

# **LA GUERRE SANS** **L'ESPACE**



CRÉDITS : ISTOCK / GETTY IMAGES PLUSNASTCO

**LCL (AIR) PICOT NATHALIE**  
**STAGIAIRE PROMOTION 25**  
**ÉCOLE DE GUERRE**  
**2017-2018**



Pilote d'hélicoptère, mes altitudes de vol sont très éloignées de l'espace extra-atmosphérique !

Mes seuls contacts avec le domaine spatial ont été l'utilisation de mon GPS de bord, quasiment indispensable dans certaines missions, et la protection du Centre Spatial Guyanais où j'ai pu assister à de nombreux lancements des fusées Ariane, Soyouz et Véga aussi bien au sol qu'en vol.

Au delà de ces expériences incroyables, le milieu spatial m'était quasiment inconnu... j'ai découvert un domaine en perpétuelle évolution dont les enjeux futurs sont gigantesques.

Merci aux experts actuels du Commandement Interarmées de l'Espace, et aux anciens transférés à l'Ecole de Guerre qui ont pris le temps de répondre aux questions d'une néophyte.

Merci à mon directeur de mémoire, le lieutenant-colonel de Lespinois, pour avoir trouvé une approche pertinente et utile à un sujet assez classique sur l'histoire de l'aérospatial.

Merci évidemment à ceux qui ont supporté mes absences devant mon ordinateur et qui se sont du coup intéressés à cette problématique et plus globalement à l'Espace.

Beaucoup de données techniques sont classifiées, pour des raisons évidentes de protection de nos moyens de défense. Ce mémoire s'en tiendra donc aux données globales accessibles à un large public.

Je ne prétends rien révolutionner à travers ce mémoire, ni même marquer les esprits experts du domaine spatial... ma seule ambition est d'appuyer une prise de conscience nécessaire sur l'importance de l'Espace et sur nos vulnérabilités associées pour la réussite de nos opérations futures.

C'est déjà un beau challenge si je considère les diverses réactions suscitées par mon sujet de mémoire dans le milieu interarmées...

## RESUME

Depuis 60 ans, « *le domaine spatial est passé d'un statut aristocratique, invulnérable, scientifique et militaire à un statut démocratique, vulnérable et commercial* »<sup>1</sup>. Les moyens spatiaux, de plus en plus nombreux, sont aujourd'hui indispensables autant pour la vie quotidienne que pour les opérations militaires. La maîtrise de l'Espace fait partie intégrante de notre outil de défense et devient un enjeu majeur de crédibilité sur la scène internationale. En effet les différents satellites sont essentiels pour le positionnement, la navigation, la référence temporelle, l'observation et les communications. Multiplicateurs de forces et amplificateurs d'efficacité, les différents moyens spatiaux sont donc devenus vulnérables et fragiles dans un contexte de confrontations technologiques et militaires au sein d'un milieu de moins en moins sécurisé. La révolution spatiale ne doit pas rendre nos opérations militaires totalement dépendantes de ces nouveaux outils : leur utilisation optimale doit être associée à une résilience spatiale permettant la continuité des actions dans un contexte dégradé tout en passant par la robustesse et la redondance des systèmes. La « guerre sans l'Espace » reste évidemment possible si cette éventualité de situation est prise en compte et anticipée. Néanmoins il serait utopique d'envisager les mêmes effets et les mêmes modes d'action dans cette configuration. Si l'Espace est aujourd'hui indispensable à la « guerre », cela ne doit pas devenir un « talon d'Achille » pour notre outil de défense.

---

<sup>1</sup> présentation orale des enjeux de l'Espace aux stagiaires de l'Ecole de Guerre au sein d'Ariangroup le 04 janvier 2018.

## **ABSTRACT**

Over the past 60 years, « *the space field has passed from being an aristocratic, invulnerable, scientific and military domain to one that is democratic, vulnerable and commercial* »<sup>2</sup>. The uses of aerospace technology, increasingly varied, are as essential today for daily life as for military operations. The control of orbital space forms an integral part of our defense tool kit and has become key for credibility on the world stage. Our various satellites are essential for positioning, navigation, temporal reference, observation and communications. Multipliers of force and amplifiers of effectiveness, orbital space technology has become vulnerable and fragile in a context of technological and military confrontations in an international environment that is less and less secure. Our military operations should not become too dependent on the technology of the space revolution : their optimal use must form one part of a robust system, which allows for continuity and redundancy. “War without space” remains obviously possible if this possibility of situation is taken into account and is anticipated. Nevertheless it would be utopian to predict the same effects and the same modes of action in this configuration. If orbital space is essential to waging war effectively, it should not become an « *Achilles' heel* » for our defense tool kit.

---

<sup>2</sup> présentation orale des enjeux de l'Espace aux stagiaires de l'Ecole de Guerre au sein d' Ariangroup le 04 janvier 2018.

# **SOMMAIRE**

## **1. L'Espace au coeur de notre outil de défense : une réalité invisible.**

### 1.1. De la conquête de l'Espace à la banalisation de l'Espace

1.1.1. La conquête de l'Espace

1.1.2. La militarisation de l'Espace

1.1.3. La banalisation de l'Espace

### 1.2. La politique spatiale militaire de la France

1.2.1. Pour la France

1.2.2. Pour l'Europe

1.2.3. ... *versus* celle des Etats-Unis

### 1.3. La place de l'Espace dans la préparation et la conduite des opérations

1.3.1. Surveiller

1.3.2. Se renseigner

1.3.3. Communiquer

1.3.4. PNT (position, navigation, temps)

1.3.5. OODA (observation, orientation, décision, action)

## **2. Vulnérabilités, menaces et risques associés à nos moyens spatiaux : une réalité factuelle.**

### 2.1. Vulnérabilités

2.1.1. La spatio-dépendance

2.1.2. Une prise de conscience nécessaire

### 2.2. Menaces

2.2.1. ASAT (anti-satellite)

2.2.2. Les liaisons

2.2.3. Les armes laser

2.2.4. Les segments sol

2.2.5. L'espionnage

## 2.3.Risques.

2.3.1.Les débris

2.3.2.Le « syndrome de Kessler »

2.3.3.Les éruptions solaires

## **3. La guerre sans l'Espace : une réalité à anticiper.**

### 3.1.Résilience et redondance

3.1.1.Résilience

3.1.1.1.La résilience des moyens spatiaux

3.1.1.2.La spatio-résilience

3.1.2.Redondance

3.1.2.1.Dualité

3.1.2.2.Coopération

### 3.2.Les moyens secours

3.2.1.Surveiller

3.2.2.Se renseigner

3.2.3.Communiquer

3.2.4.PNT

3.2.5.OODA

### 3.3.Le mode opérationnel dégradé

3.3.1.L'entraînement et la préparation

3.3.2.Les limites

3.3.3. ... pour quel résultat ?

## INTRODUCTION

### **« CELUI QUI NE PRÉVOIT PAS LES CHOSES LOINTAINES S'EXPOSE À DES MALHEURS PROCHAINS » CONFUCIUS.**

*« L'espace extra-atmosphérique est devenu indispensable au fonctionnement de services essentiels. Dans le domaine militaire, le libre accès et l'utilisation de l'espace sont des conditions de notre autonomie stratégique. Ils rendent possible le maintien et le développement de capacités technologiques dont dépendent la qualité de notre outil de défense et, en particulier, la crédibilité de notre dissuasion nucléaire ».*<sup>3</sup>

Cet extrait du Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale (LBDSN) de 2013 démontre l'importance du domaine spatial pour notre outil de défense, réaffirmée récemment dans la dernière Revue Stratégique de la Défense et de la Sécurité Nationale (RSDSN) de 2017. La préservation et la protection de nos moyens spatiaux est un enjeu majeur dans l'environnement stratégique actuel caractérisé par l'instabilité et l'imprévisibilité. Les menaces sur ce domaine sont multiples et de plus en plus probables, créant une vulnérabilité qui doit être prise en compte.

Si la « *guerre des étoiles* »<sup>4</sup> n'est pas encore envisagée, la militarisation de l'espace, c'est à dire l'utilisation de moyens spatiaux pacifiques à des fins militaires, est quant à elle une réalité. En effet l'utilisation des satellites, fait partie intégrante du processus militaire, de la planification d'une opération, à sa conduite. Depuis 25 ans, aucune guerre n'a eu lieu dans l'Espace mais aucune guerre n'a eu lieu sans l'Espace ! « *La maîtrise de l'Espace est un important préalable à la victoire militaire* », comme le décrivait déjà le dictionnaire des termes militaires russes en 1965.

---

<sup>3</sup> Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale, Paris, Ministère de la Défense, avril 2013, chapitre 3, p.45.

<sup>4</sup> référence à la célèbre saga cinématographique « *Star wars* ».

Cette dépendance doit donc nous amener à anticiper les conflits de demain comme le prônait Confucius. Le Général Lance Lord, commandant de l'US Air Force Space Command affirmait en 2005 : « *You can't go to war and win without space* ». <sup>5</sup>

Alors compte-tenu des différentes menaces qui pèsent sur le domaine spatial dans l'environnement stratégique actuel, la France est elle encore aujourd'hui capable de faire la guerre efficacement sans l'Espace ?

Si la neutralisation totale n'est pas un scénario réaliste, la neutralisation partielle de nos moyens spatiaux est fortement probable. Dans ce contexte, nous devons être capables de nous adapter pour assurer la continuité de nos opérations de n'importe quelle nature et de n'importe quelle ampleur. La prise de conscience de cette réalité stratégique et la préparation en mode dégradé sont les clefs pour nous éviter un « *Pearl Harbor spatial* » <sup>6</sup>.

Nous reviendrons tout d'abord sur les différents aspects de notre dépendance spatiale avec un prisme militaire. Nous étudierons ensuite les différentes vulnérabilités, menaces et risques de ce système pour enfin réfléchir aux moyens développés pour assurer la continuité et la reprise de nos activités militaires sans l'Espace.

---

<sup>5</sup> traduction : « on ne peut pas faire la guerre et la gagner sans l'Espace ».

<sup>6</sup> risque mis en exergue en 2001 par la commission américaine dirigée par l'ancien secrétaire à la défense Donald Rumsfeld.

# **1. L'ESPACE AU COEUR DE NOTRE OUTIL DE DÉFENSE : UNE RÉALITÉ INVISIBLE.**

En se concentrant sur les activités humaines à la surface de notre planète, notre dépendance croissante aux moyens spatiaux est flagrante. Ils sont invisibles et discrets, et pourtant nos vies quotidiennes sont rythmées par leur utilisation : de la télévision à nos voitures en passant par nos cartes bancaires. Il a été établi statistiquement que, dans les sociétés occidentales modernes, un individu utilise en moyenne 47 satellites par jour. « *Paradoxalement ce service est si massivement utilisé qu'il en devient méconnu, dans la mesure où personne ne saurait mesurer sa véritable dépendance aux satellites* » comme l'explique le général Breton, commandant du CIE<sup>7</sup>, lors de son audition à la commission de la défense nationale en décembre 2017. Notre outil de défense n'y échappe pas, s'adaptant aux nouvelles technologies, il a su tirer profit de cette 4ème dimension au fil de son exploration.

## **1.1. DE LA CONQUÊTE SPATIALE À LA BANALISATION DE L'ESPACE**

### **1.1.1. LA CONQUÊTE DE L'ESPACE**

Le contexte de la Guerre Froide a donné lieu à une compétition militaire entre les Etats-Unis et l'Union Soviétique avec comme point d'orgue « l'Espace » dont l'utilisation idéologique était un enjeu de puissance et de démonstration sur la scène internationale. A partir des années 1950 cette « conquête de l'Espace » sur fond de rivalité bilatérale s'est d'abord placée comme un objectif militaire. Le lancement du premier satellite soviétique « *Sputnik 1* » en 1957 marque véritablement le début d'une nouvelle ère stratégique renvoyant le spectre d'une arme nucléaire placée en orbite. La conquête de la Lune et les différents développements technologiques ont ensuite ouvert la voie à des nouvelles options militaires de défense et d'offensive.

Rattrapés par des situations économiques difficiles et compte tenu de leur coût, beaucoup de ces projets sont ensuite abandonnés. C'est le cas notamment de l'Initiative de Défense

---

<sup>7</sup> Commandement Interarmées de l'Espace.

Stratégique (IDS, 1983) de Reagan qui prévoyait un arsenal de satellites tueurs protégeant les intérêts des Etats-Unis. Ce contexte économique et la diminution des tensions internationales de la Guerre Froide ont modifié la donne spatiale. D'enjeu militaire, l'Espace est devenu le seul milieu pacifique. Le Traité sur l'Espace<sup>8</sup> de 1967, largement ratifié par 98 pays, a consacré cette nouvelle philosophie de sanctuariser ce milieu, mentionnant l'usage pacifique de l'Espace mais en y interdisant seulement l'emploi d'armes de destruction massive. La voie est donc libre pour les autres types d'armes ...

## **1.1.2. LA MILITARISATION DE L'ESPACE**

L'arsenalisation n'est donc pas officiellement un objectif de la conquête spatiale, mais l'exploitation massive des moyens spatiaux actuels pour notre vie quotidienne et notamment pour les opérations militaires fait de l'Espace non pas un milieu armé mais plutôt un espace militarisé. L'Espace est devenu incontournable pour notre outil de défense : l'utilisation des satellites est consacrée pendant la première Guerre du Golfe. L'opération « *Desert Storm* » est souvent citée comme la première guerre spatiale, en effet quasiment tous les aspects de l'opération dépendaient de moyens spatiaux. Elle est d'ailleurs devenue le symbole de la supériorité technique militaire américaine. « *La militarisation de l'Espace est un fait acquis* » affirme le Général Breton, mais « *l'espace ne pourrait être considéré comme sanctuarisé car il pourrait constituer un milieu de confrontation comme les autres* ». <sup>9</sup>

## **1.1.3. LA BANALISATION DE L'ESPACE**

Comme cela est défini dans la RSDSN 2017<sup>10</sup>, les ruptures technologiques majeures et rapides ont banalisé l'accès à l'espace dont la maîtrise était jusqu'alors réservée à un nombre limité d'acteurs. Aujourd'hui, au moins 70 pays possèdent un moyen spatial national contre deux il y a 60 ans. Ce « club » spatial mondial reste néanmoins dominé par quatre puissances : les Etats-Unis, la Russie, la Chine et l'Union Européenne.

---

<sup>8</sup> « *Outer space treaty* » est un traité international ratifié en 1967 relatif à l'exploration et à l'utilisation de l'espace extra-atmosphérique.

<sup>9</sup> audition du Général Breton, chef du CIE, à la commission de la défense nationale, 20 décembre 2017.

<sup>10</sup> Revue stratégique de Défense et Sécurité nationale, octobre 2017.

Cette démocratisation de l'Espace permise par le « *New Space* »<sup>11</sup> a ouvert la voie de l'espace extra-atmosphérique à un éventail plus large d'utilisateurs et d'investisseurs comme les « *start up*<sup>12</sup> » ou les GAFAM<sup>13</sup>. L'émergence de l'industrie spatiale est également facilitée par la privatisation des capacités de lancement ainsi que la diminution des coûts afférents à l'image de la société SPACE X. Enfin la banalisation de l'Espace, c'est aussi la multiplication des micro-satellites comme ceux du « *One web*<sup>14</sup> » pour l'internet ou des nano-satellites de conception universitaire, les fameux « *cubesat*<sup>15</sup> ».

L'ouverture du spatial au monde civil a notamment permis un développement des satellites d'observation privés dont les données sont accessibles librement ou commercialement (exemple de « *Google Earth*<sup>16</sup> »). Certains fournisseurs mettent néanmoins des restrictions soit de zones soit dans les conditions de revente. Aujourd'hui le spatial est aisément accessible par tout Etat, ou groupe, dépourvu de moyen spatial, d'autant plus que l'exploitation des images est facilitée par la démocratisation des logiciels de traitement.

---

<sup>11</sup> l'expression « *new space* » désigne une ouverture de l'espace à de nouveaux acteurs et une extension du champ d'application des technologies spatiales.

<sup>12</sup> les « *start up* » désignent les jeunes entreprises novatrices dans le secteur des nouvelles technologies, sur Internet.

<sup>13</sup> Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft.

<sup>14</sup> le « *one web* » est un projet de constellation d'environ 650 satellites de télécommunications circulant sur une orbite basse pour fournir aux particuliers un accès mondial à Internet à haut débit à partir de 2022.

<sup>15</sup> le « *cubesat* » désigne un format de nano-satellites pour réduire les coûts de lancement des très petits satellites et ainsi permettre de développer et de placer en orbite leurs propres engins spatiaux.

<sup>16</sup> « *Google Earth* » est un logiciel, propriété de la société Google, permettant une visualisation de la Terre avec un assemblage de photographies aériennes ou satellitaires

## **1.2. LA POLITIQUE SPATIALE MILITAIRE DE LA FRANCE.**

### **1.2.1. POUR LA FRANCE**

De nombreux pays ont pris conscience de l'importance de ce milieu et ont développé une industrie spatiale afin d'acquérir une capacité autonome d'accès à l'espace, c'est la cas de la France qui a entraîné l'Europe avec elle. Le programme spatial français est né au début des années 1960 sous l'impulsion du Général De Gaulle. Dès 1961, la France s'est dotée d'une agence spatiale, le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). Historiquement, elle devient la troisième nation à accéder de façon autonome à l'Espace en 1965 après l'Union Soviétique et les Etats-Unis. Elle demeure aujourd'hui la première puissance spatiale européenne.

La France a développé une politique spatiale militaire autour du concept souverain d'autonomie stratégique reposant sur trois piliers : sa liberté d'action, son autonomie d'accès à l'Espace pour des usages pacifiques, ainsi que sur la protection de ses moyens spatiaux. Le CIE, créé en 2010, est chargé de l'élaboration et de la mise en oeuvre de cette politique spatiale militaire. Ces différents enjeux et défis sont largement développés dans le dernier livre blanc et la dernière revue stratégique, d'ailleurs la prochaine loi de programmation militaire 2019-2025 prévoit une large place au renouvellement des moyens spatiaux français.

Sur le plan juridique, la France a été l'un des premiers états à rédiger une loi propre sur les opérations spatiales (LOS<sup>17</sup> de juin 2008) afin de combler en partie les vides réglementaires dans ce domaine, en fixant des codes de « bonne conduite ». Même si le caractère global de l'Espace impose des décisions internationales, c'est un premier pas significatif qui mériterait d'être suivi à l'échelle internationale ...

### **1.2.2. POUR L'EUROPE**

Dans le domaine spatial, le cadre européen constitue le niveau le plus pertinent pour atteindre les objectifs de la France dans de nombreux programmes d'envergure. La

---

<sup>17</sup> LOS: loi sur les opérations spatiales n° 2008-518 du 3 juin 2008 parue au JO n° 129 du 4 juin 2008. Le texte prévoit de clarifier les règles d'engagement de la responsabilité de l'État et des opérateurs.

France prend donc une part active dans la mise en oeuvre de la PSE (Politique Spatiale Européenne) et de grands programmes emblématiques de l'Union Européenne (UE) (GALILEO, système de positionnement et de datation autonome, et COPERNICUS, programme de surveillance de la Terre). L'entrée en vigueur du traité de Lisbonne<sup>18</sup> est un jalon important dans cette construction : il fait de l'Espace une compétence partagée entre l'UE et ses membres.

L'Europe s'est lancée à grand pas dans l'exploitation de l'Espace avec l'Agence Spatiale Européenne, qui coordonne, depuis sa création en 1975, les projets spatiaux menés en commun par une vingtaine de pays européens. L'autonomie d'accès à l'espace est permise grâce au programme de lanceurs européens (Ariane, Soyouz et Véga) depuis le centre spatial guyanais à Kourou. Le Centre Satellitaires de l'UE (CSUE) est également une agence de l'UE, créée en 2002, chargée de la coordination du renseignement image d'origine spatiale, dans le cadre de la PSDC (Politique de Sécurité et de Défense Commune) pour contribuer à la « *space situation awareness* »<sup>19</sup>.

D'autres projets spatiaux sont en cours: un de l'AED (Agence Européenne de Défense), le GOVSATCOM concernant la communication par satellites sécurisée gouvernementale, et un autre mené par la commission européenne elle-même concernant la surveillance avancée de l'Espace : le « *space system tracking* » (SST).

### **1.2.3. ...VS CELLE DES ETATS-UNIS.**

Depuis 30 ans, les Etats-Unis ont fait de l'Espace un fondement de leur supériorité stratégique et multiplient les efforts pour conserver leur prééminence dans ce domaine. Le programme spatial des Etats-Unis est le plus important financièrement au monde (quatre fois le budget spatial européen). Le programme spatial américain est pris en charge par le département de la défense (DOD) et plusieurs agences spécialisées, dont la principale la NASA (« *National Aeronautiques and Space Administration* ») créée à la fin des années 50.

---

<sup>18</sup> Le traité de Lisbonne est un traité signé le 13 décembre 2007 à Lisbonne entre les vingt-sept États membres de l'Union européenne, qui transforme l'architecture institutionnelle de l'Union.

<sup>19</sup> le programme « *space situation awareness* » vise à fournir des informations et des services indépendants concernant l'environnement, les menaces et l'exploitation durable de la région de l'espace autour de la planète Terre.

Leur avance stratégique dans le domaine spatial s'explique par l'influence des doctrines navales de l'Amiral Mahan sur la quatrième dimension. Ils ont fait de l'Espace leur domaine de manoeuvre à l'image du domaine maritime au XIXe siècle. Au niveau militaire, l' « *Air Force Space Command* » est la force spatiale armée unique américaine intégrée au sein de l'USAF<sup>20</sup> depuis 1982.

Des parlementaires américains ont officiellement demandé, le jeudi 22 juin 2017, qu'un « *Space corps* » soit créé. Celui-ci fonctionnerait, comme la Navy, les Marines et l'Air Force, de manière plus indépendante et autonome.

### **1.3. LA PLACE DE L'ESPACE DANS LA PRÉPARATION ET LA CONDUITE DES OPÉRATIONS.**

Les moyens spatiaux interviennent directement dans quasiment tous les aspects d'une opération militaire, ils permettent aux forces armées de bénéficier de capacités opérationnelles essentielles. Ils constituent l'épine dorsale de tous les grands systèmes de défense, organisés en réseaux fonctionnant en temps réel. La moitié des satellites lancés depuis 1957 sont des satellites à vocation militaire, témoignant ainsi de l'importance de l'Espace pour la défense.

Par nature l'Espace est un point haut, il permet théoriquement aussi bien d'acquérir des informations sur l'état des forces que de dominer l'éventuel champ de bataille et de communiquer. Capables de survoler sans contrainte toutes les parties de la planète, les satellites à vocation de défense sont majoritairement utilisés pour l'observation, l'alerte, les communications et le positionnement. Ils sont situés soit en orbites basses (LEO<sup>21</sup>) ou moyennes (MEO<sup>22</sup>) en survol régulier à la surface du globe, soit en orbite géostationnaire (GEO<sup>23</sup>) pour garantir la permanence de la couverture de larges zones du globe.

---

<sup>20</sup> US Air Force.

<sup>21</sup> « *Low Earth Orbit* » est une zone de l'orbite terrestre allant jusqu'à 2 000 kilomètres d'altitude.

<sup>22</sup> « *Medium Earth Orbit* », est une orbite autour de la Terre située entre 2 000 et 35 786 kilomètres d'altitude.

<sup>23</sup> « *GEostationary Orbit* » est une orbite circulaire autour de la Terre. Un objet placé sur une orbite géostationnaire reste en permanence au-dessus du même point de l'équateur. L'orbite géostationnaire autour de la Terre se situe à une altitude de 35 860 km.

### **1.3.1. SURVEILLER**

*« Le milieu exo-atmosphérique revêt une importance cruciale pour l'ensemble de nos capacités de défense. Il est devenu un champ de vulnérabilité croissante pour nos moyens de commandement et de surveillance. La surveillance des objets en orbite basse (...) est indispensable pour assurer la sécurité de nos moyens spatiaux et la conduite de nos opérations (...). Une capacité d'alerte avancée permettrait de mieux caractériser la menace balistique, de déterminer l'origine d'un tir et d'évaluer la zone ciblée ».<sup>24</sup>*

La surveillance de l'Espace est donc essentielle et fait partie intégrante de la fonction stratégique « Connaissance et Anticipation ». Le système français repose sur le démonstrateur GRAVES (Grand Réseau Adapté à la VEille Spatiale) chargé de la détection et du suivi des satellites et des objets de l'ordre du mètre, évoluant en orbites terrestres basses. Il est développé par l'ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales), et est en service depuis 2005. Il est sous le contrôle du CDAOA (Commandement de la Défense Aérienne et des Opérations Aériennes). Il répertorie les objets dont plusieurs dizaines de satellites qui passent au-dessus de la France, pour lesquels aucune information n'existe, et jugés sensibles par les armées. Les informations peuvent être affinées par les données des radars SATAM<sup>25</sup> positionnés sur les champs de tir militaires, permettant un suivi « non autonome » de certains objets.

La rénovation prochaine du démonstrateur GRAVES améliorera sa capacité de détection, mais elle ne lui permettra malheureusement pas de détecter des nano-satellites à l'horizon 2025... Ce système rare fait partie du projet SST européen visant à doter l'UE d'un moyen autonome de surveillance et de suivi de l'espace.

Pour la surveillance des satellites en orbite moyenne et géostationnaire, la France utilise des télescopes du réseau TAROT<sup>26</sup>, et le CIE vient de signer un contrat avec ArianGroup pour bénéficier des données recueillies par son réseau mondial d'observation GEOTRACKER.

L'alerte avancée est un élément primordial pour la protection des systèmes spatiaux, elle permet la détection et l'identification des tirs de missiles balistiques. Cette capacité

---

<sup>24</sup> RSDSN 2017, chapitre 5, p.81.

<sup>25</sup> SATAM: Système d'Acquisition et de Trajectographie des Avions et des Munitions.

<sup>26</sup> TAROT: télescopes à Action Rapide pour les Objets Transitoires.

manquante à la France (après l'abandon du système SPIRALE<sup>27</sup> pour cause budgétaire) ne lui permet pas d'avoir un modèle « spatial » militaire totalement complet nécessaire à son outil de défense et de sécurité. Cette aptitude est aussi une capacité manquante au niveau européen pour acquérir une autonomie stratégique totale ... comblée en partie par les capacités DMB<sup>28</sup> de l'OTAN<sup>29</sup> reposant sur les moyens satellitaires américains.

De l'autre côté de l'Atlantique, le système de surveillance et d'alerte satellitaires américain peut à tout moment détecter le départ d'un missile balistique partout sur le globe, calculer sa trajectoire et son lieu d'impact, et donner l'alerte pour préparer la riposte éventuelle. Le système DSP (« *Defense Support Program* ») actuellement en place sera remplacé par le système SBIRS (« *Space-Based Infrared System* »). Depuis plusieurs années les grands drones de type MALE (Moyenne altitude et longue endurance) et HALE (Haute altitude et longue endurance) viennent enrichir ces dispositifs de surveillance.

### **1.3.2. SE RENSEIGNER**

L'Espace permet une connaissance et une évaluation autonome des situations et des risques. Dans la phase de planification et préparation des opérations, les données d'origine spatiale sont fondamentales et complémentaires des autres sources de renseignement. C'est le cas notamment pour les MNT (Modèles Numériques de Terrains) 2D et 3D<sup>30</sup> permettant le guidage autonome des missiles, pour les différents dossiers de ciblage (incluant les dossiers d'objectifs et d'évaluation du risque de dommage collatéral), ainsi que pour les informations météorologiques et océanographiques indispensables avant la projection de forces et de puissance.

Les satellites offrent une capacité d'observation non intrusive, avec une relative discrétion, sur l'ensemble du globe permettant de recueillir en tout temps, en tout lieu et avec une certaine répétitivité, des informations de nature tactique, opérationnelle et stratégique. Ces

---

<sup>27</sup> le Système Préparatoire Infra-Rouge pour l'ALerte est un système militaire expérimental français destiné à mettre au point les techniques de détection de tir de missiles balistiques depuis l'espace. Les satellites sont lancés en 2009 et ont achevé leur mission en 2011.

<sup>28</sup> Défense anti Missiles Balistiques.

<sup>29</sup> Organisation du Traité de l'Atlantique Nord.

<sup>30</sup> en deux dimensions et trois dimensions.

données apportent aux autorités des éléments de contexte décisifs permettant d'anticiper et de gérer les crises avec réactivité. L'observation de la Terre depuis l'espace bénéficie d'un avantage incontestable par rapport à l'observation aérienne: sa légalité.

Les images satellites peuvent également avoir une utilisation diplomatique dans la gestion de crise, l'épisode des missiles de Cuba en est le premier exemple et la non-intervention française en Irak en 2003 est l'exemple le plus pertinent de cette autonomie décisionnelle permise avec nos moyens spatiaux<sup>31</sup>.

Parmi les satellites d'observation militaires aujourd'hui en service, on peut citer les deux satellites français HELIOS II (dérivés des satellites civils SPOT) qui réalisent des images dans les domaines visible et infrarouge en noir et blanc, ainsi que les deux satellites civils PLEIADES IV qui produisent des images de jour en couleur avec une résolution de 70 cm environ. Quant à l'imagerie radar, elle est aujourd'hui l'apanage des systèmes allemands (SAR-LUPE) et italien (COSMO SKYMED). Ce spectre complet des capacités d'observation spatiale est un des piliers de notre outil de renseignement.

Le système HELIOS doit être remplacé par la composante spatiale optique (CSO), ex-MUSIS (« *Multinational Space-based Imaging System for Surveillance* »), un programme français de 3 satellites militaires d'observation. Les 3 satellites CSO apporteront des améliorations significatives en termes de précision, de qualité, de temps de revisite par rapport aux satellites HELIOS.

En ce qui concerne le renseignement d'origine électromagnétique (ROEM), la France possède les micro-satellites militaires d'écoute du démonstrateur ELISA (« *ELectronic Intelligence Satellite* ») qui permettent la détection de radars depuis l'Espace (localisation et caractérisation des moyens de défense anti-aériens pour les contourner ou les leurrer en cas de conflits). Cette compétence rare est unique en Europe. Le programme opérationnel CERES (Capacité de Renseignement Electromagnétique Spatial) est le futur système d'écoute opérationnel, il sera composé de 3 satellites à l'horizon 2020.

---

<sup>31</sup>Les renseignements issus des satellites Hélios n'ont pas fourni d'éléments fiables à la France sur la présence d'armes de destruction massives en Irak, objet d'une résolution d'intervention.

La France a fait le choix d'avoir un coeur « souverain » en matière de renseignement mais d'autres moyens complémentaires sont disponibles soit en coopération soit en dualité civile-militaire. L'intégrité des informations fournies par ces moyens complémentaires est néanmoins un garant de notre autonomie décisionnelle.

### **1.3.3. COMMUNIQUER**

L'Espace permet de déployer à temps des moyens terrestres permettant la transmission et la diffusion de flux d'informations de toute nature. En l'absence d'infrastructures, ou sur terrain accidenté, les communications par satellites sont essentielles. Dans les autres cas, la majorité des télécommunications peuvent passer par le GSM (« *Global System for Mobile Communications* ») dont 80% sont transmises par fibre optique.

Les satellites de télécommunication sont des outils complémentaires des moyens terrestres en télécommunication permettant la transmission d'information. Dans la conduite des opérations militaires, seul ou en coalition, les moyens spatiaux offrent une capacité d'échange rapide des différentes informations, y compris à très longue distance entre les différents acteurs et les centres de commandement.

Le système SYRACUSE III (SYstème de RAdioCommunication Utilisant un SatellitE) est le nom de la dernière version du programme français de satellites de télécommunication militaire. Il est composé de deux satellites géostationnaires et d'un segment sol composé de deux stations. SYRACUSE permet d'assurer l'ensemble des communications militaires entre la France et les unités déployées sur les théâtres d'opérations. Il participe à la conduite des opérations pour le commandement, le renseignement, et la logistique.

Grâce à un partenariat entre la France et l'Italie, l'utilisation du satellite dual ATHENA-FIDUS (« *Access on Theatres for European Allied Forces nations-French Italian Dual Use Satellite* ») et du satellite militaire SICRAL 2 complètent efficacement nos capacités de communications.

Le programme de communication par satellite de nouvelle génération (COMSAT NG), permettra à l'horizon 2021-2023 le remplacement des satellites SYRACUSE. Les satellites réalisés, seront plus efficaces et plus résistants au brouillage.

### **1.3.4. PNT (POSITION-NAVIGATION-TEMPS)**

L'Espace permet d'élaborer et transmettre des informations permettant de se positionner, de coordonner des opérations et de se déployer précisément. Nos capacités militaires reposent fortement sur la disponibilité, la fiabilité et l'intégrité des informations de PNT.

Pour des raisons de simplicité d'emploi et d'intégration, l'utilisation des systèmes de radionavigation par satellites et notamment par le GPS (« *Global Positioning System* ») américain s'est imposée. Ces satellites permettent la navigation, le positionnement et la synchronisation des bases temps pour coordonner les opérations. Ils contribuent à la projection de force et de puissance, facilitant les déplacements, autorisant des frappes de grande précision à longue distance en réduisant les risques de dommages collatéraux.

Avant l'ouverture du service GPS de l'USAF, la radionavigation reposait exclusivement sur des réseaux de balises terrestres. Même s'il ne fut déclaré opérationnel qu'en 1994, ce service GPS montra dès la première guerre du Golfe qu'il répondait aux besoins militaires en offrant une couverture mondiale et une grande précision tout en utilisant des récepteurs de petite taille.

Lors de la deuxième guerre d'Irak, plus de 70% des munitions de précision américaines ont été guidées par satellites, principalement grâce au GPS. Ce système universel, gratuit et précis<sup>32</sup>, est largement utilisé et intégré au système de défense français. Au niveau militaire, les forces armées de l'OTAN utilisent le signal GPS crypté dans le cadre d'un accord multilatéral. La France a en outre la capacité de fabriquer sur son territoire des récepteurs GPS militaires à partir de puces américaines.

La Russie a créé son propre système, le GLONASS, dont la constellation a été un temps fortement réduite faute de priorité financière. Ce système retrouve actuellement sa pleine capacité. La Chine, quant à elle, n'est pas en reste avec le système BEIDOU complètement autonome, prévu pour 2020.

---

<sup>32</sup> avec l'abandon de la « *selective availability* » (dégradation volontaire de la précision du système) sous l'administration Clinton.

Compte-tenu de l'importance stratégique de l'information de localisation et de datation, l'Europe a décidé de mettre elle aussi en place son propre système de radionavigation par satellites: GALILEO. Ce système civil doit être opérationnel en 2020. Il proposera aussi un service sécurisé réservé aux usages gouvernementaux: le PRS («*Public Regulated Service* »). Des applications à des fins de défense et de sécurité sont également envisagées.

### **1.3.5. OODA (OBSERVER-ORIENTER-DECIDER-AGIR)**

L'Espace, à travers les différents moyens spatiaux, permet d'accélérer le processus décisionnel. La célèbre boucle OODA (Observation-Orientation-Décision-Action) de John Boyd<sup>33</sup> fait intervenir à chaque étape des moyens spatiaux qui permettent par la précision des informations, la vitesse de transmission des données et la capacité à interopérer avec les différents acteurs et systèmes d'armes, de réduire la temporisation des différentes opérations.



La clef, selon Boyd, permettant d'atteindre un avantage au niveau de la vitesse et de la précision de la boucle OODA, réside en particulier sur une orientation efficace et sûre, à laquelle participe largement les moyens spatiaux actuels.

La France possède des capacités autonomes pour réaliser cette boucle décisionnelle. La capacité d'alerte avancée, déjà évoquée, est le seul maillon manquant pour réduire encore plus la vitesse de rotation de cette boucle.

---

<sup>33</sup> Le colonel John Richard Boyd était un pilote de chasse de l'United States Air Force chercheur et consultant du Pentagone de la fin du xx<sup>e</sup> siècle.

Une des capacités opérationnelles nécessaire à la cohérence de notre système de défense, et détaillée dans la dernière revue stratégique, est notre capacité à assurer la sécurité de nos moyens spatiaux. Cela suppose évidemment une connaissance et un suivi de la situation spatiale car les risques de perte de contrôle ou de détournement des satellites sont de plus en plus probables.

## **2. VULNÉRABILITÉS, MENACES ET RISQUES ASSOCIÉS À NOS MOYENS SPATIAUX : UNE RÉALITÉ FACTUELLE.**

Inéluctablement, les satellites vont devenir des cibles de choix dans les conflits du futur. Ils sont bien évidemment soumis aux dangers propres de l'environnement spatial, mais chacun de ses composants peut aussi faire l'objet de menaces diverses. Par ailleurs, une dépendance excessive vis-à-vis de l'espace peut engendrer de nouvelles vulnérabilités.

### **2.1. VULNÉRABILITÉS.**

#### **2.1.1. LA SPATIO-DÉPENDANCE.**

Les systèmes spatiaux influencent le tempo même des opérations en réduisant la boucle décisionnelle. De plus, intégrés aux systèmes d'arme, ils accroissent de manière significative l'efficacité opérationnelle de l'action militaire. La maîtrise de l'espace extra-atmosphérique représente donc un défi permanent car le nombre d'applications reposant sur la mise en oeuvre de satellites ne cesse de croître. L'utilisation exclusive de systèmes spatiaux peut donc se révéler comme une source de vulnérabilité.

Une défaillance ou une neutralisation des capacités spatiales engendre de graves conséquences sur notre vie quotidienne, sur notre action militaire et affaiblit la capacité de résilience de la nation. Les moyens spatiaux représentent un multiplicateur de forces qui confère un avantage sur l'adversaire. A ce titre il devient difficile d'envisager de s'en affranchir dans le contexte actuel.

A titre d'exemple, le général Breton indique quelques chiffres significatifs du soutien spatial aux opérations: « *en 2016, nous avons acquis 45 883 images de toute nature, soit environ 10% de plus que l'année précédente.(...) 120 images par jour en moyenne ont été prises sur toute la surface du globe. Nous avons déployé 93 stations de télécommunication par satellite dans tous les endroits du monde où les forces françaises sont en opérations. Quasiment toutes les missions durant lesquelles nous avons délivré des armements (...) ont utilisé le GPS* ». <sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> audition du Général Breton, chef du CIE, à la commission de la défense nationale, 20 décembre 2017.

La spatio-dépendance est aujourd'hui un « talon d'Achille » pour notre système de défense : à la fois une force mais aussi une fragilité car bien qu'éloignés, les moyens spatiaux ne sont pas invulnérables.

### **2.1.2. UNE PRISE DE CONSCIENCE NÉCESSAIRE.**

Il y a six ans, l'Air Force américaine a mené une étude imaginant ce qui arriverait aux soldats américains s'ils étaient privés de leurs satellites. Cette expérience, appelée « *A Day Without Space* »<sup>35</sup>, a révélé les failles du système de défense américain, soulignant sa dépendance stratégique à ces technologies et ces ressources numériques (250 000 systèmes militaires américains dépendent du GPS). Si les chiffres ne sont pas connus précisément pour le système de défense français, cette dépendance est tout aussi flagrante. Ceci n'est pas une fatalité si l'on est conscient de cette vulnérabilité et que des plans d'action sont élaborés pour la contrer.

C'est pourquoi, la réflexion est nécessaire. Différents scénarios sont d'ailleurs en cours d'étude au niveau du CIE afin d'anticiper les futures opérations spatiales. De plus, le CEAM<sup>36</sup> développe des doctrines de NAVWAR (ou guerre du PNT) et des concepts de déni d'accès à l'Espace en collaboration étroite avec le CICDE<sup>37</sup>.

## **2.2. LES MENACES.**

Historiquement les armes anti-satellites (ASAT) ont été développées par les Etats-Unis et la Russie dans un contexte de Guerre Froide. Des recherches sont cependant toujours entreprises dans ce domaine. Ces armes sont fondées aussi bien sur la destruction des satellites que sur leur mise hors service, par le biais de brouilleurs, lasers, micro-ondes à fortes puissances ou de prise de contrôle des stations sol. La menace peut aussi bien prendre la forme d'une attaque conventionnelle sur le satellite ou la station sol, que la forme d'une cyber-attaque spatiale par une intrusion informatique ou un brouillage des liaisons montantes ou descendantes.

---

<sup>35</sup> traduction : « un jour sans l'Espace ».

<sup>36</sup> CEAM: Centre d'expertise aérienne militaire.

<sup>37</sup> CICDE: Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations.

### 2.2.1. ASAT

La destruction directe d'objets spatiaux par un missile a déjà été testée par les Etats-Unis, la Russie et la Chine. Les lacunes du traité de 1967, déjà évoquées, ont permis le développement de ces technologies ASAT.

Les Etats-Unis ont procédé par exemple en 1962 à un essai « *starfish*<sup>38</sup> » qui consistait à réaliser un test nucléaire à haute altitude. Cela a entraîné de nombreux dégâts et pannes de satellites sur l'orbite basse, principalement dus aux radiations. Ils ont également testé un MHV (« *Miniature Homing Vehicle* » ou ASM-13) lancé depuis un F15 sur un de leur vieux satellite en 1985.

Dans les années 1970, le programme ALMAZ russe a également permis de positionner des canons spatiaux sur des satellites à priori civils. La Russie travaille encore aujourd'hui sur des satellites capables de changer d'orbite, pouvant ainsi être utilisés comme « tueurs de satellite ».

La Chine, quant à elle, a détruit un de ses vieux satellites météorologiques en janvier 2007 avec un missile SC-19 et a testé l'envoi d'un satellite avec un « bras grappin » permettant d'accrocher d'autres moyens spatiaux.

Pour tous ces exemples, les Etats n'ont jamais reconnu le côté militaire de leurs expérimentations, invoquant de simples recherches scientifiques. La « *martialisation de l'Espace* », concept développé par le Colonel Jean-Luc Lefebvre<sup>39</sup>, prend alors tout son sens. En effet sous couvert d'objectifs civils, des états peuvent financer ouvertement des technologies potentiellement ASAT. Pour le reste certains « *black programs*<sup>40</sup> » spatiaux ne donnent aucune information sur leur contenu.

---

<sup>38</sup> les États-Unis lancèrent une bombe nucléaire de 1,4 mégatonne dans l'espace, à 400 km au-dessus de l'océan Pacifique.

<sup>39</sup> LEFEBVRE Jean-Luc (colonel) *Stratégie spatiale, penser la guerre des étoiles: une vision française*, Sceau, l'esprit du livre éditions, 2011, 404 p.

<sup>40</sup> programmes secrets.

En 2005 un projet de résolution de l'ONU prévoyait de bannir toutes les armes dans le domaine spatial, cette résolution fut bloquée par les Etats-Unis qui officiellement ne s'interdisent pas cette pratique en cas de besoin. Le programme de défense anti-missile américain est au coeur de leurs priorités stratégiques. Certaines phases de déploiement de missiles balistiques intercontinentaux se déroulant dans l'espace, cela contribue à la porosité de la frontière entre défense anti-missile et armes ASAT.

La France, quant à elle, confirme et réaffirme sa volonté d'une utilisation pacifique de l'Espace tout en assurant une surveillance de ce nouveau champs de bataille.

Ces méthodes de destruction directe génèrent de nombreux débris spatiaux dangereux pour les usagers des orbites concernées. L'attaque ciblée devient donc un risque global. D'où l'intérêt de mettre au point des armes permettant de rendre un satellite inopérant à distance sans craindre un éparpillement général de débris dangereux pour l'attaquant.

## **2.2.2. LE BROUILLAGE DES LIAISONS DE DONNÉES**

C'est le cas du brouillage des « *lignes de communication immatérielles*<sup>41</sup> » entre les moyens spatiaux et les segments sol (liaisons montantes ou descendantes), qui permettent de neutraliser ou fausser les informations transmises. Au coeur des défis de la cyber-sécurité, la protection et le renforcement des liaisons est un enjeu opérationnel pour garantir l'intégrité des données transmises. Les évolutions technologiques permettent certaines avancées dans ce domaine pour les nouveaux projets de systèmes spatiaux.

Le brouillage volontaire des satellites, notamment de géolocalisation, permet de désorganiser les opérations. La Corée du Nord est suspectée d'avoir utilisé en 2016 ce type d'action sur les systèmes de localisation de navires sud-coréens, sans créer cependant d'accident. La fonction de « *Space Agressor*<sup>42</sup> » est d'ailleurs officielle aux Etats-Unis, puisque que deux escadrons créés en 2001 possèdent des moyens leur permettant lors d'exercices réalistes de réellement brouiller les signaux satellitaires utilisés (GPS inclus). Devant la montée en puissance du cyber-terrorisme, la sécurité des satellites est devenue un problème majeur pour les utilisateurs et les constructeurs.

---

<sup>41</sup> concept développé par John J. Klein dans son ouvrage *Space, strategy, principles and policy*.

<sup>42</sup> unité spéciale pour préparer les soldats de l'US Air Force à de potentiels conflits spatiaux.

### **2.2.3. LES ARMES LASER**

Les armes laser (ou à énergie dirigées) ont par ailleurs vocation à neutraliser un satellite sans le détruire physiquement. Elles peuvent éblouir et donc « aveugler » des satellites d'observation, mais aussi créer des dysfonctionnements internes les rendant inopérants.

En fonction de la puissance du laser on passe du simple brouillage des informations à la destruction des capteurs. Cette technique d'éblouissement peut aussi être utilisée dans le cadre d'un « déni d'accès », en aveuglant des satellites adverses sur certaines zones d'opérations sensibles.

### **2.2.4. SENSIBILITÉ DES SEGMENTS SOL**

Le point faible des systèmes spatiaux est également sur terre avec les menaces conventionnelles pesant sur les « segments sol ». Dans ce domaine, les sites sécurisés sont connus et généralement regroupés.

Ce sont des cibles potentielles, par exemple pour des groupes terroristes, pour perturber les transmissions des informations fournies par les moyens spatiaux. La redondance et la résilience des capteurs et récepteurs sont les deux options pour se prémunir de ce type de menaces.

### **2.2.5. L'ESPIONNAGE**

L'espionnage existe depuis la conquête de l'Espace. Les Etats-Unis font un premier pas vers l'espionnage en 1959 avec leur programme de satellites espions CORONA puis KEY HOLE, officiellement sous couvert de recherches biologiques pour surveiller le développement des missiles balistiques russes.

En 2016, le général Jean-Daniel Testé, alors à la tête du CIE, révèle qu'un satellite de télécommunication SYRACUSE a été surveillé de près par un « objet spatial » inconnu avec « *la certitude que les Russes, les Chinois et les Américains ont mis au point des systèmes destinés à aller observer et écouter au plus près les systèmes spatiaux d'autres*

*pays, ce qui pose de graves questions en termes de sécurité* <sup>43</sup> ». Autre exemple, celui du satellite russe LUSH qui a été suivi alors qu'il venait « butiner » de façon suspecte à proximité d'un satellite américain INTELSAT en orbite géostationnaire.

L'espionnage spatial est une réalité factuelle avec la multiplication des satellites « butineurs » suivis par les radars de surveillance. Le développement des drones spatiaux à l'image du Boeing X-37 américain, suscite également de nombreuses questions sur leurs missions officieuses.

Ces événements se multiplient, et les Etats communiquent peu sur ces activités, illustrant ainsi l'importance stratégique de ce milieu.

## **2.3. LES RISQUES.**

### **2.3.1. LES DÉBRIS.**

Le risque de collision avec des débris spatiaux devient de plus en plus important après 60 ans d'exploitation de l'Espace. Ils constituent un danger potentiel majeur pour les satellites opérationnels. Selon l'IADC (*Inter Agency Debris Committee*), les débris spatiaux sont « *tous les objets, y compris les fragments ou éléments d'objets, produits par l'homme qui sont en orbite autour de la Terre ou qui rentrent dans l'atmosphère et qui ne sont pas opérationnels* ». Les débris spatiaux sont donc des satellites, des fragments de satellites ou de fusées. Leur dangerosité est liée à leur énergie cinétique d'environ 40 000 km/h.

Les orbites géostationnaires sont peu touchées par ce phénomène d'un point de vue technique (pas de débris de lanceurs, moins de satellites) et d'un point de vue magnétique (création de « cimetières magnétiques » à quelques kilomètres de l'orbite).

Parmi tous ces petits bouts de ferraille potentiellement destructeurs, près de 19 000 sont d'une taille suffisante pour voir leur trajectoire surveillée en permanence par les systèmes de radars au sol. Cinq pays seulement assurent ce suivi, qui prend la forme de catalogues orbitaux actualisés en temps réel et en permanence : les Etats-Unis, la Russie, la Chine, le Japon et la France. De ces cinq catalogues, seul celui fourni par les Américains (qui ont

---

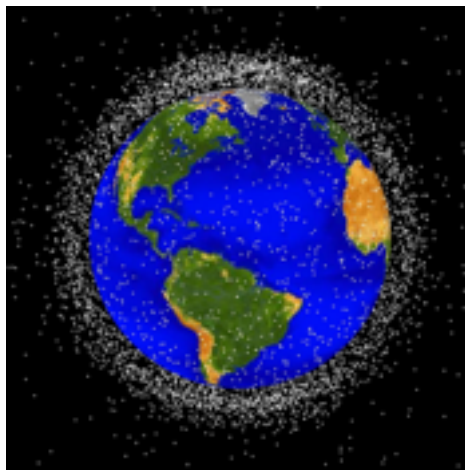
<sup>43</sup> audition du général Jean-Daniel Testé à la commission de la défense nationale le 17 mai 2016.

des radars disséminés sur toute la surface du globe) offre une vue complète des différents débris risquant à tout moment d'entrer en collision avec un satellite opérationnel.

En France, une à deux manoeuvres par mois d'évitement sont réalisées sur les orbites basses pour se protéger de ce type d'accident engendrant des conséquences sur la durée de vie du satellite (forte consommation en carburant pour la manoeuvre).

La pollution orbitale est un véritable défi planétaire à résoudre: 750 000 objets de plus d'un centimètre se « promènent » dans l'espace, soit 3000 tonnes de matériel sur l'orbite basse constituant une vaste décharge spatiale. Ce phénomène s'accroît avec la multiplication des moyens spatiaux et notamment des micro et nano satellites.

Plusieurs projets sont à l'étude pour vider cette décharge spatiale comme des « vaisseaux poubelle » ou des destructions au laser... ouvrant la voie à des possibilités d'une utilisation militaire de ces capacités technologiques à vocation pacifique sur des satellites adverses.



*Débris spatiaux sur l'orbite basse terrestre (NASA).*

### **2.3.2. LE « SYNDROME DE KESSLER ».**

Tous ces débris constituent une bombe démographique en orbite se multipliant par collisions multiples. La destruction de satellites provoque des milliers de débris qui auraient un effet domino cataclysmique pour tous les autres satellites sur la même orbite condamnant cette dernière pour des décennies.

L'Américain Donald Kessler, longtemps en charge de la problématique des débris spatiaux à la NASA a d'ailleurs théorisé et modélisé la réaction en chaîne redoutée par tous les experts et récemment mise en scène dans le film « *Gravity* » d'Alfonso Cuarón. Ce scénario catastrophe, aujourd'hui connu sous le nom de « syndrome de Kessler », s'est déjà produit cinq fois dans le passé récent. Les deux plus importantes réactions sont celle provoquée par la destruction du satellite chinois en 2007 et celle provoquée par la percussioin du satellite de télécommunication civile IRIDIUM 33 par un satellite russe COSMOS 2251 en 2009.

Demain, compte-tenu du nombre de pays et d'acteurs qui a désormais accès à l'Espace, la tentation sera grande de rendre inopérants les satellites adversaires dès le début d'un conflit. Mais tout pays qui se livrerait à une destruction directe dans l'espace se condamnerait lui même à limiter ses propres activités spatiales à cause des débris : une forme de dissuasion réciproque à l'échelle planétaire ... renforcée par les lacunes réglementaires dans ce domaine.

### **2.3.3. LES ERUPTIONS SOLAIRES.**

Les éruptions solaires sont des événements se produisant plus ou moins cycliquement à la surface du Soleil. Ces phénomènes provoquent de nombreuses perturbations dans le domaine électromagnétique pouvant atteindre la surface terrestre. Ces orages magnétiques peuvent avoir des conséquences sur les liaisons radioélectriques, notamment sur les signaux transmis par les moyens spatiaux.

La météo solaire permet de connaître les risques journaliers de ces perturbations, en particulier sur les théâtres d'opérations afin de s'assurer de la fiabilité des informations transmises par les satellites. Cela a été le cas le 6 septembre 2017, lorsque deux

éruptions intenses ont perturbé les communications satellitaires et les signaux GPS pendant une heure selon la NASA.

Ce panel non exhaustif des risques, menaces et vulnérabilités s'agrandit au fil des développements technologiques civils, qui envisagés de manière duale deviennent des nouvelles menaces émergentes dans le domaine militaire : destruction de débris, changement d'orbite, ravitaillement dans l'Espace (« *space servicing* »)...

«*Maitriser l'espace exo-atmosphérique, c'est maitriser les menaces environnementales (...) et les menaces intentionnelles* » comme l'a confirmé Florence Parly, ministre des Armées, en décembre 2017 lors de sa visite sur le site d'ArianGroup.

### **3. LA GUERRE SANS L'ESPACE : UNE RÉALITÉ À ANTICIPER.**

Si l'option de neutralisation complète de l'ensemble des moyens spatiaux, c'est à dire un déni total d'accès à l'Espace, reste un scénario extrême et peu probable (cas d'un conflit nucléaire), la neutralisation partielle de certains moyens est à envisager dans les conflits à venir. Un des scénarios réalistes est la dégradation partielle des capacités spatiales militaires dans la conduite d'un conflit conventionnel limité : « *limited space conflict* ».

Afin d'anticiper ce scénario, plusieurs concepts sont développés, et des moyens subsidiaires sont mis en oeuvre, afin d'assurer la continuité de nos actions militaires dans un contexte dégradé.

#### **3.1. RÉSILIENCE ET REDONDANCE**

##### **3.1.1. LA RESILIENCE**

La RSDSN introduit le concept de résilience dans le domaine spatial : « *Dans l'espace, les mutations en cours engendrent d'ores et déjà une densification du trafic (notamment avec les constellations de petits satellites) et un risque croissant de collision avec des débris, rendant nécessaire la maîtrise de la surveillance de l'espace et la résilience de nos capacités spatiales* ».

Dans le domaine de l'Espace, cette résilience peut se décliner d'une part en résilience des moyens spatiaux dans leur conception propre (robustesse et innovations technologiques) mais aussi en spatio-résilience qui consiste à s'organiser et réagir en cas de détérioration partielle d'un satellite.

##### **3.1.1.1. LA RÉSILIENCE DES MOYENS SPATIAUX**

L'environnement spatial, naturellement hostile, impose une robustesse physique des satellites. La multiplication des menaces et risques vus précédemment, impose de renforcer cette robustesse afin de réduire leur vulnérabilité et donc leur dégradation. Néanmoins, les contraintes de charge offerte de lancement et les contraintes physiques

spécifiques à l'Espace limitent généralement les différentes options (par exemple le blindage).

D'autres recherches explorent donc des stratégies de résilience non pas en terme de robustesse interne des satellites mais en termes d'innovations basées sur des nouvelles architectures de réseaux de constellations de micro-satellites hétérogènes, autonomes et communicants ou sur un continuum satellites-drones-ballons éventuellement complété par l'utilisation de sites terrestres.

Les « gros satellites », sophistiqués et coûteux, pourront dans certains cas, être remplacés par des satellites légers, plus facilement renouvelables, évoluant en constellations de plusieurs dizaines, le prix de lancement diminuant avec les progrès technologiques. Le développement des capacités d'auto-protection diverses est également étudié en fonction des coûts d'acquisition.

### **3.1.1.2. LA SPATIO-RÉSILIENCE**

En prenant conscience de nos vulnérabilités vis à vis de l'Espace, il est indispensable de concevoir des plans de reprise et de de continuité de l'activité militaire à l'image du domaine « cyber » pour assurer une résilience de notre outil de défense. Le soutien spatial aux opérations est essentiel et la maîtrise de l'Espace est indispensable à la qualité des opérations mais non à leurs réalisations... le système militaire étant intrinsèquement résilient!

Cette révolution technologique qu'est l'exploitation de l'Espace, doit s'accompagner d'une révolution culturelle et stratégique sur notre spatio-dépendance. « *Nous devons être certains que cette dépendance ne se retourne pas contre nous* » comme l'explique le Général Breton, « *Nous sommes très dépendants de l'Espace. Mais nous nous mettons en posture de ne pas en dépendre à 100%, surtout pour des missions très particulières.* <sup>44</sup> » ... à l'image des travaux doctrinaux engagés au CIE, au CEAM et au CICDE sur ce sujet.

---

<sup>44</sup> audition du Général Breton, chef du CIE, à la commission de la défense nationale, 20 décembre 2017.

## **3.1.2. LA REDONDANCE**

Afin de diminuer les risques de dégradation et la vulnérabilité des moyens spatiaux, il est important de développer une redondance ciblée des capacités. Une complémentarité adéquate entre moyens spatiaux et moyens subsidiaires est recherchée afin de pérenniser les fonctions essentielles.

### **3.1.2.1. DUALITÉ**

La dualité civile-militaire a d'abord été une dualité technologique de conception, pour aujourd'hui être une dualité d'emploi dans quasiment tous les domaines d'utilisation militaire.

Les satellites civils offrent des capacités, produits et services de plus en plus variés, y compris certaines applications à vocation duale civile et militaire. A l'avenir, tous les types de transport européens seront dépendants des systèmes de géolocalisation comme la constellation GALILEO. Cette dernière, contrairement au GPS américain, est civile, mais possède un système sécurisé qui sera utilisé par les militaires notamment.

L'opération OMEGA prévoit d'ailleurs d'équiper les forces de récepteurs résistants au brouillage et accédant à plusieurs constellations comme le GPS et GALILEO ce qui permet une dualité d'emploi et donc une résilience réciproque des systèmes européens et américains.

Dans le domaine du renseignement image, nous avons déjà évoqué ce deuxième cercle de sources complémentaires pour notre outil de défense, que constitue l'imagerie satellitaires civile, en pleine expansion. Le programme européen COPERNICUS, prévoit ainsi la coordination du renseignement spatial aussi bien civil que militaire.

Comme évoqué dans la RSDSN 2017, nous devons aussi développer la redondance des moyens spatiaux en coopération avec les puissances spatiales alliées.

### **3.1.2.2. COOPÉRATION**

La diversification des moyens de recueil du renseignement et la complémentarité doit permettre d'avoir accès aux informations nécessaires dans tout le spectre des menaces en s'assurant de l'intégrité des informations fournies. Les coopérations dans le domaine spatial sont majoritairement engagées avec nos partenaires traditionnels européens, cependant des thématiques particulières sont abordées avec les Etats-Unis ainsi qu'avec les *Five Eyes*<sup>45</sup>.

Les coopérations avec les Etats-Unis, notamment avec l'ouverture de leur catalogue des débris dans le cadre de la surveillance spatiale, sont réalisées dans un cadre « donnant-donnant » d'échange d'informations. L'intégrité des données transmises reste la garantie de notre autonomie décisionnelle.

## **3.2. LES MOYENS SECOURS**

Les forces armées doivent pouvoir remplir leur mission quelque soit l'environnement en s'adaptant avec des éventuels modes dégradés. Dans le domaine de la dissuasion, notre autonomie stratégique nous a déjà formé à réaliser nos opérations en toute autonomie et en toute indépendance.

Bien évidemment les techniques ancestrales utilisées avant la « conquête spatiale » sont toujours disponibles et demeurent un socle solide de nos capacités. Quels sont les moyens secours permettant d'assurer le soutien spatial aux opérations ?

### **3.2.1. SURVEILLER**

La surveillance de l'Espace est assurée par des moyens sol: radars et télescopes. Le déni d'accès à l'Espace n'empêche pas d'avoir un catalogue des objets spatiaux. En revanche, un éventuel futur système d'alerte avancée reposant aussi sur un réseau de satellites peut être affecté dans ce contexte.

---

<sup>45</sup> désigne l'alliance des services de renseignement de l'Australie, du Canada, de la Nouvelle-Zélande, du Royaume-Uni et des États-Unis.

### **3.2.2. SE RENSEIGNER**

Dans le domaine du renseignement, l'utilisation des moyens complémentaires notamment humains et aériens constituent un socle intemporel de données en particulier au niveau opératif. L'utilisation des moyens des théâtres d'opérations comme les drones ou aéronefs équipés de pod de reconnaissance ou de boule optronique permet de compléter une situation stratégique élaborée en veille opérationnelle ... principalement grâce aux outils spatiaux.

### **3.2.3. COMMUNIQUER**

Concernant les télécommunications, les transmissions terrestres, les liaisons de données tactiques de l'OTAN (comme la Liaison 16), et GSM restent un moyen palliatif dans certaines configurations à l'image du système E-LORAN<sup>46</sup> (système de balises terrestres indépendants des systèmes de géolocalisation par satellite) utilisé principalement dans le domaine maritime. L'exemple du système SYDEREC (SYstème DERnier RECours) est aussi un moyen de secours. Il assure le déploiement des antennes filaires à l'aide de ballons captifs afin de communiquer avec les SNLE (Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engins) de la Force Océanique Stratégique (FOS) en cas de destructions des installations fixes pour la transmissions des ordres dans le domaine de la stratégie nucléaire.

### **3.2.4. PNT**

Dans le domaine de la navigation, les techniques ancestrales ont l'avantage d'être robustes et autonomes à défaut d'être aussi aussi précises et fiables que la géolocalisation. Les techniques de positionnement par navigation inertielle (accéléromètres et gyromètres internes), par navigation terrestre (suivi de terrain), par navigation céleste (observation des astres et de leur hauteur) ou par navigation à l'estime (le bon vieux principe du « chrono-cap ») restent un socle de base enseigné dans toutes les formations initiales militaires quelque soit la spécialité.

En matière de guidage d'armement, les modes laser, radar, inertiel ou infrarouge restent utilisables pour la majorité des systèmes en secours. Les nouveaux armements

---

<sup>46</sup> E-LORAN: « *Enhanced - LOng RANge Navigation* »

modulaires comme l'AASM<sup>47</sup>, permettent la dualité de guidage pour pouvoir intervenir dans un environnement dégradé par du brouillage GPS par exemple (de plus en plus courant sur les théâtres d'opérations actuels).

Les nouvelles technologies des centrales inertielles permettent une fiabilité et une précision de guidage quasiment équivalente au GPS. En effet, de nombreux projets voient le jour pour créer un système alternatif à la géolocalisation en développant les principes de la navigation inertielle à l'échelle miniature, plus adaptée aux applications militaires légères (exemples du prototype américain TIMU, « *timing and inertiel measurement unit* »).

### **3.2.5. OODA**

Le concept de boucle décisionnelle est un concept intemporel. Notre capacité à décider et agir à partir d'une situation donnée ne dépend pas de l'Espace. Les différents moyens secours vus précédemment peuvent permettre sa rotation librement. Néanmoins, comme cela a déjà été évoqué, les moyens spatiaux accélèrent cette boucle afin de s'assurer un avantage décisif face à l'adversaire.

## **3.3. LE MODE DEGRADE**

### **3.3.1. L'ENTRAINEMENT ET LA PRÉPARATION.**

La prise en compte de cette vulnérabilité spatiale renforce l'importance de l'enseignement des bases et des mesures palliatives en cas de défaillance partielle ou totale dans ce domaine.

Après l'expérience américaine « *A Day Without Space* », des techniques alternatives ou considérées comme désuètes ont dû être réintroduites dans l'Air Force, comme l'utilisation de systèmes de navigation internes ou de simples compas et cartes. Vingt-deux milliards de dollars ont été investis depuis cette étude, dans le but d'adaptation de l'armée américaine à ces conditions particulières.

---

<sup>47</sup> Armement Air-Sol Modulaire.

Ces enseignements des basiques sont au coeur de nos outils de formations, il s'agit de poursuivre leurs enseignements malgré les révolutions technologiques des nouveaux outils et systèmes d'armes. Ces compétences particulières, notamment la réalisation de missions sans GPS, apparaissent clairement dans les enjeux de formations organiques de l'Armée de l'air notamment.

A titre d'exemple, les FAS (Forces Aériennes Stratégiques) réalisent régulièrement des exercices pour tester la crédibilité des matériels et la robustesse des organisations, comme par exemple la réalisation de missions en conditions dégradées.

Nous devons aussi moderniser notre conception de l'art de conduire la guerre en fournissant une plus large autonomie aux échelons subalternes afin de garantir la continuité d'action en cas de perte de liaison ou communication. Cette révolution culturelle peut être amorcée au cours d'exercices nationaux et internationaux dans le cadre d'un scénario « sans Espace ».

### **3.3.2. LES LIMITES**

Sur la durée, tous les moyens complémentaires de renseignement ne permettent pas une cartographie complète du théâtre, ne fournissant qu'une mise à jour limitée en temps et en visuel des informations contrairement aux moyens satellitaires assurant une permanence globale du renseignement notamment dans le domaine de l'observation.

Par ailleurs les options aériennes de recueil de renseignement nécessitent une supériorité dans la troisième dimension, réduisant ainsi leur utilisation en fonction du type de conflit. Leur transmission en « temps direct » sera elle, affectée par l'absence de liaisons de données satellitaires dans certaines régions du globe et à une certaines distances de leur station sol.

Si des moyens de secours existent dans le domaine du renseignement, du positionnement et des télécommunications, certains aspects comme la synchronisation des réseaux

(essentielle dans le cadre interallié) et la recherche et sauvetage (utilisation des balises SARSAT<sup>48</sup>) restent dépendants de l'Espace.

Enfin, la précision des guidages, l'exposition aux menaces, ou les délais supplémentaires de transmission des informations sont des faiblesses du système impliquant inéluctablement une réduction de vitesse de rotation de notre boucle décisionnelle et une augmentation des risques liés à toute opération.

### **3.3.3...POUR QUEL RÉSULTAT ?**

S'il reste possible de palier en partie une perte éventuelle des services fournis par l'Espace, ceux ci représentent un catalyseur de force qui confère un avantage sur l'adversaire. Agissant au coeur des opérations, ces systèmes influencent le tempo des opérations et leur efficacité.

« Faire la guerre » reste évidemment possible, mais la disponibilité, l'intégrité et la continuité de nos moyens spatiaux sont aujourd'hui un gage de légitimité et de crédibilité pour la France en tant que nation cadre sur la scène internationale.

Notre capacité recherchée d'« entrée en premier » n'est possible qu'avec l'optimisation et l'efficacité de notre soutien spatial aux opérations. Dans le cas des conflits de faible intensité, la spatio-dépendance est moins contraignante. Elle peut être prise en compte avec des modes dégradés. Néanmoins face à une puissance spatiale qui, elle, a la maîtrise de l'Espace, le conflit devient extrêmement difficile pour celui qui n'a plus d'accès à l'espace extra-atmosphérique.

---

<sup>48</sup> le système SARSAT est un système mondial d'alerte et de localisation de radiobalise de localisation des sinistres (avion, bateau,...).

# CONCLUSION

Le nombre de soldats, le nombre de chars , le nombre de bateaux ou le nombre d'avions ont longtemps été les atouts de la victoire sur terre, sur mer ou dans les airs. Ces cinquante dernières années, la suprématie sur ces champs de batailles classiques s'est déplacée vers le champ extra-atmosphérique, que ce soit pour le renseignement, les télécommunications ou la navigation par satellites.

D'espace de compétition idéologique et technologique, l'Espace est devenu une nouvelle dimension de confrontation. Il est également un outil indispensable à notre défense: amplificateur d'efficacité et multiplicateur de forces, il est facteur d'efficience dans les opérations modernes et garant de notre autonomie stratégique. La supériorité spatiale est inéluctablement un pré-requis indispensable à la victoire dans les conflits actuels.

Notre dépendance spatiale est une vulnérabilité, mais ce n'est pas une fatalité, car la prise en compte de cette particularité et des diverses menaces extra-atmosphériques émergentes permet de développer des capacités de résilience et des concepts d'emploi en mode dégradé.

La capacité à défendre ses intérêts, à faire la guerre, coeur régalien d'une puissance, doit rester réalisable dans n'importe quelle situation. Mais sans l'Espace, nos opérations sont affectées en efficacité, rapidité et précision en fonction du type de conflit et de sa durée. L'imprévisibilité des conflits du XXI<sup>e</sup> siècle, avec notamment l'explosion des menaces terroristes et cybernétiques nous obligent à envisager tous les scénarios possibles.

Apprendre à faire la guerre SANS l'Espace et apprendre à faire la guerre AVEC l'Espace, en optimisant à tous les niveaux l'utilisation des moyens spatiaux, sont donc deux objectifs divergents mais essentiels pour nos actions de demain.

Du domaine stratégique, l'Espace doit se déplacer vers le domaine tactique par une révolution culturelle nécessaire pour maintenir notre outil de défense à la hauteur des enjeux du XXI<sup>e</sup> siècle.

**Le conflit spatial de demain pourrait donner raison à Sun Tzu :« L'art de la guerre c'est soumettre l'ennemi sans combattre », en neutralisant ses moyens spatiaux !**

**Alors soyons prêts afin d'éviter la malédiction de Confucius !**

# BIBLIOGRAPHIE

## Références bibliographiques

- LEFEBVRE Jean-Luc (colonel) *Stratégie spatiale, penser la guerre des étoiles: une vision française*, Sceau, l'esprit du livre éditions, 2011, 404 p.
- Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale, Paris, Ministère de la Défense, 29 avril 2013, 160 p.
- VALENTIN Pascal (général), *Espace et opérations: enseignements et perspectives*, Ecole de Guerre, 2012, 167 p.
- BOUTHERIN Grégory et GRAND Camille, *Envol 2025: réflexions prospectives sur la puissance aérospatiale*, Paris, La documentation Française, 2011, 270 p.
- Revue Stratégique de la Défense et de la Sécurité Nationale, DICO, Octobre 2017, 109 p.
- JOHNSON-FREESE Joan, *Space warfare in the 21st Century*, New-York, Rutledge, 2017, 200 p.

## Articles scientifiques

- SOURBES-VERGER Isabelle, *Mythes et réalités de l'espace militaire*, laboratoire Communication et Politique, Paris, CNRS, 2002, 10 p.

## Articles de presse

- VERDO Yann, *Débris spatiaux : la menace invisible*, article paru dans les Echos du 21 avril 2017.
- BARLUET Alain, article « *Demain la guerre dans l'espace* », paru le 12 janvier 2018 dans Le Figaro.
- Armées d'aujourd'hui, *l'espace au service des opérations*, ADA n°369, avril 2012, 66 p.

## Congrès

- Colloque "*Surveillance et sécurité des objets spatiaux - Enjeux et stratégies pour la France et pour l'Europe*", le 4 décembre 2017 au Sénat organisé par la Fondation pour la recherche stratégique (FRS).

## **Thèses et travaux universitaires**

- CEIS, *Autonomie stratégique et moyens aérospatiaux*, novembre 2005, 75 p.
- ROCHE Nicolas, *Espace et dissuasion*, Paris, Ecole Normale sup, 6p.
- CRISTINI Frédéric (commandant) thèse *Amélioration de la résilience de systèmes spatiaux soumis à des menaces : vers des réseaux de satellites autonomes*, doctorat de l'université de Toulouse, délivré par l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE), directrice de thèse Mme TESSIER Catherine, 01 juillet 2014, 158 p.

## **Rapports**

- MM PINTAT Xavier, *La nécessaire modernisation de la dissuasion nucléaire*, rapport du sénat 560 du 23 mai 2017, 25 p.
- commission de la défense nationale et des forces armées, compte-rendu n°48, audition du Général Testé commandant du CIE, 17 mai 2016, 10 p.
- commission de la défense nationale et des forces armées, compte-rendu n°24, audition du Général Breton commandant du CIE, 20 décembre 2017, 12 p.
- CICDE, *Réflexion doctrinale interarmées RDIA-2010/003\_ESPACE(2010)*, juillet 2010, 39 p.
- PASCO Xavier, note n°54/FRS/OBSPA16, *vulnérabilités pour la défense induites par l'accès aux données spatiales en source ouverte*, FRS, 25 janvier 2017, 52 p.
- VILLAIN Jacques, *Le ciel et ses espions: l'histoire des satellites secrets*, Académie de l'air et de l'espace, 2009, 217 p.
- rapport n°341/FRS/SEEA, *sécuriser l'espace extra-atmosphérique*, FRS, 30 octobre 2005, 108 p.
- Joint Publication 3-14, *space operations* du 29 mai 2013, 135 p.

## **Internet**

- site internet [www.defense.gouv.fr](http://www.defense.gouv.fr).
- site internet [www.air-cosmos.com](http://www.air-cosmos.com).

## **Visites**

- présentation des *enjeux de la surveillance de l'Espace* aux stagiaires de l'Ecole de Guerre au sein d'ArianeGroup le 04 janvier 18.
- visite et entretiens au Commandement Interarmées de l'Espace, le 24 janvier 2018.
- visite du Centre Opérationnel de Surveillance Militaire des Objets Spatiaux à Lyon avec le groupement « Air » de l'Ecole de Guerre le 22 février 2018.
- visite de SAFRAN à Erany le 06 mars 2018 avec le groupement « Air » de l'Ecole de Guerre.

## **Témoins**

- entretien avec le colonel SCHROTTENLOHER, cadre de l'Ecole de Guerre et ancien du Commandement Interarmées de l'Espace, le 17 novembre 2017 à l'Ecole de Guerre.
- entretien avec le lieutenant colonel BRASSET, officier stagiaire de l'Ecole de Guerre, et ancien du Commandement Interarmées de l'Espace, le 12 janvier 2018 à l'Ecole de Guerre.

**FIN**