉ **C4ISR** : *Command, Control, Communication, Computers and Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*.

☉ **HUMINT** : *HUMAN INTelligence* ou renseignement de type humain.

☉ **IMINT** : *IMagery INTelligence* ou renseignement image.

☉ **SIGINT** : *SIGnal INTelligence*, comprenant le *COMINT (COMmunication)* et l'*ELINT (ELectronic)*, ou renseignement électro-magnétique.

☉ **OSINT** : *Open Source INTelligence* ou renseignement issu de sources non protégées.

☉ **TECHINT** : *TECHnical INTelligence* ou renseignement technique.

☉ **NETINT** : *NET INTelligence* ou renseignement issu des réseaux.

☉ **NSA** : *National Security Agency*.

☉ **CIA** : *Central Intelligence Agency*.

☉ **FBI** : *Federal Bureau of Investigation*.

☉ **OODA** : *Observation, Orientation, Décision, Action*.

☉ **SAIM** : *Système d'aide à l'interprétation multicapteurs*.

☉ **JFACC** : *Joint Force Air Component Command*.

☉ **AWACS** : *Airborne Warning And Control System* (avion radar participant à la détection et au contrôle de l'espace aérien). ○

sance, avant la prise de décision. L'information, nous l'avons vu, circule librement. Son recueil est donc désormais plus aisé. Il suffit de posséder des outils performants et fiables. Dans le domaine de la défense, la notion de capteurs prévaut. Ceux-ci couvrent une grande partie du spectre et portent des appellations issues du lexique anglo-saxon : *HUMINT, IMINT, SIGINT, OSINT, TECHINT, NETINT...*

Une fois l'information recueillie, elle sera convertie et numérisée afin d'être exploitée correctement et rapidement. L'étape suivante consistera à introduire des filtres efficaces pour ne distinguer que l'information utile à la décision.



Photo SRI

Sugar Grove aux États-Unis. Intégrée au réseau Echelon, cette station créée à la fin des années 1970, en même temps que la mise en service de la deuxième génération de satellites Intelsat, abrite nombre de systèmes d'écoute des télécommunications terrestres. L'Air Intelligence Agency (AIA) avec le 544th Intelligence Group ainsi que le Naval Security Group espionnent et écoutent chaque jour des milliers de communications dans le monde.

L'opération est délicate car certains renseignements peuvent paraître anodins mais, couplés à d'autres, s'avérer capitaux. La fusion cohérente de ces flux d'information sera réalisée selon un processus itératif. La recherche consistera à actualiser, de façon permanente et en temps réel, la connaissance acquise pour permettre ainsi l'obtention d'une longueur d'avance sur l'adversaire. La décision, quant à elle, est un processus de transformation des informations en éléments de délibération et d'arbitrage. Le décideur s'appuiera sur la synthèse du renseignement en cernant les priorités ainsi que la valeur attribuée à chacune des informations au sein même de ces priorités.

Le contenu de l'infosphère et son exploitation éclairent les profanes sur l'intérêt de développer un concept aussi performant dans le domaine de la défense. Les États-Unis ne s'y sont pas trompés en engageant leur « *Revolution in Military Affairs* » (RMA) à l'issue de la première guerre du Golfe. Cette révolution de la pensée militaire consiste à intégrer l'ensemble des réseaux d'informations participant de près ou de loin à la bataille pour rendre l'information accessible à tous, depuis le combattant jusqu'au décideur. Un tel maillage doit participer à la rapidité et à l'efficacité de l'action. La guerre devient

désormais une guerre grâce, dans et pour l'information. Fort de ce constat, il s'agit à présent de définir les principes d'« infostratégie » que les armées françaises doivent adopter pour rester performantes.

## ÉLABORATION D'UNE INFOSTRATÉGIE DE DÉFENSE

L'objectif fondamental, en matière de sécurité et de défense, est l'acquisition d'une capacité d'anticipation et d'aide à la maîtrise des situations de crises. La stratégie générale militaire répondant à cet objectif consiste à maîtriser une infosphère, dont les limites ont été clairement identifiées, fonction de la crise prévisible ou en cours et des intérêts français en jeu.

### Définition de l'infosphère de défense

Contrairement aux États-Unis et faute de moyens suffisants, les armées françaises ne doivent pas rechercher l'acquisition d'une supériorité par l'information, rappelée dans la théorie de « *full spectrum dominance* ». L'enjeu consiste à maîtriser l'information, non pas sur l'ensemble

## La maîtrise de l'infosphère

du spectre, mais uniquement dans les domaines qui facilitent l'atteinte du but visé. Les frontières de l'infosphère vont donc s'appuyer sur la formulation de l'état final recherché (EFR).

Quant aux sources nécessaires à l'élaboration de cette enveloppe informationnelle, elles proviendront principalement des acteurs suivants :

- ⇨ les forces déployées sur le théâtre ;
- ⇨ les instituts spécialisés dans des domaines tels que l'anti-terrorisme, les armes de destruction massive, la guerre économique ou la cyberguerre ;
- ⇨ les réseaux diplomatiques, économiques et culturels suivant les intérêts en jeu.

### Axes d'effort dans l'intégration des moyens existants

Dans le domaine de la défense, la France, en tant qu'État membre du Conseil de sécurité, fait preuve d'un investissement stratégique et militaire important. Toutefois, les moyens dont elle dispose gagneraient à être mieux intégrés au sein de l'infosphère précédemment définie. Cette intégration serait possible à travers les axes d'effort suivants :

#### ► **recueil de l'information**

Le champ d'investigation du renseignement militaire doit s'étendre vers les champs économiques et culturels. Ainsi le système *Échelon*, vaste réseau d'écoute initialement conçu par les Américains à des fins d'espionnage du bloc soviétique, constitue à présent un puissant *Big Brother* économique tout en poursuivant sa mission de veille militaire. Cet exemple illustre la proximité désormais avérée entre guerre de l'information et guerre économique.

#### ► **traitement de l'information**

Les attentats du 11 septembre ont montré l'importance de la fusion du renseignement dans la prévention de la menace. Les nombreuses institutions américaines chargées du renseignement (NSA, CIA, FBI) possédaient des informations parcellaires qui auraient dû les alerter si elles avaient été corrélées. Le défi consiste donc à fusionner l'information recueillie pour permettre sa synthèse par un

organisme unique qui pourrait être le Secrétariat général de la Défense nationale (SGDN) placé auprès du Premier ministre.

#### ► **capacité cyberguerre**

En lançant récemment le projet de création d'une « *Cyber Security Task Force* », la Commission européenne prend conscience des vulnérabilités engendrées par la société de l'information. Les armées françaises, quant à elles, doivent se doter impérativement d'une capacité cyberguerre dans les domaines de la sécurité et du renseignement.

#### ► **retour d'expérience**

La création d'un organisme interarmées de recueil d'expériences participerait à l'actualisation des outils (SIC) d'aide à la décision et à la gestion de l'information.

La conception d'une stratégie de défense efficace nécessite désormais l'intercommunication des réseaux politiques, économiques et militaires. Cette fusion d'information est réalisable au sein d'une infosphère de défense que les armées s'appliqueront à maîtriser et à sans cesse alimenter. En particulier, l'armée de l'air, grâce à ses capteurs et à ses systèmes d'analyse, participe dès à présent à cette mission.

## CONCOURS DE L'ARMÉE DE L'AIR À L'INFOSPHÈRE

L'armée de l'air, à l'instar des autres armées, fournit une part active dans la maîtrise de l'information. En s'appuyant sur la boucle OODA, qui consiste à renouveler en permanence le renseignement et à conserver ainsi une avance sur l'adversaire, elle réalise un travail précieux au sein de l'infosphère de défense. Néanmoins, certains secteurs d'activité sont encore peu développés et constituent des sources de vulnérabilité dans la guerre de l'information.

### Recueil et traitement de l'information

L'armée de l'air possède de nombreux vecteurs destinés à recueillir du renseignement. Chacun

d'entre eux utilise plusieurs capteurs afin de couvrir un spectre aussi large que possible. Ces vecteurs comprennent le satellite, la composante pilotée et le drone. D'aucuns penseront que certaines missions sont redondantes. En fait, elles sont complémentaires à travers les atouts et les faiblesses de chaque système.

Ainsi, tandis que le satellite permet de faire abstraction des frontières, il reste prédictif et nécessite une météorologie clémente, dans la mesure où il n'emploie pas une technique radar. Le drone, quant à lui, s'appuie sur son autonomie et sa faible vulnérabilité, pour assurer une permanence au-dessus d'un objectif fortement défendu, mais il n'est pas réactif et s'inscrit difficilement dans la circulation aérienne. Enfin, l'avion de reconnaissance constitue le trait d'union entre les deux vecteurs précédents par sa rapidité d'intervention et sa grande réactivité.

Les capteurs « avionnés » couvrent, quant à eux, les domaines de l'imagerie (*IMINT*), des ondes électromagnétiques (*SIGINT*) et une partie de la reconnaissance technique (*TECHINT*). Cette dernière est obtenue par la fusion des deux premières et concerne les matériels militaires en présence ainsi que les infrastructures hydrauliques, électriques, industrielles ou de transmissions. Une fois l'information recueillie, il faut l'exploiter et la numériser pour en faciliter la synthèse. L'armée de l'air s'est dotée depuis quelques années de systèmes performants tels que SAIM, qui lui confère une grande vitesse d'exploitation et de transmission du renseignement. Ce système équipe également les unités des autres armées participant au recueil *IMINT*. L'information ainsi numérisée arrive au sein du commandement de théâtre pour y être fusionnée et analysée.

**Les investissements futurs de l'armée de l'air devront porter sur l'espace, « principal moyen pour recueillir, transmettre et disséminer l'information à une échelle globale ».**

## La décision et l'action

La structure de commandement air (*JFACC*) s'appuie sur le principe de la boucle OODA. Le processus décisionnel repose sur la maîtrise de l'information. Ainsi, le commandant air dispose d'un état-major de planification qui prépare l'action tandis qu'une structure autonome assure l'actualisation, la conduite et la coordination des

missions en temps quasi réel. La cohérence des systèmes s'appuie sur un réseau SIC moderne et interopérable. Quant à l'action, elle est assurée par des appareils dotés d'armements de précision : munitions guidées laser ou inertielles. Les objectifs assignés sont traités dans le strict respect des règles d'engagement après avoir fait l'objet d'une étude approfondie par la cellule de ciblage.

## PROSPECTIVE

La prospective en matière de guerre de l'information consiste à éclairer l'avenir à court et long termes à travers deux domaines : les liaisons de données tactiques et l'accès à l'espace. Le retour d'expérience issu de l'intervention américaine contre l'Irak montre la nécessité de détenir des transmissions sécurisées et performantes pour participer activement à une guerre moderne.

À cet effet, les Américains ont développé depuis 1995 un réseau appelé le « *Joint Tactical Network* » ou « Liaison 16 ». Ce vecteur de communication présente l'avantage de transmettre un flux crypté d'information entre les différents systèmes d'armes et de donner leur position. Ce réseau performant

contribue à une circulation discrète et rapide d'une grande masse d'informations et fournit au décideur une actualisation permanente de la situation. À l'heure actuelle, seul l'*AWACS* français utilise ce moyen, dont les appareils de combat seront équipés prochainement. La mise en place de cet outil doit être considérée comme une priorité si l'armée de l'air ne veut pas être reléguée au rang d'armée « dépassée ». Du reste, la participation à des opérations aux côtés des États-Unis nécessitera désormais la maîtrise de ce réseau.

Enfin, les investissements futurs de l'armée de l'air devront porter sur l'espace, « *principal moyen pour recueillir, transmettre et disséminer l'information à une échelle globale* »<sup>(3)</sup>. L'enjeu réside dans la domination des flux d'information

3. Selon le professeur Blamont, Centre national d'études spatiales.

## La maîtrise de l'infosphère

Lancé définitivement au printemps 2003, le programme Galileo va permettre à l'Europe de disposer, à partir de 2008, de son propre système de navigation spatial. D'ici là, une constellation de 30 satellites sera mise sur orbite.

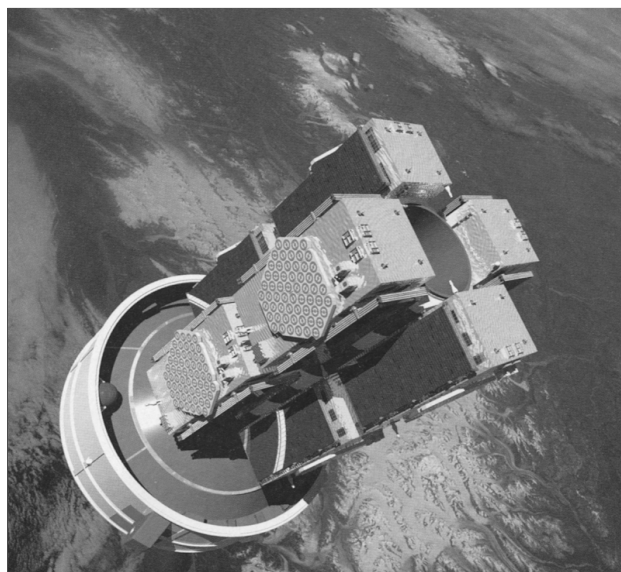


Photo Astrium

à travers trois secteurs d'activité : les télécommunications, la détection et la navigation. L'accès à l'espace étant une opération coûteuse, les outils de demain nécessiteront une coopération européenne selon les axes d'effort suivants :

► **télécommunications** : dans ce domaine, les investissements actuels sont individuels. Une plus grande interopérabilité participerait à l'efficacité des communications et donc à la transmission aisée de l'information ;

► **détection** : le projet le plus avancé est celui du besoin opérationnel commun (BOC<sup>(4)</sup>) qui identifie des capteurs *IMINT*. En outre, l'imagerie ainsi recueillie couvrirait les champs radar, optique et optronique ;

► **navigation** : le projet *Galileo* sera sans aucun doute un instrument stratégique majeur. Dès sa mise en service, les armées disposeront d'un outil de précision pour la résolution des crises.

L'infosphère constitue donc l'enveloppe dans laquelle circule la totalité de l'information. L'utilisation étendue des NTIC a conduit à rendre mobile l'information qui, jusqu'à présent, était stockée et peu développée. La maîtrise de l'infosphère consiste à profiter de cette mobilité pour recueillir l'information, l'analyser, la synthétiser afin de mieux connaître l'adversaire et d'orienter la décision. Ce processus intéresse naturellement les organismes civils dans la lutte économique et technique mais aussi les armées dans la conduite

de la bataille. Ainsi, en matière de sécurité et de défense, l'élaboration d'une infostratégie consisterait à concevoir une infosphère puis à maîtriser l'information qui y circule dans les seuls domaines liés à l'aboutissement de la mission. Le spectre général des activités identifiées irait des actions réalisées dans un cadre interministériel aux actions informatiques.

L'armée de l'air, forte de ses capacités, jouera un rôle essentiel dans ce défi futur. Elle participe déjà au recueil du renseignement à travers ses nombreux capteurs, analyse et synthétise l'information grâce à ses systèmes numériques au sein de ses unités et de ses centres de commandement. Elle contribue ainsi à l'accélération de la décision. Enfin, l'utilisation des NTIC conduira irrémédiablement à une numérisation du champ de bataille. Les États-Unis développent des projets novateurs dans ce domaine en envisageant la numérisation de toutes les informations permettant leur intégration globale et instantanée. La diffusion des ordres et la mise en œuvre des systèmes d'armes en seraient grandement facilitées.

Néanmoins, cette conception moderne du combat possède ses limites. Elle ne peut prendre en considération des paramètres aussi subjectifs que l'état physique et psychologique des combattants. En outre, elle s'appuie sur un bon fonctionnement des systèmes en omettant l'occurrence d'imperfections des logiciels (« bugs »). Enfin, la surcharge d'informations nécessitera vraisemblablement une énorme capacité de synthèse et d'abstraction qui retardera d'autant plus la prise de décision. ●

4. BOC : projet englobant la France, l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne.

# De la sécurité des systèmes d'information à la *lutte informatique offensive*

par le commandant **Didier Looten**

(État-major de l'armée de l'air/BSIC)

## Adoption de solutions de sécurité et de protection pour systèmes ou réseaux informatisés

**T**éléphones portables, multimédia, Internet, nous sommes bel et bien entrés dans une nouvelle ère, celle de l'information. En quelques années seulement, l'évolution des nouvelles techniques de l'information a modifié notre quotidien, qu'il soit professionnel ou non. L'information, facteur de succès d'une guerre, déjà estimé comme déterminant par Sun Tsu<sup>(1)</sup>, puis plus tard par Clausewitz, est devenue aujourd'hui une source de pouvoir au même titre que l'argent et la force. Source de pouvoir qu'Alvin Töffler et son épouse Heidi, dans leur ouvrage *Guerre et contre-guerre*, qualifient de « révolutionnaire car, a contrario de la terre, du travail et des matières premières, voire du capital, qui peuvent être considérés comme des ressources finies, la connaissance est virtuellement inépuisable ».

Cette valeur de l'information n'a pas échappé à nos décideurs militaires, qui placent, dans le concept d'emploi des forces, la maîtrise de l'information comme une des aptitudes majeures à détenir par nos forces armées. Cette maîtrise, comme le précise la doctrine d'emploi des forces en opérations, peut présenter deux volets, l'un défensif, l'autre offensif. Or, si des actions éner-

giques ont été menées au sein des armées pour la protection de nos informations, il convient de constater qu'à ce jour aucune compétence en matière de lutte informatique offensive n'a été développée. À l'époque des « hackers » et autres pirates de l'informatique, cette situation peut paraître pour la moins surprenante. N'a-t-on jamais opposé au glaive que le bouclier ?

Dans un contexte proliférant en matière de vulnérabilités, et de dépendance accrue des États envers leurs systèmes d'information, la vigilance est de rigueur, notamment par l'application de mesures de protection efficaces. Toutefois, la défense à elle seule ne suffit pas. C'est pourquoi, cet article esquisse, en dernière partie, le contour de ce que pourrait être la lutte informatique offensive.

### SOURCES DE FAILLES ET MENACES

Afin de mieux cerner la nature des parades à développer et d'identifier les leviers potentiels de la lutte informatique offensive, intéressons-nous aux sources de failles et aux menaces qui pèsent sur les systèmes d'information. Parce que la réussite d'une opération est conditionnée par la connaissance, la plus exacte possible, de la situa-

1. Sun Tsu, *L'Art de la guerre*, Points faibles et points forts, L'utilisation des agents secrets.

## Lutte informatique offensive

tion du théâtre, nos systèmes de commandement et de conduite des opérations sont fortement interconnectés. Cette interconnexion, si elle garantit une meilleure efficacité dans l'action, représente un point de vulnérabilité potentiel important du système. En effet, s'il est relativement facile de protéger les accès à un réseau local informatique au sein d'un bâtiment, cette maîtrise est plus difficile à réaliser pour un ensemble de réseaux répartis sur un théâtre, et encore moins aisée lorsque ces réseaux sont interconnectés avec des systèmes installés en d'autres points du globe. Une forte interconnexion des systèmes augmente le nombre de points d'entrée offerts à l'attaquant potentiel.

Autre source de failles : l'utilisation fréquente, au sein des systèmes opérationnels, de logiciels et progiciels du domaine public, conçus hors de nos frontières. Sans tomber dans un excès de paranoïa, il est légitime de penser que ces produits ne présentent pas, *a priori*, un niveau de sécurité élevé, notamment dans la confiance que l'on peut leur accorder. Les lecteurs dubitatifs s'en convaincront en visitant le site <http://www.eggs.com> consacré aux programmes cachés présents dans les logiciels de nombreux éditeurs. L'exemple le plus connu est probablement celui du progiciel Word qui, dans sa version 97, cache un jeu de flipper.

Au-delà de leur aspect ludique, on peut à bon droit s'interroger sur la présence en leur sein d'instructions malveillantes (bombes logiques<sup>(2)</sup>, virus<sup>(3)</sup>, vers<sup>(4)</sup> ou chevaux de Troie<sup>(5)</sup>). Par ailleurs, tout espoir de démonstration de leur innocuité est vain, au regard de la somme des énergies intellectuelles qu'il conviendrait de mobiliser pour cette tâche. Enfin, à supposer que ces logiciels ne soient pas intentionnellement piégés, ils présentent néanmoins des failles exploitables. Or, si, il y a encore quelques années, les méthodes d'attaque n'étaient connues que de quelques pirates en

informatique chevronnés, aujourd'hui elles sont devenues accessibles à tous sur Internet. En effet, il existe, sur le réseau mondial, des sites entièrement consacrés au piratage informatique. On y trouve pêle-mêle des utilitaires d'écoute de trafic de réseaux, des dictionnaires de mots de passe, des chevaux de Troie, des logiciels pour fabriquer des virus informatiques, pour « retrouver » des mots de passe égarés..., en clair, toute la panoplie du parfait pirate en herbe. Dès lors, il suffit de disposer d'un micro-ordinateur et d'un modem pour attaquer un système ouvert. Interconnexion croissante des réseaux, absence de maîtrise des logiciels, explosion d'Internet : face à cette situation, il convient d'apporter une réponse adaptée.

## LUTTE INFORMATIQUE DÉFENSIVE : EFFORTS ET ENGAGEMENTS

La sécurité des systèmes d'information militaires a toujours été une des préoccupations importantes des armées. Pour autant, elle a longtemps reposé, principalement, sur la protection de la confidentialité des informations, par l'emploi de moyens de cryptage, ainsi que sur la lutte contre les signaux parasites compromettants rayonnés par les équipements électroniques traitant d'informations classifiées. Depuis maintenant une dizaine d'années, cette préoccupation s'est étendue à la sécurité informatique, autrement dénommée lutte informatique défensive. Si des progrès remarquables ont été accomplis dans ce domaine, certaines actions méritent d'être poursuivies, sinon engagées, pour qu'on espère être à même de garantir une réelle maîtrise de l'information.

En particulier, la sécurité des systèmes d'information doit désormais être considérée comme une des caractéristiques opérationnelles de tout système d'armes ou de commandement. À ce

2. Une bombe logique est une partie de code malveillant ajoutée à un programme licite. Cette partie contient une fonction de dommages se déclenchant sur un événement système particulier (date, heure...).

3. Un virus informatique est un fragment de code malveillant qui se reproduit en s'attachant à un autre programme. Les virus peuvent, par exemple, endommager des données ou bien diminuer les performances d'un système.

4. Un ver est un programme malveillant autonome qui fait des copies de lui-même d'un système à un autre, en circulant par un réseau. Comme les virus, les vers peuvent détruire des données ou perturber un système.

5. Un cheval de Troie est un code informatique caché indépendant qui s'active à l'insu de l'utilisateur autorisé, au lancement, par ce dernier, d'un programme *a priori* inoffensif. « *Back orifice* », « *Netbus* » sont les chevaux de Troie les plus fréquemment rencontrés sur Internet.

titre, il est impératif que les objectifs de sécurité du futur système à développer fassent l'objet d'une analyse, simultanément à la phase de définition de ses autres caractéristiques militaires. Par exemple, le recours à des produits du domaine public, moins onéreux mais plus vulnérables, doit être évalué à la mesure des limitations d'emploi qu'il peut induire. Mais se limiter à la prise en compte de la sécurité, lors de la conception d'un système, ne suffit pas. En effet, il faut assurer sa sécurité tout au long de son cycle de vie. C'est le principe de la réévaluation. Cette réévaluation est réalisée par l'intermédiaire d'audits de sécurité réguliers, lesquels consistent à obtenir une appréciation générale du niveau de sécurité du système évalué, appréciation assortie de conseils et de recommandations pour améliorer sa protection.

Actuellement, au sein des armées, seule l'armée de l'air dispose de cette capacité<sup>(6)</sup>. En cohérence avec les réflexions engagées, au niveau interministériel<sup>(7)</sup>, en matière de sécurité des systèmes d'information, cette compétence a été récemment étendue à la réalisation de tests intrusifs. En effet, pour apprécier la capacité de résistance d'un système informatique, rien n'est plus efficace que de la soumettre volontairement à une panoplie

d'attaques plus ou moins probables. La mise en œuvre récente, au sein des armées, de relais au centre d'alerte et de réponse aux attaques informatiques pour l'administration<sup>(8)</sup> garantit l'adaptation des techniques d'audit aux nouvelles

6. Cette mission est confiée, depuis 1992, à l'équipe d'évaluation de la vulnérabilité des systèmes d'information (EEVSI), organisme du Commandement air des systèmes de surveillance, d'information et de communications.

7. La direction centrale de la sécurité des systèmes d'information (DCSSI) du Secrétariat général de la défense nationale est chargée de la sécurité des systèmes d'information au niveau interministériel. Site Internet: <http://www.scssi.gouv.fr>

8. Le *computer emergency response team administration* est une des composantes majeures de la nouvelle DCSSI. Ses principaux objectifs sont d'assurer la détection et la résolution d'incidents concernant la sécurité des systèmes d'information, ainsi que d'aider à la mise en place de moyens permettant de se prémunir contre des incidents futurs.

menaces. Néanmoins, compte tenu de la complexité du domaine, il est impératif que la technique supplée l'homme, en particulier l'administrateur de réseaux informatiques, qui éprouve parfois des difficultés à différencier une attaque informatique d'une panne ordinaire. L'utilisation, sur nos réseaux, d'outils automatiques de détection d'intrusion doit donc être aussi systématisée.

Dernier axe d'effort à poursuivre en matière de sécurité des systèmes d'information : l'éducation du personnel au sujet du risque informatique. Facteur essentiel de réussite de la mission, la sécurité des systèmes d'information (SSI) est désormais l'affaire de tous, et ne doit plus être l'apanage des seuls spécialistes du domaine. Pourtant, la SSI reste une notion encore bien inégalement partagée. S'il ne fait de doute pour

**Facteur essentiel de réussite de la mission, la sécurité des systèmes d'information (SSI) est désormais l'affaire de tous, et ne doit plus être l'apanage des seuls spécialistes du domaine.**

personne que l'on ne peut pas piloter, guider et réparer un avion sans esprit « sécurité des vols », on « pilote » encore trop souvent son ordinateur sans esprit SSI. Preuve en est le manque d'imagination dont font montre encore beaucoup d'utilisateurs dans le choix de leurs mots de passe. Dès lors, pour faciliter l'imprégnation de cet esprit SSI, il paraît essentiel de compléter la formation dispensée

au sein des armées par la réalisation, à l'attention de l'ensemble du personnel, de démonstrations d'attaques réelles<sup>(9)</sup>. Le constat est simple. Aujourd'hui, en matière de sécurité des systèmes d'information, pour bien se défendre, il faut savoir attaquer. Dès lors, il paraît naturel d'imaginer l'optimisation des compétences acquises dans la lutte informatique défensive, pour passer à l'action informatique offensive.

## LUTTE INFORMATIQUE OFFENSIVE : RÉLEXIONS ET STRATÉGIE D'EMPLOI

En informatique, il semble plus facile d'attaquer que de défendre. Comme le fait observer Bruce

9. L'armée de l'air, par le biais de l'EEVSI, propose à l'ensemble de son personnel des démonstrations de vulnérabilités : écoute et intrusion d'un réseau informatique, piégeage d'un site Internet, exploitation de chevaux de Troie...



Photo SIRPA Air

**Exercice Opéra : poste de commandement de force ou CJTF (Combined Joint Task Force) implanté sur la BA 110 de Creil. La sécurité des systèmes d'information doit être considérée comme une des caractéristiques opérationnelles de tout système d'armes ou de commandement.**

Schneier<sup>(10)</sup>, « *l'agresseur [d'un système d'information] dispose d'un avantage non négligeable sur le défenseur : par essence même, c'est un tricheur. De plus, il peut se contenter d'un seul scénario pour attaquer un système alors que le défenseur doit imaginer toutes les attaques possibles et se doter des moyens pour les parer. Enfin, dernier point et non le moindre, l'attaquant peut utiliser une technique que le défenseur n'a jamais envisagée* ». À l'heure où le concept « zéro mort » prend, peu à peu, valeur d'axiome dans les conflits modernes, il peut paraître séduisant de faire précéder l'emploi des forces classiques par des actions de lutte informatique offensive.

À cet effet, tentons de mieux cerner leur champ d'application et de définir les modalités de mise en œuvre qui permettront d'en obtenir la meilleure efficacité. Tous les systèmes informatiques, interconnectés à des moyens de transmission publics<sup>(11)</sup>, sont les cibles potentielles d'attaques informa-

tiques. Selon les effets recherchés, ces attaques peuvent permettre d'atteindre à la disponibilité, à la confidentialité ou à l'intégrité du système.

► **L'attaque en disponibilité**, souvent la plus rustique à opérer, semble tout à fait adaptée, par exemple, contre des systèmes d'information de commandement. En effet, pour de tels systèmes, une indisponibilité de quelques heures seulement est susceptible de peser de manière non négligeable sur la suite d'une opération militaire. Dans le même ordre d'idées, l'attaque en saturation d'un central téléphonique, attaque pourtant très simple à perpétrer, peut provoquer une belle désorganisation.

► **L'attaque en confidentialité** d'un système s'apparente plus à l'action classique d'écoute électronique ou de décryptage. Dans le domaine de l'informatique, elle représente rarement une fin en soi, mais plutôt une étape pour l'obtention d'un gain plus grand : une attaque de l'intégrité des données du système, par exemple.

10. Bruce Schneier est le co-fondateur de Counterpane Internet Security, une société spécialisée dans le domaine de la sécurité des systèmes d'information (<http://www.counterpane.com>). Il est l'auteur de cinq ouvrages, dont le célèbre *Cryptographie appliquée*, d'où est tirée la citation.

11. Le cas d'une attaque perpétrée, en interne, par du personnel de l'organisation propriétaire du système cible, n'est pas étudié dans cet article. Ce cas s'apparente à un acte de trahison ou d'espionnage.

On peut ainsi imaginer une attaque en confidentialité des fichiers des mots de passe d'un réseau, suivie d'un décryptage de ces fichiers, décryptage qui offre tous les sésames permettant la prise de contrôle du réseau.

Une attaque informatique peut donc être menée, comme toute opération militaire, en plusieurs phases. En la matière, la discrétion étant la règle, il est préférable que ces phases soient suffisamment espacées dans le temps, et que leur ordonnancement ne révèle pas, à l'adversaire, l'objectif visé.

La lutte informatique offensive (LIO) est un moyen d'action intéressant mais qui nécessite des pré-requis à son déclenchement et qui présente certaines limites d'emploi. En préalable à toute opération de LIO, il convient de déterminer le degré de dépendance de l'adversaire envers ses systèmes d'information. Dans cette acception, un ennemi techniquement avancé semble<sup>(12)</sup> plus vulnérable à ce mode d'action. Une fois réalisé le choix des cibles, il faut, pour chacune d'entre elles, obtenir un renseignement de haute qualité sur la nature des systèmes informatiques utilisés, ainsi que sur leur procédure d'exploitation. La confrontation de ce renseignement aux vulnérabilités connues permet de déterminer les scénarios d'attaque les plus efficaces. Une difficulté consiste à pouvoir les faire évoluer au même rythme que les techniques. Pour cela, il convient de disposer d'un centre de veille technique performant.

Au-delà de cette complexité apparente – mais existe-t-il des actions militaires faciles? – la lutte informatique offensive est une action à notre portée. En effet, les compétences nécessaires à sa mise en œuvre existent. Il suffit juste, éventuellement, de les redimensionner au besoin :

► **le renseignement d'intérêt LIO** peut être obtenu par les méthodes habituelles ;

► **la veille technique** en matière de vulnérabilités et d'attaques, réalisée en partie par le biais du centre d'alerte et de réponse aux attaques informatiques pour l'administration ;

12. On peut estimer qu'un adversaire ne disposant pas de la technique de pointe utilisera, néanmoins, au XXI<sup>e</sup> siècle les moyens de communications de son époque. Ces derniers seront directement issus du domaine public, et donc plus facilement attaquables.

► **la définition des scénarios**, effectuée par du personnel actuellement rompu à la réalisation de tests intrusifs dans le cadre d'audits.

Aujourd'hui, seules des considérations légales<sup>(13)</sup> peuvent encore réfréner l'emploi de ce mode d'action dans un conflit. Pour autant, les méthodes de lutte informatique offensive sont complémentaires des mesures de protection des systèmes d'information. Dès lors, il est souhaitable que les principes qui président aux actions de la lutte informatique offensive soient, dès le temps de paix, éprouvés et confortés, dans la mise en œuvre de scénarios d'attaque réalistes, sur nos propres systèmes. L'information, probablement plus aujourd'hui qu'hier, est au cœur des conflits. Sans la « bonne » information, nos systèmes d'armes, nos systèmes de commandement sont inefficaces. Cette dépendance accrue nous rend plus vulnérables.

Face à la prolifération des menaces, l'heure est à l'adoption de solutions de sécurité adaptées. Il s'agit, pour l'essentiel, d'appréhender les questions de sécurité, dès la phase de définition des systèmes, de réévaluer fréquemment leur état de sécurité, de veiller à la formation et à la sensibilisation du personnel. Pour bien se protéger, il faut savoir comment on risque d'être attaqué. Cette connaissance ne peut s'obtenir que par l'entretien d'une capacité offensive, au moins pour la réalisation de tests intrusifs envers nos propres systèmes. Actuellement limités dans leur volume et dans leurs modalités d'application, ces tests intrusifs doivent évoluer vers un contexte de réalisme poussé. Cette posture préserve la capacité de mener, le moment venu, des opérations réelles de lutte informatique offensive.

C'est en combinant les deux aspects, défensif et offensif, qu'on pourra espérer atteindre la maîtrise de l'information. Il n'est peut-être pas si éloigné, le moment où le chef militaire proposera au décideur politique la lutte informatique offensive comme mode d'action supplantant aux moyens de combat traditionnels. ●

13. Une analyse de juristes américains précise que le cadre légal de la LIO reste à asseoir, même si la Charte de Nations unies et les lois sur les conflits armés établissent déjà certaines règles de base à l'encontre des actions de ce type ([http://www.iiss.org/pub/Su\\_index.asp](http://www.iiss.org/pub/Su_index.asp)).

# Nanotechnologie :

## *Un nouvel horizon stratégique*

par le lieutenant-colonel Jean-Luc Fourdrinier

Escadron 02.005 « Île-de-France »

Applications militaires des progrès de la recherche scientifique dans le domaine des nanomachines

11 septembre 2047

Le *Yellowland* et son leader fanatique lancent une attaque surprise meurtrière contre plusieurs centres vitaux de la république de *Blueland*.

7 novembre 2047

Le *Yellowland* est à genoux. Les stocks d'hydrocarbures ne sont que mélasse noire, les puces électroniques sont tombées en poussière, les édifices de béton se lézardent, le métal s'amollit, l'électricité a disparu. Plus déroutant encore, les habitants semblent tous atteints d'un mal étrange et incapacitant qui résiste aux tentatives de traitement. Sans même qu'un soldat de *Blueland* se soit montré, qu'un coup de feu ait été tiré, le *Yellowland* ne sera bientôt plus qu'un champ de ruines.

Pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, les dirigeants de *Blueland* ont décidé en d'utiliser en représailles contre leur agresseur les nouveaux outils mis au point par leurs laboratoires de recherche. L'homme vient d'entrer dans l'ère de la nanotechnologie. ○

Ce scénario catastrophe pourrait sans doute être le produit de l'imagination fertile d'un auteur de science-fiction, mais là n'est pas notre propos. Il s'agit plutôt ici de décrire quelques applications de l'émergence probable d'ici quelques dizaines d'années de ce que l'on appelle déjà les nanotechnologies. Nous sommes à l'aube d'une révolution qui, si elle se produit, va apporter pour l'humanité plus de changements que tous ceux qui ont eu cours depuis les temps médiévaux : nous parlons du contrôle atomique de la matière.

Cette nouvelle voie dans laquelle s'est engagée la recherche scientifique ouvre des perspectives jusqu'à nos jours inconcevables. Il est essentiel que les stratèges militaires, au même titre que tous les responsables civils, prennent connaissance de ces recherches, suivent leur développement, et réfléchissent d'ores et déjà aux conséquences prévisibles et aux enjeux futurs.

### FONDEMENTS ET PERSPECTIVES

La matière telle que nous la percevons se résume en l'assemblage plus ou moins complexe d'innombrables molécules de natures très diverses, elles-mêmes constituées d'un nombre beaucoup plus restreint d'atomes.

La taille d'un atome se mesure en dixièmes de nanomètre ( $10^{-9}$  mètre). Cette taille est 10 000 fois inférieure à celle d'une bactérie (un centième de millimètre). Voilà pour l'échelle de grandeur. Tout le pari de la nanotechnologie est de réussir la manipulation individuelle des atomes et des molécules pour construire avec précision des structures complexes.

Cette recherche s'appuie sur trois hypothèses en cours d'expérimentation :

- ▶ Toute molécule pourra être décomposée et ses composants réassemblés en une autre molécule chimiquement stable.
- ▶ Il sera possible d'assembler des molécules pour fabriquer des mécanismes (moteurs, pompes, roulements...) capables de fonctionner à la commande et avec une quantité d'énergie infinitésimale.
- ▶ Il sera possible d'assembler des molécules en un dispositif capable de recueillir des informations et de les transmettre sous une forme quasi invisible.

### Quels sont les outils dont disposent actuellement les scientifiques pour parvenir à un tel résultat ?

En premier lieu, l'emploi d'un rayon laser permet sous certaines conditions de piéger par un procédé quantique les molécules une par une et de les assembler. La seconde technique consiste à utiliser un microscope à effet tunnel. Sa pointe est constituée d'un seul atome qui balaye à une distance de 0,1 nanomètre une plaque conductrice en injectant un léger courant électrique. Si la pointe bouge, les molécules ainsi stimulées accompagnent le mouvement. Ces outils, encore très lourds et peu performants au regard des défis existants, permettent aux scientifiques de défricher ce nouveau terrain d'expérimentation.

La firme Lucent Technologie a déjà réussi à fabriquer un transistor minuscule d'une taille de 60 nanomètres. Les ingénieurs d'IBM ont écrit les trois lettres de leur firme sur une plaque métallique avec 35 atomes de xénon précisément ordonnés, illustrant ainsi leur capacité à manipuler la matière atome par atome. Ces exemples illustrent l'état actuel des recherches et des développements en matière de nanotechnologie.

Nous n'en sommes encore qu'aux balbutiements. De nombreuses incertitudes demeurent quant à l'émergence des techniques qui nous permettront de vaincre les difficultés actuelles.

Cependant, le développement des nanotechnologies a déjà été théorisé et planifié par les scientifiques. Les progrès attendus devraient s'articuler en trois étapes successives.

- ❶ La première étape du développement des nanotechnologies repose sur la construction de nanomachines simples (moteurs, roulements, axes...). Ces mécanismes microscopiques basiques serviront d'éléments constitutifs nécessaires à la réalisation de machines plus complexes. Les premières réalisations existent déjà dans les laboratoires.
- ❷ La deuxième étape essentielle réside dans la mise au point d'assembleurs, c'est-à-dire de nanomachines complexes capables de manipuler la matière à leur échelle selon un programme défini. Il est probable que ces assembleurs se présenteront sous la forme de nanorobots disposant de bras manipulateurs, transportant et organisant les molécules une à une. Les scientifiques estiment que les premières réalisations significatives d'assembleurs pourraient intervenir dès 2010.
- ❸ La troisième étape repose sur la capacité qu'auront ces nanomachines à « se reproduire », c'est-à-dire à effectuer des copies d'elles-mêmes tout en assurant la tâche pour laquelle elles ont été construites. Nous entrerons alors dans l'ère des répliqueurs. La nanotechnologie sera ainsi mûre et pleinement opérationnelle. Il est difficile de prévoir dans combien de temps cela se produira.

Ces deux dernières étapes pourraient paraître similaires mais sont en fait séparées par un fossé « applicatif ». Prenons un exemple pratique pour illustrer la différence fondamentale entre les assembleurs et les répliqueurs. Soit un assembleur, machine constituée d'un million d'atomes et d'environ dix mille parties mobiles, qui baigne dans une solution chimique lui apportant la matière première. On peut estimer la vitesse de travail future d'un assembleur en faisant un parallèle avec les performances d'une enzyme biologique. Dans la nature, ces usines chimiques

## Nanotechnologie : un nouvel horizon stratégique

microscopiques peuvent traiter et manipuler environ un million d'atomes par seconde. À cette vitesse, on peut estimer que notre assembleur mettra quinze minutes pour créer une structure d'un milliard d'atomes. Au bout de dix heures, il aura produit quarante structures. Et après un siècle de travail, il n'aura fabriqué qu'un volume de matière équivalent à celui d'un grain de poussière. Si les assembleurs ne savaient faire que cela, nous pourrions peut-être tranquillement les ignorer.

Imaginons maintenant un répliqueur similaire à l'assembleur précédent qui produit une copie de lui-même dans les quinze minutes précitées. Au bout de dix heures, ce n'est pas quarante répliqueurs que nous aurons, mais 550 milliards. En moins d'une journée, la masse totale des répliqueurs sera, d'une tonne, en deux jours, ils pèseront plus que la Terre, et en quatre, plus que le Soleil avec toutes ses planètes – si la matière première ne vient pas à manquer. Un doublement régulier des répliqueurs est synonyme d'une croissance exponentielle qui perdure s'ils ne subissent pas de contraintes, comme le manque de place ou de ressources.

### DOMAINES D'APPLICATION PRIVILÉGIÉS

Nous entrons ici délibérément dans le domaine du spéculatif : aucune application réelle des nanotechnologies n'existe à ce jour. Mais la recherche fondamentale réalisée en laboratoire est fortement soutenue par les perspectives d'applications d'ores et déjà identifiées. S'il est difficile d'imaginer dès à présent l'ensemble des applications que pourraient trouver les mécanismes et répliqueurs nanométriques, on peut cependant évoquer celles qui ont déjà été citées par les scientifiques.

#### Techniques industrielles

Les nanomachines permettront de concevoir des matériaux plus solides et plus légers que ceux qui se font actuellement. La construction atome par atome permettra d'obtenir une qualité parfaite. Les coûts de fabrication seront très faibles, et l'abondance des matières produites sera garantie. À titre d'exemple, on parle beaucoup sur l'arrivée

très prochaine des nanotubes de carbone, des tubes si fins que 50 000 d'entre eux tiendront dans l'épaisseur d'un cheveu, mais ils seront cent fois plus solides qu'un câble d'acier.

#### Intelligence artificielle (IA)

Le fonctionnement des ordinateurs actuels repose sur une logique binaire qui utilise la capacité d'un composant électronique, le transistor, à passer quand on lui demande d'un état 0 à un état 1, et ce de manière réversible. À la place de chaque transistor, on pourrait imaginer utiliser des interrupteurs mécaniques qui passeraient d'un état « ouvert » à un état « fermé » selon la même logique. Ce principe inapplicable à notre échelle devient révolutionnaire lorsque les interrupteurs en question ne sont constitués que de quelques atomes. Bien que les déplacements mécaniques soient bien plus lents que les signaux électriques des machines actuelles, la distance à parcourir sera extrêmement faible. Ainsi, les nano-ordinateurs seront probablement des milliers de fois plus rapides que les micro-ordinateurs électroniques, tout en affichant une taille minuscule et une consommation d'énergie négligeable.

Avec l'accroissement exponentiel de la puissance des processeurs, il se peut que la nanotechnologie permette de développer les premières intelligences artificielles dignes de ce nom. Souvenons-nous qu'avec un *Pentium* actuel, un réseau neuronal peut apprendre à jouer aux échecs en deux mois et atteindre le niveau d'un maître en utilisant des techniques d'auto-apprentissage. La possibilité d'assembler nos nano-ordinateurs par millions permettra l'émergence de systèmes « intelligents » capables de traiter en parallèle des informations pour les décrire, les comparer à des modèles enregistrés et tirer parti des essais antérieurs.

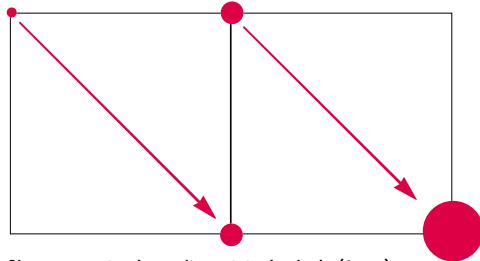
#### Traitement des déchets

Les nanomachines interviennent au cœur des molécules. On pourra construire des machines nettoyantes qui recycleront les déchets et élimineront les poisons partout où ils menacent la vie. Les toxiques comme la dioxine, dont les molécules sont composées d'atomes inoffensifs, seront simplement déstructurés et reconvertis en matières premières réutilisables. D'autres

## REPÈRES



10<sup>-9</sup> 10<sup>-3</sup> 10<sup>3</sup>  
1 nm 1 mm 1 km



Si un nanomètre devenait une tête d'épingle (1 mm),  
la tête d'épingle aurait une taille de 1 km de diamètre.

## Approche dimensionnelle

1 m	10 <sup>0</sup>	
	10 <sup>-1</sup>	
	10 <sup>-2</sup>	Grain de riz
1 mm	10 <sup>-3</sup>	Tête d'épingle
	10 <sup>-4</sup>	Limite de la vision humaine
	10 <sup>-5</sup>	
1 µm	10 <sup>-6</sup>	Microtechnologies
	10 <sup>-7</sup>	Gravure des circuits intégrés
	10 <sup>-8</sup>	
1 nm	10 <sup>-9</sup>	Nanotechnologies
	10 <sup>-10</sup>	Taille de l'atome

Source : <http://villemin.gerard.free.fr/Scienmod/Nanotech.htm> (page mise à jour à partir d'un article paru dans L'Express du 6 novembre 2003).

déchets, comme le plomb et les isotopes radioactifs, qui contiennent des atomes dangereux, seront incorporés par exemple dans des roches stables. Beaucoup de problèmes écologiques trouveront une solution durable.

## Nanomédecine

Les nanotechnologies vont apporter un bouleversement sans précédent des techniques médicales. Un dispositif de quelques nanomètres pourra s'introduire dans le corps sans rien endommager. Muni de capteurs, il transmettra aux médecins des informations précises, facilitant le diagnostic. Dans un deuxième temps, des nanorobots injectables dans le corps humain pourront soigner les tissus endommagés, libérer des médicaments précisément là où ils sont nécessaires, traquer les bactéries pathogènes ou encore identifier les cellules cancéreuses et les détruire. Ces machines réparatrices d'une taille comparable à celle des virus entreront au cœur des cellules, analyseront les désordres moléculaires puis procéderont aux réparations des enzymes altérées ou de l'ADN.

## Applications militaires

J'ai gardé pour la fin l'évocation des applications militaires, mais il est fort probable qu'elles seront parmi les premières à apparaître. Les percées techniques ont presque toujours permis aux militaires de développer de nouveaux moyens de combattre, et les nanotechnologies n'échappent pas à cette règle. En reprenant l'énoncé des applications précédentes, il est relativement aisé d'imaginer les armes qui en découlent.

Des essais de véhicules microscopiques, répandus dans l'atmosphère et sur le sol, assisteront au déploiement des troupes sur le champ de bataille. Ils seront très utiles pour la localisation, la surveillance, l'identification, le « marquage » et la poursuite des cibles. D'autres nanostructures répandues sur l'ensemble du territoire adverse pourront s'attaquer à ses ressources vitales, altérer les hydrocarbures, transformer le silicium des puces électroniques en sable, corroder les aciers ou ramollir les plastiques. Des capteurs minuscules permettront de connaître en permanence l'état de santé de nos combattants, et les machines réparatrices cellulaires amélioreront leur résistance aux attaques NBC. À l'inverse, les chantres de la guerre bactériologique risquent de disposer de leur arme idéale. Nos connaissances du génome humain et des nanotechnologies permettront de concevoir des nanorobots répliqueurs de la taille d'un virus, insensibles aux traitements biologiques, et qui seront programmés pour handicaper ou tuer en fonction du sexe, du groupe sanguin, de la couleur de peau ou de tout autre marqueur génétique.

## LES NOUVEAUX ENJEUX

L'apparition de la bombe atomique et des missiles intercontinentaux représente la dernière percée technique majeure en matière d'armement. Les missiles permettent d'envisager l'action militaire à distance et l'arme nucléaire donne une capacité de destruction dite « de masse », très supérieure à celle des armements antérieurs.

## Nanotechnologie : un nouvel horizon stratégique

Les nanoréplicateurs s'ajouteraient à la guerre nucléaire comme cause potentielle d'anéantissement et élargiraient les implications morales. En effet, les nanotechnologies et les systèmes d'intelligence artificielle se prêteraient à des usages plus subtils que les armements nucléaires, tout en présentant au besoin une létalité supérieure.

En acquérant la possibilité de construire des nanorobots évolués, un État pourrait prospérer en se débarrassant de n'importe qui et, en principe, de tout le monde. Il semble donc utile de commencer par une réflexion stratégique portant sur les bénéfices que l'on peut attendre des nanotechnologies et sur les dangers auxquels on s'expose.

### De quelles menaces parle-t-on en l'occurrence ?

Il existe tout d'abord une menace de dérive totalitaire de la part des pays détenteurs de la nanotechnologie. En utilisant des réplicateurs, les gouvernants seraient en mesure de saturer l'environnement de la population avec des dispositifs de surveillance minuscules. C'est le scénario *Big Brother*, avec une technique omnisciente. Il est déjà inquiétant, mais bien moins que les suivants. La seconde menace réside dans l'anéantissement partiel ou total de l'espèce humaine, de la vie, ou de la planète tout entière.

L'exemple précédemment cité pour illustrer la croissance exponentielle des réplicateurs donne une idée de l'ampleur du danger. Nous ne parvenons déjà pas à contrôler les virus ou les criquets. Imaginez des réplicateurs dangereux, très petits et très résistants, se propageant avec le vent comme le pollen, se multipliant rapidement et capables ainsi d'envahir la biosphère en quelques jours. Chez les familiers des nanotechnologies, cette menace a reçu le nom de « péril de la mélasse grise ». Bien qu'une multitude de réplicateurs incontrôlés ne soit pas forcément grise ou goudronneuse, le terme de « mélasse grise » suggère l'effet que ces réplicateurs produiront sur leur environnement.

Ce dérapage peut tout d'abord résulter d'un malheureux concours de circonstances. Il s'agit alors du scénario que Dexier décrit comme celui de « l'accident exceptionnel ». Considérons un réplicateur industriel organisant les atomes de carbone pour constituer des nanotubes. Il possède des

## REPÈRES



### Qu'est-ce que le nanomètre ?

Le préfixe *nano* vient du grec et signifie « très petit ». Les scientifiques l'utilisent comme préfixe dans les unités de mesure pour exprimer le milliardième de l'unité de base : le nanomètre est le milliardième de mètre, soit 0,000 000 001 mètre. Il est d'usage de l'écrire en abrégé *nm*.

Un nanomètre c'est environ :

- ↔ 500 000 fois plus fin que l'épaisseur d'un trait de stylo à bille ;
- ↔ 30 000 fois plus fin que l'épaisseur d'un cheveu ;
- ↔ 100 fois plus petit que la molécule d'ADN ;
- ↔ 4 atomes de silicium mis l'un à côté de l'autre.

### Pour en savoir plus

Des informations complémentaires sur les nanosciences et les nanotechnologies sont accessibles sur le site Web du ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies :

[www.recherche.gouv.fr](http://www.recherche.gouv.fr)  
[www.nanomicro.recherche.gouv.fr](http://www.nanomicro.recherche.gouv.fr)

dispositifs de sécurité limitant son développement et assurant son contrôle afin de remplir au mieux sa mission de bâtisseur. Pour une cause encore inconnue mais que l'on ne peut statistiquement exclure, un réplicateur, parmi les milliards travaillant de concert, voit soudain son système de sécurité « dérailler ». Son champ d'action et sa réplication ne sont désormais plus bridés. Il va alors indéfiniment se multiplier et collecter les atomes de carbone de son environnement afin de construire toujours plus de nanotubes. Est-il utile de rappeler que la vie terrestre est fondée sur la chimie du carbone ? La biosphère, ainsi qu'une bonne partie de la planète, sera convertie en filaments noirs en quelques jours.

L'autre scénario menant à l'anéantissement résulte d'une action humaine délibérée. Les puissances étatiques préviennent l'usage des armes de destruction massive par le jeu de la dissuasion. Dans le cas des nanotechnologies, les prérequis pour détenir et maîtriser ces outils seront bien moins contraignants. Le principe de dissuasion

avec plusieurs milliers de « superpuissances » paraît peu crédible au regard de la difficulté à identifier l'agresseur et de la rapidité et l'ampleur de l'attaque. La dissuasion fonctionne uniquement si l'on suppose que les parties en présence sont compétentes, bien informées, rationnelles et non-suicidaires. Si une arme de destruction massive est mise à la portée d'individus ou de petits groupes, il se trouvera toujours une personne suffisamment démente pour déclencher l'Apocalypse. Le danger est immense. Donc, nous devons développer une défense.

### Alors, que peut-on faire ?

Bill Joy, cofondateur de la société Sun et inventeur du langage Java, propose d'arrêter les recherches dans le domaine de la robotique, de la nanotechnologie, et de l'algorithmie génétique. Cela, afin de sauver l'humanité. Mais stopper les nanotechnologies et l'intelligence artificielle

semble illusoire pour au moins deux raisons. D'abord, parce que ces techniques sont moins bien définies que les armes nucléaires : la technique nucléaire actuelle requiert l'utilisation de certains isotopes spécifiques de métaux rares, ce qui la rend distincte des autres activités. Mais la biochimie moderne mène aux nanotechnologies par petits pas, et les ordinateurs modernes font de même pour l'intelligence artificielle.

Il n'y a aucune limite particulière à laquelle s'arrêter. Ensuite, ces techniques sont plus discrètes que les armes nucléaires : les réacteurs et les systèmes d'armes nécessitent des infrastructures importantes, et des inspections peuvent limiter leur dissémination. Mais des répliqueurs dangereux seront microscopiques et des logiciels d'intelligence artificielle seront intangibles.

Comment pourrions-nous être sûrs qu'il n'y a pas quelque part un laboratoire poursuivant ses travaux et tout près d'une percée stratégique? De plus, l'histoire des sciences a montré que, lorsqu'une technique semble accessible, aucune contrainte morale n'a jamais pu prévenir son développement. Il semble raisonnable de penser que si une solution peut être trouvée, elle reposera sur la nanotechnologie elle-même. Nous avons besoin d'une stratégie et de tactiques permettant de conte-

nir les nanotechnologies pendant que nous apprendrons à les maîtriser. Cela suggère que nous devons utiliser des nanomachines pour lutter contre d'autres nanomachines, ce qui n'est pas impossible à condition que nous prenions rapidement conscience des enjeux de ces nouveaux progrès scientifiques et que nos décideurs définissent au plus tôt un cadre d'action précis et concerté. Si nous attendons une nouvelle fois d'être mis devant le fait accompli, alors ce pourrait être notre dernière erreur historique.

Tout ce qui vient d'être dit ne dépassera peut-être jamais le stade du fantasme. Les obstacles techniques restant à surmonter sont considérables. De nombreux indices indiquent pourtant que l'émergence des nanotechnologies est une hypothèse raisonnable à moyen terme. Si elle se produit, les hommes vont devoir s'adapter physiquement et mentalement à cette énorme évolution. Ils disposeront d'outils de paix et de

bien-être dépassant leurs plus folles espérances. Ils auront également entre leurs mains une capacité de nuisance jusqu'ici inégalée. Aucune révolution scientifique n'est intrinsèquement destructrice. L'usage qu'en fera l'humanité décidera de son avenir.

Gardons également à l'esprit que la nanotechnologie ne constitue pas le stade ultime de cette voie de recherche. Pourquoi ne pas

imaginer dans un futur plus lointain l'émergence de la picotechnologie, où les particules constituant les noyaux atomiques seront à leur tour individuellement manipulées et organisées? Alors, l'homme détiendra la pierre philosophale chère aux alchimistes et aura acquis le pouvoir de transmuter le plomb en or. Souhaitons que la connaissance du contrôle absolu de la matière soit précédée par l'acquisition de la sagesse dont doit faire preuve tout démiurge. ●

**Si une arme de destruction massive est mise à la portée d'individus ou de petits groupes, il se trouvera toujours une personne suffisamment démente pour déclencher l'Apocalypse.**

### À nos lecteurs

Cet article, dans la première version rédigée par le Lcl Fourdrinier, a déjà été publié dans la *Tribune du CID*, mai 2003, p. 96 à 105.

# Le modèle de l'adversaire et son milieu

par le lieutenant-colonel Philippe Cexus

Analyse critique de l'approche systémique du modèle ennemi selon Warden

*Après avoir précisé les conditions dans lesquelles les forces et les puissances s'élaboraient et s'exerçaient<sup>(1)</sup>, il convient d'étudier plus avant celui contre lequel la force va être appliquée, au contact duquel va se dégager la puissance : l'adversaire, c'est-à-dire celui à qui on veut imposer sa volonté, représente un ensemble particulièrement complexe. De la compréhension fine de sa structure et de son fonctionnement internes, dépend notre capacité à agir sur lui de façon efficace, c'est-à-dire en optimisant l'emploi de la force en fonction du résultat que l'on recherche et des effets que l'on souhaite produire sur lui.*

## Le modèle simplificateur de l'analyse systémique

**S**i la simplification schématique de l'approche systémique de Warden permet de mieux appréhender la nature de l'adversaire (et la sienne propre, vue du côté de l'adversaire), elle ne rend compte que partiellement de la complexité des forces mises en jeu. En outre, elle

ne traduit pas la notion de milieu dans lequel s'exécutent les actions. Un modèle plus complexe, s'appuyant sur l'analyse de Warden en la complétant, doit permettre de rendre compte de façon plus fine de la nature de l'ennemi et offrir, dans son emploi, une vaste palette d'actions et d'effets. John Warden a, dans les années quatre-vingt-dix, développé une approche théorique du modèle ennemi. Ses principes ont été mis en pratique durant la première guerre du Golfe avec un succès certain. Ils ont été également appliqués, de façon moins claire et plus contestée, lors du conflit serbe. Warden considère l'ennemi comme un système qu'il représente sous la forme de cinq cercles concentriques. Du centre vers la périphérie, se trouvent successivement la direction nationale, les fonctions vitales, les infrastructures, la population et les forces armées employées. Présenté de la sorte, l'ennemi s'apparente à une sorte de cellule en deux dimensions dont les éléments périphériques doivent être traversés pour que soit atteint le centre. Dans chacun des cercles existent des points essentiels dont la destruction remet en cause le fonctionnement même du système global.

Le modèle de Warden présente incontestablement de grandes qualités. En premier lieu, il est simple. Cette qualité le rend intuitivement compréhensible au plus grand nombre. Il permet également de déboucher aisément sur une mise en application de ses principes, principalement orientés sur l'emploi de l'arme aérienne<sup>(2)</sup>. Enfin, et ce n'est pas la moindre de ses qualités, il a été validé par l'expérience. Il est permis de considérer que la philosophie de Warden s'oppose, dans

1. Cf. *Penser les ailes françaises*, n°1.

2. *Penser les ailes françaises*, n°1, op. cit.

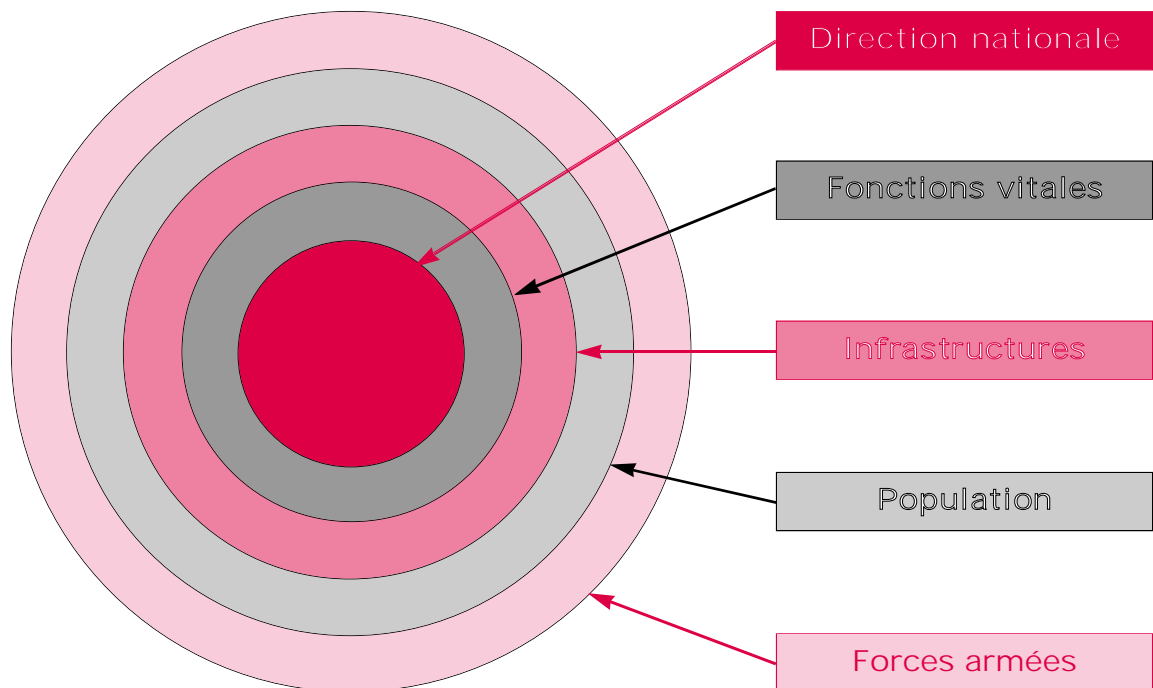


Fig.1 : Les cercles de Warden

son but, à celle de Clausewitz. Warden ne cherche pas, en effet, à anéantir son ennemi, mais à le contraindre par la force à se soumettre à sa volonté. En frappant sur les centres de gravité, il est possible de paralyser peu à peu l'ennemi afin de le faire plier<sup>(3)</sup>.

La nature fractale du modèle de Warden est moins connue, mais son principe a été développé par son concepteur. Elle traduit le fait que chaque cercle peut, à son tour, se subdiviser en cinq cercles. Le cercle « infrastructure », par exemple, dispose d'une direction, de fonctions vitales, d'infrastructures, etc. Il est ainsi possible de décliner le modèle de façon répétitive pour aboutir à des fonctions simples, parfaitement identifiées, et dont le centre de gravité sera lui

3. Dans l'approche de Clausewitz, les forces armées sont toujours considérées comme le centre de gravité. Le combat n'a donc d'autre objectif que détruire les forces armées ennemies. C'est cette destruction qui représente la victoire militaire. Warden, en revanche, considère que les forces armées ne sont qu'un des constituants de l'ennemi. Dès lors, il existe d'autres centres de gravité qui sont autant de cibles potentielles. En frappant ces cibles, on ne détruit pas les forces armées ennemies, mais l'ennemi est paralysé et reçoit les coups sans pouvoir se défendre. Tôt ou tard, il va se soumettre à la volonté de son adversaire. C'est la paralysie qui représente la victoire militaire.

aussi clairement identifié. Warden évoque une approche différentielle (dans le sens de l'opération inverse à celle de l'intégration) qui permet par itération de décomposer les systèmes complexes en simples : les centres de gravité sont alors clairement identifiables.

### Les faiblesses d'un modèle statique et passif

Parce qu'il est fonctionnel, le modèle de Warden mélange, on le constate, le matériel et l'immatériel. Il est de ce fait malhabile à rendre compte tout à la fois de la séparation entre la masse et la maîtrise<sup>(4)</sup>, qui sont cependant de nature très différente, et des relations transversales entre les masses et la maîtrise de chacun des cercles. Or, à l'évidence, la direction nationale (cercle central du modèle de Warden), s'appuie non seulement sur des moyens propres et sur la maîtrise de ces moyens, mais aussi sur les moyens et la maîtrise des autres cercles fonctionnels. Les relations des cercles les uns

4. Cf. *Penser les ailes françaises*, n° 1. Dans la définition proposée, la masse et la maîtrise de cette masse sont les constituants de la force.

## Le modèle de l'adversaire et son milieu

avec les autres ne pouvant pas être clairement établies à travers le modèle proposé, il est difficile de prédire quel effet sur le système global aura une action sur un cercle donné<sup>(5)</sup>. Parce que la grille de lecture du modèle est fonctionnelle, elle rend difficile la compréhension des interactions entre les fonctions et ne traduit pas la complexité masse/maîtrise. Elle ne rend finalement pas compte des forces en jeu. Cela constitue une faiblesse notable du modèle de Warden.

La deuxième faiblesse du modèle tient dans son aspect statique et passif. Warden utilise, pour expliquer son modèle, un parallèle avec un corps humain. Il assimile le premier cercle au cerveau et au système nerveux, alors que les systèmes respiratoire et digestif représentent les fonctions vitales, et que le squelette et les muscles en forment l'infrastructure, etc. Or, le corps humain est généralement animé spirituellement par une volonté et physiquement par ses mouvements. Le modèle de Warden est statique : il ne bouge pas dans l'espace et ne semble animé par aucune volonté particulière. En quelque sorte, il se contente d'exister, de résister. C'est tout de même très insuffisant pour décrire un système ennemi.

La troisième faiblesse importante du modèle tient à l'absence totale d'informations relatives au milieu dans lequel baigne le système ennemi. En supposant que deux systèmes veulent se faire la guerre, il faudra bien qu'ils interagissent. Dans ces conditions, il est clair que, loin d'être neutre, le milieu est même une des données essentielles de l'action. Pour reprendre l'analogie avec le corps humain, observons que ce n'est pas la même chose de courir un cent mètres sur la piste d'un stade, dans une forêt vierge ou dans deux mètres d'eau... C'est parce que Warden n'envisage pas le mouvement de son modèle dans un espace qu'il ignore le problème du milieu. Il est possible qu'il ait cru l'intégrer au sein même de son système, mais c'est là une erreur : le milieu est une contrainte avec lequel toutes les parties composent ; il est extérieur à leurs systèmes.

**Le milieu est une contrainte avec lequel toutes les parties composent ; il est extérieur à leurs systèmes.**

Enfin, et bien que ce ne puisse pas être considéré comme une faiblesse du modèle en lui-même, l'interaction entre les parties lors d'un conflit n'est pas rendue. Il n'est pas possible de savoir comment la force va s'appliquer, ni même si elle va pouvoir s'appliquer, sur le système ennemi. Warden ayant choisi un modèle en deux dimensions, il est permis de supposer que la maîtrise de la troisième dimension lui permet de frapper en « sautant » les cercles. Le modèle aurait donc une double nature théorique et physique? Dans ces conditions, cette limitation à deux dimensions ne s'explique pas car, sauf cas particuliers, la troisième dimension est également utilisée par l'adversaire, que ce soit sous forme aérienne, spatiale, voire souterraine ou sous-marine. Warden aurait pu choisir un modèle en trois dimensions (cinq sphères concentriques, au lieu de cinq cercles concentriques) qui aurait plus fidèlement rendu la réalité physique et militaire de l'ennemi, mais n'aurait probablement pas permis de mettre en lumière avec autant d'acuité le potentiel de l'arme aérienne.

Le modèle de Warden représente, à coup sûr, un développement stratégique important car il pose les fondations d'un mode de pensée conceptuel. Mis en application dans les conflits récents, il a montré sa pertinence de façon indubitable. Malgré ses qualités exceptionnelles, il est peut-être possible d'intégrer son principe dans un modèle moins orienté sur l'aspect fonctionnel, tout en rendant compte de la complexité du milieu.

**L'ennemi en tant que modèle dynamique**

Les domaines de l'Avoir et de l'Être

Il n'y a pas lieu d'imaginer que l'ennemi soit un système si différent du nôtre, du moins dans son principe. Nous sentant animés par des volontés, agissant et évoluant dans un milieu complexe, il nous est donc naturel de penser que l'ennemi présente des caractéristiques et des contraintes similaires aux nôtres. Comme nous,

5. Le modèle de Warden se prête par conséquent assez mal à des modes de stratégie basée sur les effets (EBS, *Effect-Based Strategy*).

l'ennemi ressortit à la fois à l'Avoir et à l'Être. Il dispose d'abord de ressources sur lesquelles il fonde son existence. Celles-ci peuvent être immatérielles mais elles témoignent toutes d'une réalité bien matérielle<sup>(6)</sup>. Elles ressortissent à l'Avoir, sont indispensables au fonctionnement de l'organisation et témoignent de son existence. Pour tirer pleinement parti de ses ressources, l'ennemi va chercher à optimiser ses outils de maîtrise, qui ressortissent à l'Être.

Le tableau page suivante donne une idée non exhaustive de ce que peuvent présenter les ressources d'une organisation ou d'un pays.

Toute la problématique de la direction politique de l'organisation va consister à faire en sorte que la même direction soit donnée à l'ensemble des ressources afin que le but visé puisse être atteint, mais aussi, et surtout, de façon à éviter que les composantes de l'organisation ne s'éloignent des unes des autres jusqu'à briser les liens qui les unissent. La cohérence de l'organisation dépend donc des buts assignés, mais aussi de la façon dont le pouvoir central fait en sorte que ces buts soient cohérents dans chacune des composantes. Autrement dit, l'absence de communauté de but est nuisible à l'organisation tout entière. Elle met en péril son existence même.

C'est la raison pour laquelle une politique ne peut se concevoir sous une autre forme qu'un projet, une vision, vers laquelle dans leur ensemble les composantes sont dirigées aussi efficacement que possible<sup>(7)</sup>.

À ce stade, il n'est pas inutile de constater que la dernière ligne du tableau renvoie vers les résultats du chapitre précédent. Dans chacun des domaines considérés, la combinaison de l'Avoir et de l'Être est donc susceptible de produire une force qui vient se combiner aux autres. Le but final, le projet évoqué ci-dessus, doit donc être considéré comme l'objectif vers lequel ces forces doivent tendre simultanément. La combinaison de toutes ces forces donne une résultante qui représente peu ou prou la force de l'ennemi. On comprend mieux, dans ces conditions, qu'un but mal maîtrisé dans un domaine puisse s'avérer nuisible à l'ensemble.

6. Les ressources intellectuelles ou artistiques, par exemple, sont immatérielles dans les esprits des hommes, mais donnent lieu à des productions matérielles : découvertes, progrès techniques, œuvres d'art, etc.

7. Le projet global est par conséquent une condition essentielle à l'action politique puisqu'il en est le fondement même.

## LES DOMAINES

1. Le territoire est la caractéristique essentielle d'un pays. C'est celle qui est citée en premier dans les atlas, mais le modèle de Warden ne l'évoque pas. La possession d'un territoire est pourtant l'une des raisons principales des guerres dans l'histoire humaine car le territoire sous-tend la richesse, c'est-à-dire la capacité à faire. À bien des égards, le schéma s'applique également aux organisations non étatiques : les cartels de la drogue doivent contrôler des territoires, qu'ils soient représentés par des champs de coca ou de pavot, ou encore par des lieux de vente du produit. Une organisation terroriste comme Al-Qaïda, malgré sa désincarnation apparente, dispose également de bases arrière, de lieux sûrs. Ce sont ces « heavens » que la lutte anti-terroriste cherche à repérer. Le territoire est donc une notion fondamentale, écartée, semble-t-il, par Warden.

2. Cette notion est à rapprocher des fonctions vitales du modèle de Warden. Dans l'absolu, certaines infrastructures peuvent être vitales en fonction du moment, sans que l'on puisse dire si le cas se présentera. Un pont, par exemple, peut devenir vital dans le cadre d'une retraite, comme une centrale électrique plus tôt ou plus tard. L'aspect vital est difficile à prévoir car il dépend de l'état de fonctionnement du reste de la structure. Pour prendre une image de l'anatomie, un rein n'est pas vital sous réserve qu'on en ait un autre disponible. Les structures uniques, en revanche, sont plus sensibles. La redondance et la capacité de reconfiguration sont par conséquent des qualités stratégiques particulièrement importantes, non seulement parce qu'elles offrent une solution de remplacement, mais aussi parce qu'elles compliquent l'analyse que l'ennemi peut faire de nos systèmes. ■

## Le modèle de l'adversaire et son milieu

Domaines	Ressources : l'Avoir	Maîtrise : l'Être
<i>Territoires</i> <sup>(1)</sup>	Surfaces terrestres, volumes aériens et marins, ressources naturelles exploitées	Expression de la souveraineté, politique générale d'occupation et d'aménagement du territoire
<i>Infrastructures</i> <sup>(2)</sup>	Réseau de transport (voies ferrées, routières, fluviales, aéroports...), réseau de transport d'énergie (lignes électriques, gazoducs et oléoducs, centres de gestion associés...), bâtiments et ouvrages d'art, réseaux de télécommunications, y compris spatiales et sous-marines	Politique des transports et des communications, diversification des réseaux d'échange et d'énergie
<i>Politique</i>	Structure politique, gouvernement, partis, <i>leaders</i>	Charisme et <i>leadership</i> des dirigeants, dimensions morales, tenue de la vie politique, valeurs des <i>leaders</i> , systèmes constitutionnels et électoraux, politique de communication, dimension internationale, traités
<i>Économie</i>	Niveau de richesse interne, niveau des devises, finances propres, aides et soutiens financiers, flux des commerces et des échanges, structures financières et bancaires	Disponibilité des ressources économiques, maîtrise des budgets et de l'endettement, stabilité monétaire et inflation, pression fiscale, redistribution des richesses, maîtrise des flux financiers, influence sur les marchés
<i>Industrie</i>	Outils, capacités, performances et diversités des outils de production, de transformation et de distribution	Politique industrielle, recherche et développement, diversification, niveau de maîtrise et indépendance des entreprises, taux de croissance, niveaux techniques atteints, épargnes et investissements
<i>Humain</i>	Populations, taux de natalité, cohésion du corps social	Niveau, répartition et croissance, politique nataliste, homogénéité et maîtrise de l'immigration, systèmes éducatif et social, politique de l'emploi
<i>Militaire</i>	Combattants, armes, munitions, infrastructures et ressources militaires nécessaires au combat	Commandement et entraînement, moral, sens et but des actions

1 et 2 : Voir notes page précédente.

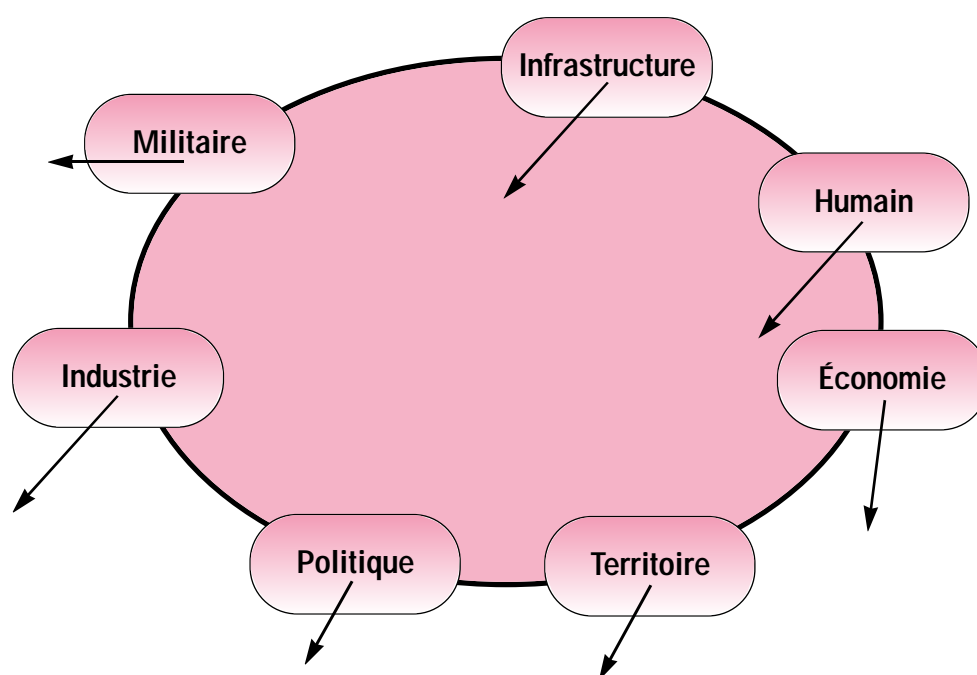
## La cohérence d'ensemble

Une organisation ou un pays n'existe pas seulement grâce à ses ressources et à ses structures dans chacun des domaines : ils vivent en s'appuyant sur des mécanismes d'échanges et de contrôle qui mettent en relation les domaines les uns avec les autres. Même pourvue de dispositifs de maîtrise interne, l'industrie doit s'appuyer sur les ressources et sur le réseau de transport, mais également sur un corps social qui, en achetant des biens ou des matières, va lui permettre de vivre. Ce schéma est duplicable dans toutes les organisations : les liens entre les domaines sont nécessaires, indispensables à l'existence, même s'ils varient considérablement en fonction de la structure considérée. Les liens existant entre des domaines constitutifs d'un État n'ont pas la même consistance ni la même nature que les liens existant au sein d'une organisation terroriste, par exemple. Mais ces liens, qui garantissent la cohésion et la cohérence de la structure, existent dans tous les cas.

De façon générale, les interrelations des domaines peuvent être assez bien décrites par une structure de réseaux : des ressources mises en commun, des mécanismes de sécurisation, des reconfigurations dynamiques, des dispositifs de

contrôle, etc. Il est clair que cette structure de cohérence n'existe pas naturellement : elle doit être établie, maintenue en état, revue et améliorée périodiquement. On comprend donc qu'une part de l'énergie des domaines passe dans ce maintien de la cohérence. Ils doivent progresser vers leurs buts propres, tout en maintenant les liens qu'ils ont avec leurs domaines connexes. La part d'énergie que les domaines passent entre eux à maintenir la cohérence de l'ensemble est directement imputée sur l'énergie globale disponible. En d'autres termes, à énergie globale constante, plus les efforts garants de la cohérence doivent être importants, moins le domaine est productif à l'effort d'ensemble. Or, la cohérence est primordiale pour la vie même de l'organisation.

Les deux schémas ci-dessous sont présentés de façon séparée à des fins de simplification. Dans la réalité, il faut cependant bien comprendre que toutes ces forces interagissent en permanence. La structure de l'organisation est donc mouvante ; les domaines varient en dimensions en fonction du temps, leurs positions relatives varient également. L'ensemble de l'organisation évolue à son tour en fonction de ce que chaque domaine peut donner au mouvement commun, tenu qu'il est de partager ses efforts entre l'atteinte du but commun et le maintien de la cohérence de l'organisation.



**Fig. 2 :** Les domaines de l'organisation : la mise en cohérence des orientations de chacun des domaines est une condition nécessaire de l'atteinte d'un but commun. Ici, visiblement, le domaine militaire diverge...

## Le modèle de l'adversaire et son milieu

### L'influence du milieu

Dès lors que l'on considère un mouvement, il faut s'intéresser au milieu dans lequel il s'exécute. Compte tenu du niveau d'abstraction auquel la démonstration est parvenue, il semble difficile de définir le milieu en question comme une réalité physique. Pourtant, ses effets vont se faire sentir : il va interagir avec les mouvements de l'organisation, qu'ils lui soient internes ou externes. En général, le milieu peut être défini comme l'ensemble des facteurs qui ne sont pas sous le contrôle de l'organisation et qui, cependant, ont un effet sur elle. Dans le domaine physique, la météorologie, par exemple, peut être considérée comme faisant partie du milieu. Il est possible de regarder de façon encore plus générale les contraintes naturelles comme faisant partie du milieu : climat, relief, cours d'eau, étendues maritimes, etc.

Dans un tout autre domaine, l'opinion internationale peut également s'envisager comme un élément du milieu avec lequel les organisations doivent composer. Certes, il est permis de penser que l'influence de l'opinion internationale sur le régime taliban en Afghanistan en 2001 était assez faible, comme on peut imaginer qu'elle est actuellement négligeable sur le dirigeant nord-

coréen. Mais cette opinion internationale n'a pas qu'un impact direct : par l'influence qu'elle a dans les démocraties sur les centres de pouvoir, elle atteint, par rebond, les pays les moins sensibles, car, sous la pression de leurs opinions, les gouvernements démocratiques prennent parfois des mesures qui touchent cette fois directement les nations les moins sensibles. Les marchés et l'économie mondiale sont également des milieux avec lesquels il faut compter, de même que l'influence des religions pour la population ou le progrès technique pour l'industrie.

Tous ces facteurs forment un ensemble dans lequel baignent les États ou les organisations, et qui doivent s'y adapter au mieux : l'inadaptation au milieu est une source importante de perte d'énergie, et c'est là une donnée importante issue du modèle proposé. Que l'on juge, en effet, de l'efficacité d'une industrie qui s'entêterait à fabriquer des transistors à l'heure du microprocesseur, ou du niveau de rendement d'un système d'infrastructure des canaux dans une région gelée en permanence. Certes, les traits sont forcés à des fins d'illustration, mais il est avéré qu'une mauvaise adaptation des systèmes à leur environnement provoque de très lourdes pertes d'énergie, énergie qui n'est donc plus disponible pour d'autres objectifs.

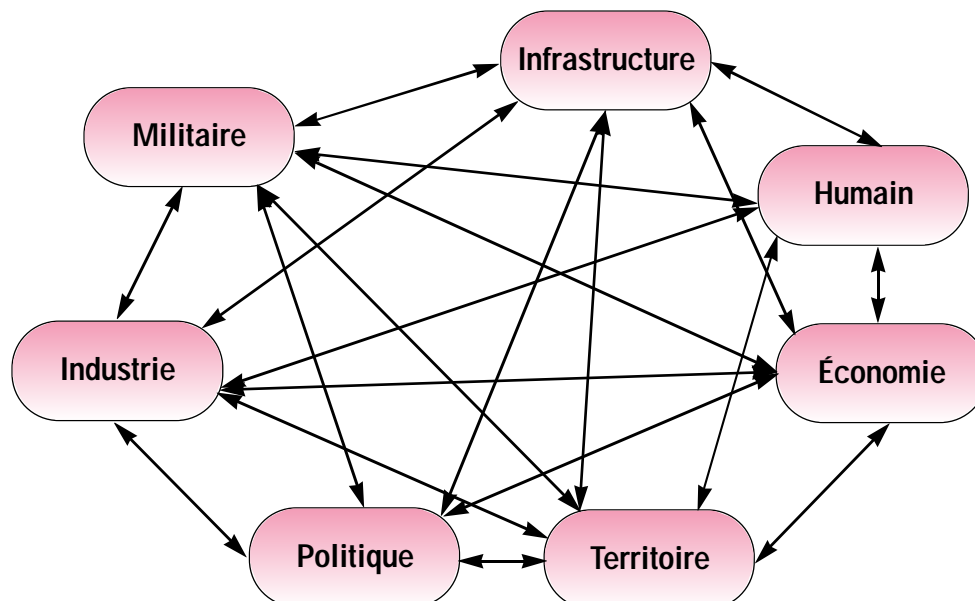


Fig. 3 : Les domaines organisationnels et leurs liens de cohérence.

## Le modèle ennemi complexe

Le modèle de l'ennemi n'est, nous venons de le voir, ni simple, ni statique. Il s'apparente au nôtre. Ce modèle s'organise tout d'abord autour de ressources et de maîtrises : l'Avoir et l'Être. Chaque domaine dispose de ses propres ressources et de ses propres capacités de maîtrise, dont l'orientation générale doit être harmonisée avec celle des autres domaines. L'impérieuse nécessité de cette orientation est liée, en premier lieu, à la contrainte de cohérence, de cohésion, à laquelle l'organisation ou l'État doit sacrifier une partie de son énergie, au risque de disparaître. Cette orientation harmonisée est également l'une des conditions qui permettent à une organisation de viser un but collectif.

Enfin, cette organisation très mouvante baigne dans un milieu qui interagit avec elle et avec chacun des domaines principaux. L'optimisation des domaines est nécessaire afin de réduire autant que possible les contraintes, les frictions, nées de cette action du milieu. La désadaptation d'un domaine entraîne une friction différenciée sur ce domaine, ce qui contraint à dépenser encore plus d'énergie pour conserver la cohérence de l'organisation, tout en ralentissant l'ensemble. Au bilan, c'est l'interaction de ces modèles (ami et ennemi) qu'on va devoir étudier pour analyser comment agiront les forces appliquées et quels modèles principaux d'action pourront en magnifier les effets.

C'est ainsi que la force appliquée selon un tempo particulier produira des effets différents selon que sa cible est la masse, ou la maîtrise, les forces extérieures ou les forces de cohérence, ou encore si la force est appliquée au milieu dans

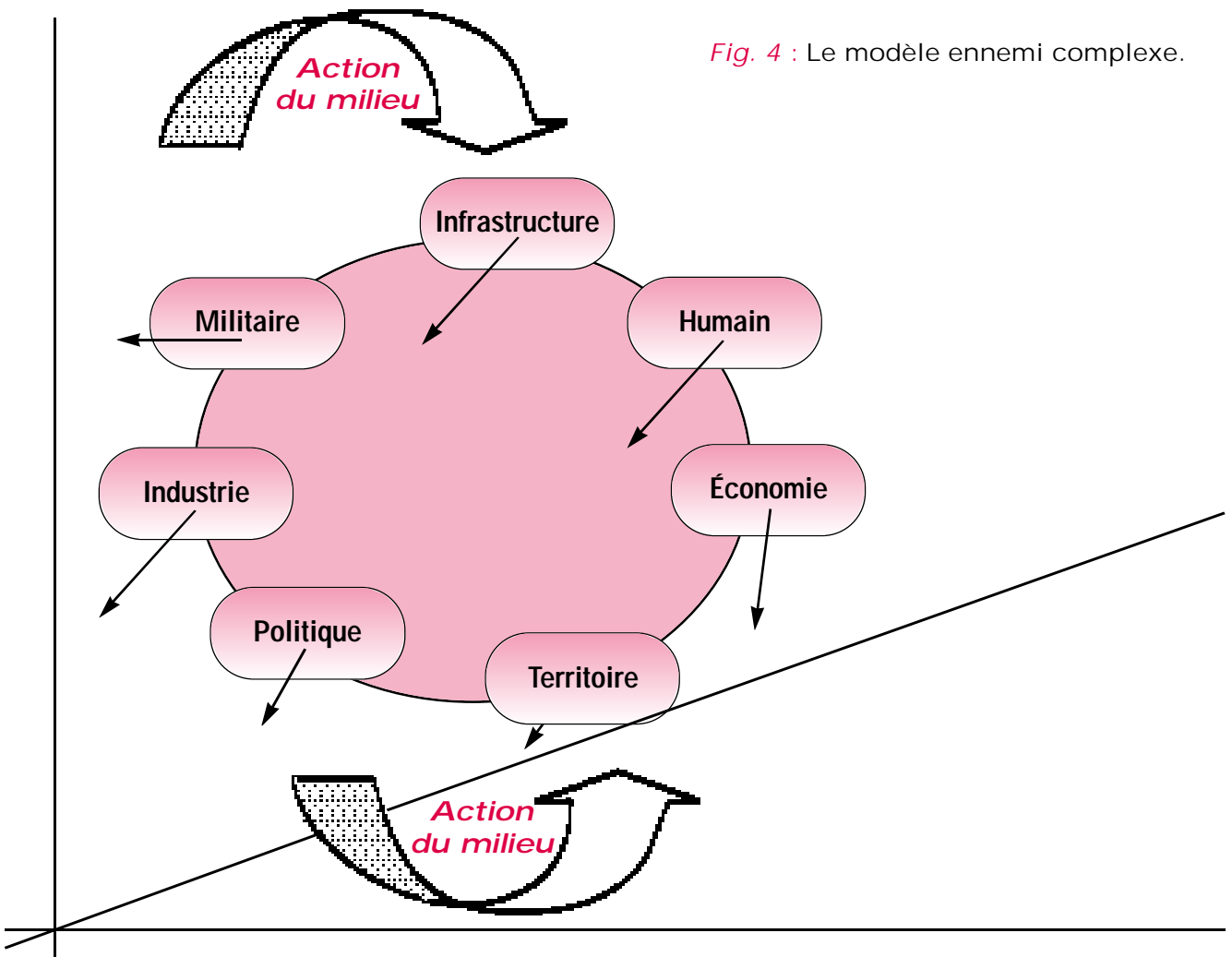


Fig. 4 : Le modèle ennemi complexe.

## Le modèle de l'adversaire et son milieu



Photo Arnaud Beinet

**Casque bleu en Ex-Yougoslavie : opération de guidage sur le terrain au moyen d'une photographie aérienne représentant le site.**

lequel évolue l'ennemi. La combinaison de ces options permet de dégager un modèle théorique adapté à la recherche d'effets particuliers, grâce auquel il sera possible d'obtenir des résultats combinés particulièrement efficaces.

### Conclusion

À ce stade, nous avons défini la force comme étant la conjugaison d'une masse et d'une maîtrise. Nous avons également proposé le modèle d'un ennemi que nous avons appelé « complexe », modèle animé, interagissant avec lui-même et avec son environnement. La nature complexe de l'ennemi permet d'identifier des modes d'action orientés sur les effets que l'on cherche à produire, car ce modèle rend compte des relations entre les différentes composantes tout en plaçant l'ennemi dans un milieu dans lequel il évolue.

La recherche d'un résultat particulier s'appuiera donc sur l'analyse de l'ennemi et sur l'emploi corrélé d'une force et d'un tempo adapté. Cette approche doit permettre de dégager suffisamment de puissance pour produire soit l'attrition (diminution des masses), soit la perte de la maî-

trise (diminution ou perturbation dans les volants, les commandements, les systèmes de commandement), ou encore le délitement (décomposition de la société par attaque des forces de cohérence). On peut également affecter le milieu par la force afin de s'opposer plus efficacement à l'avance de l'ennemi et de produire sur lui le maximum de friction à son déplacement vers ses objectifs. Le principal, dans cette perspective, est de dénier à l'ennemi le bénéfice de ses forces en l'obligeant à perdre de la puissance pour sauvegarder sa cohérence interne ou pour maintenir sa progression dans le milieu.

La nouveauté moderne apporte donc une palette considérable de modes opératoires et d'effets possibles, à travers lesquels les notions de défaites et de victoire se trouvent bouleversées : de la même manière qu'il n'est plus nécessaire de disposer d'armées nombreuses pour gagner la guerre, il est tout autant possible de la perdre sans tirer un seul coup de fusil.

Pour tirer pleinement parti de cette approche, la génération de puissance, à partir de la force, doit nécessairement s'appuyer sur les systèmes d'armes et de commandement qui offrent les constantes de temps les plus courtes afin de produire, dans les meilleures conditions de rentabilité, les effets recherchés. ●



Publication éditée par le Centre de documentation du CESA

---

**CESA - École militaire - 1, Place Joffre - BP 43 – 00445 ARMÉES**



École militaire, vue du Champ-de-Mars – Gravure de la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle