

LES DRONES CIVILS :

*Une future révolution
industrielle ?*

Auteur : *Florian Quilhac*

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier toutes les personnes qui m'ont accordé de leur temps, bien souvent précieux, pour répondre à mes nombreuses interrogations.

Merci également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé

Nos cultures et nos technologies connaissent une évolution fulgurante depuis le début du 20^{ème} siècle impactant constamment nos façons de vivre et de travailler. Ce bouleversement est dû aux progrès réalisés dans de très nombreux domaines, en particulier celui des **Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC)** mais aussi des transports. Si l'une des principales conséquences de ces avancées est le rapprochement des Hommes, son corollaire logique est, d'un point de vue économique, l'augmentation de la compétitivité entre eux. En effet, la mondialisation et le développement d'un capitalisme mondial ont mis les territoires du monde entier en compétition les uns avec les autres. Aujourd'hui, à l'heure d'une crise économique majeure, les Etats sont obligés de mettre au point des stratégies de développement économique s'ils ne veulent pas être distancés.

L'industrie, élément moteur de la compétitivité par son effet d'entraînement sur les autres activités économiques, doit être considérée comme un pilier de ces stratégies de développement. Or, l'industrie française, concurrencée par celles des pays à « bas coûts », est actuellement un secteur en difficulté¹. Pourtant, il s'avère que le pays a l'opportunité de développer une filière industrielle prometteuse tant en termes de marchés que d'emplois : les drones civils.

Malheureusement, ces appareils restent encore peu ou mal connus bien qu'ils recèlent un champ de potentialités quasi-illimité. Cela est probablement dû à la difficulté d'appréhender le sujet dans sa globalité. L'objectif principal de ce travail est donc d'expliquer ce que sont les drones et quelle peut être leur utilité pratique et intérêt économique tout en tentant de faire comprendre les implications qu'engendrent leur développement à grande échelle.

Mots clés : Compétitivité - Drone - Intelligence économique – Stratégie - Industrie

¹ Une étude de la société Trendeo publiée par Les Echos le 28 décembre 2011 ([Désindustrialisation : près de 900 usines françaises ont été fermées en trois ans](#)) souligne qu'entre 2008 et 2011, la France a perdu près de 100 000 emplois industriels. En 15 années, ce serait près de 500 000 emplois liés à l'industrie qui auraient disparu...

Table des matières

TITRE	1
REMERCIEMENTS	2
RESUME	3
TABLE DES MATIERES	4
GLOSSAIRE	8
INTRODUCTION	10
1^{ERE} PARTIE : QUELLE INDUSTRIE POUR LES DRONES CIVILS ?	12
I/ LES SYSTEMES DE DRONES : APERÇU ET CONTOURS	14
A- <i>Qu'est-ce qu'un « système de drones » ?</i>	15
1. Le segment « air »	15
LE DRONE	15
LA CHARGE UTILE	16
LE SYSTEME DE TRANSMISSION	17
2. Le segment « sol »	18
LA STATION-SOL	18
LE PERSONNEL	19
3. Les différentes manières de piloter un drone	19
4. Le déroulement d'une mission d'un système de drone	20
5. Une « double-classification » des drones	21
UNE CLASSIFICATION BASEE LES UTILISATEURS	21
UNE CLASSIFICATION BASEE SUR LES CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES DU DRONE	21
UNE NOMENCLATURE DES DRONES	23
6. Automaticité et autonomie des drones : mise au point	29
B- <i>Les principaux champs d'application actuels militaires et civils</i>	30
1. L'observation et la surveillance (« Intelligence, Surveillance & Reconnaissance »)	30
2. L'attaque et le support au combat (militaire)	31
C- <i>Le système-drone : un assemblage de technologies</i>	32
1. La robotique	32
2. L'aéronautique	33
3. L'informatique et l'électronique	33
4. Les liaisons de données - télécommunications	34
5. L'optronique	34
D- <i>Les grands enjeux liés à la conception des drones</i>	35
1. La miniaturisation des drones et des charges utiles	35
2. Le perfectionnement de l'intelligence artificielle	35
3. La transmission de données et l'utilisation des bandes de fréquences	39
4. La propulsion des drones	41
5. Des drones « Plug and Play » pour une grande adaptabilité	44
II/ POURQUOI DEVELOPPER UNE FILIERE INDUSTRIELLE DE DRONES ?	45
A- <i>L'étendu des applications possibles</i>	46
B- <i>Des atouts à l'utilisation considérables</i>	60
C- <i>Des marchés à venir potentiellement importants</i>	61
D- <i>Une industrie « créatrice de compétences »</i>	65
E- <i>La modernisation des ATM (Air Traffic Management) européen et américain</i>	66

F-	<i>Une implication Européenne croissante</i>	69
1.	Sur la réglementation et la certification.....	70
2.	Sur les liaisons de données et satellites	71
3.	Sur la capacité « détecter et éviter »	72
4.	Sur le développement d'applications.....	74
III/	LES PRINCIPALES CONTRAINTES AU DEVELOPPEMENT DES DRONES CIVILS.....	76
A-	<i>La réglementation aérienne : le facteur déterminant</i>	76
1.	Une production entamée avant la réglementation.....	77
2.	La nécessité d'une certification rigoureuse.....	78
	UNE CAPACITE DE REACTION ELEVEE (« SENSE AND AVOID »).....	78
	DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ADAPTEES A L'ENVIRONNEMENT	79
	DES UTILISATEURS EN CAPACITE (LA QUALIFICATION DES PILOTES)	79
	UNE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE CAPABLE DE S'AFFRANCHIR DES DONNEES GPS ET DES LIAISONS RADIOS.....	80
	UNE FIABILITE QUASI-EGALE A L'AVIATION TRADITIONNELLE.....	80
	UNE SECURISATION DES LIAISONS ET SYSTEMES INFORMATIQUES	81
3.	Des questions de légalité et de responsabilité à régler.....	82
4.	Une réglementation toute jeune sur les conditions d'emploi des aéronefs civils télépilotes.....	84
	LA DEFINITION DES CONCEPTS LIES AUX SYSTEMES DE DRONES	85
	LES CATEGORIES D'AERONEFS SANS PILOTE RECONNUES.....	86
	LES SCENARIOS DE VOL ENVISAGES.....	86
	LES SCENARIOS DE VOL REALISABLES SELON LES CATEGORIES DE DRONES	87
	AUTRES POINTS REMARQUABLES DE LA NOUVELLE REGLEMENTATION.....	87
B-	<i>La grande peur du « Big Brother » venu du ciel</i>	88
C-	<i>Des business models à définir</i>	92
D-	<i>D'importants investissements à réaliser pour faire arriver la technologie à maturité</i>	93
	CONCLUSION : UNE INDUSTRIE DE FILIERES PLUTOT QU'UNE FILIERE INDUSTRIELLE	94
2^{EME}	PARTIE : LA FRANCE ET LES DRONES CIVILS	97
I/	L'AQUITAINE : UNE « LOCOMOTIVE » DANS LA STRUCTURATION D'UNE FILIERE DES SYSTEMES DE DRONES	99
A-	<i>Une importante industrie Aéronautique – Spatial – Défense (ASD) propice au partage avec le militaire</i>	100
1.	Un tissu industriel ASD de moyenne-haute technologie.....	100
2.	Une région militaire : avantage et inconvénient	102
	UN AVANTAGE	102
	UN INCONVENIENT	103
3.	Un territoire de l'Aerospace Valley	103
	DEFINITION DU POLE DE COMPETITIVITE	103
	PRESENTATION DE L'AEROSPACE VALLEY	104
	UN POLE PROPICE AU SOUTIEN DE LA FILIERE SYSTEMES DE DRONES.....	106
4.	Une association fédératrice des industries ASD : le BAAS.....	107
B-	<i>Un territoire de recherche à fort potentiel</i>	108
1.	Une qualité de recherche « contrastée »	108
	UNE RECHERCHE PERFECTIBLE.....	108
	UNE FAIBLESSE DE L'ENSEIGNEMENT ET LA R&D « AERONAUTIQUES ».....	110
	UN SECTEUR DES DRONES ENCORE PEU CONNU.....	112
2.	Des développements attendus	113
	DES EVOLUTIONS STRUCTURELLES EN COURS.....	113
	UN APPROFONDISSEMENT DE LA COMMUNICATION ENTRE ETUDIANTS ET ENTREPRISES	113
	VERS UNE RECONNAISSANCE DE L'ENSEIGNEMENT AERONAUTIQUE ET DES DRONES	115
C-	<i>De nombreux outils de développement spécifiques à l'Aquitaine</i>	118
1.	Technowest : une technopole précurseur dans les systèmes de drones	118
	PRESENTATION DE TECHNOWEST.....	118

L'UAV SHOW EUROPE, LE PREMIER SALON EUROPEEN DU DRONE	119
UN GRAND PROJET STRUCTURANT POUR LA FILIERE : LE CESA.....	120
2. Des liens étroits avec la DGAC et le militaire	121
3. Une implication nationale à travers UVS France	122
4. Une tentative de rapprochement avec la Province du Québec	122
D- <i>Une réelle volonté politique de développer la filière des systèmes de drones</i>	124
1. Les origines de cette volonté politique	124
2. Un cluster dédié au système de drones : Aetos	125
3. La création d'un organe de préfiguration d'une filière nationale des systèmes de drones en partenariat avec PACA : Sysdrones	127
II/ PACA ET MIDI-PYRENEES : DES TERRITOIRES INDISPENSABLES AU DEVELOPPEMENT DES SYSTEMES DE DRONES	129
A- <i>PACA : une volonté de jouer un rôle de premier plan</i>	129
1. Une industrie multisectorielle propice à la transversalité.....	130
2. Une R&D importante mais dispersée	131
3. Un pôle de compétitivité actif sur les systèmes de drones	133
Présentation du Pôle Pégase.....	133
UN SOUTIEN IMPORTANT AUX SYSTEMES DE DRONES	134
UNE PARTICIPATION ACTIVE A LA RECONNAISSANCE DU « PHENOMENE DRONE »	136
B- <i>Midi-Pyrénées : un poids lourd centré sur l'aviation traditionnelle</i>	138
1. Une industrie centrée sur l'aéronautique traditionnelle	138
L'AERONAUTIQUE : CŒUR DE L'ECONOMIE REGIONALE.....	138
UNE ACTIVITE DRONE SOUS-JACENTE	141
2. Un potentiel de recherche et d'innovation considérable.....	142
UNE R&D TIREE PAR LE PRIVE	142
LE SECTEUR AERONAUTIQUE : GRAND BENEFICIAIRE DE LA R&D LOCALE	143
UN POTENTIEL DE RECHERCHES SUR LES DRONES UNIQUE EN FRANCE	145
3. D'étroites relations entre « monde étudiants » et « monde de l'entreprise »	146
3^{EME} PARTIE : LES STRUCTURATIONS DE FILIERE A L'ETRANGER	149
I/ LES ETATS-UNIS : LEADERS INCONTESTES DES DRONES	149
A- <i>Un important soutien des pouvoirs publics aux drones</i>	151
1. Le « <i>FAA Modernization and Reform Act of 2012</i> » : un accès à l'espace aérien américain pour tous les drones en 2015	151
2. L'initiative participative de la Federal Aviation Administration en matière de drones	153
B- <i>Des Etats américains en mouvement : l'exemple de l'Oklahoma</i>	154
C- <i>Le développement de cursus « drones »</i>	156
D- <i>Le cinéma américain et la promotion des drones... américains</i>	158
E- <i>Des évolutions sous la surveillance des organismes de protection des libertés des citoyens</i>	159
II/ ISRAËL : UNE CAPACITE D'INNOVATION CONSIDERABLE	160
A- <i>Des échanges importants entre secteurs militaire et civils</i>	160
B- <i>Des collaborations régulières avec les entreprises étrangères</i>	162
C- <i>Une UAS Academy fondée par IAI</i>	165
D- <i>Fiches des principales entreprises Israéliennes conceptrices de drones</i>	166
III/ D'AUTRES PAYS DANS LA COURSE	171
A- <i>Le Canada : un centre d'excellence drone prometteur</i>	171
B- <i>La Chine : Un accroissement rapide des compétences</i>	172
ANALYSE PESTEL.....	174
ANALYSE SWOT	176
ANNEXES.....	178

ANNEXE 1 : AUDITIONS REALISEES 178
ANNEXES 2 : PROJETS DE LABEX MENTIONNANT LES SYSTEMES DE DRONES 179

Glossaire

2ADI - Agence Aquitaine de Développement Industriel

ASD – Aéronautique-Spatial-Défense

ATM – Air Traffic Management

BAAS - Bordeaux Aquitaine Aéronautique et Spatial

CESA - Centre d'Essai et de Service sur les systèmes Autonomes

CEV - Centre d'Essai en Vol

CUB - Communauté Urbaine de Bordeaux

DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency

DGA - Délégation Générale pour l'Armement

DGAC – Direction Générale de l'Aviation Civile

ENAC - Ecole Nationale de l'Aviation Civile

ETI – Entreprise de Taille Intermédiaire

FAA - Federal Aviation Administration

GIFAS - Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales

HALE - High Altitude - Long Endurance

IAI - Israël Aerospace Industries

INRIA - Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

IPB - Institut Polytechnique de Bordeaux

IRT - Institut de Recherche Technologique

ISAE – Institut Supérieur de l’Aéronautique et de l’Espace

ISR - Intelligence, Surveillance & Reconnaissance

LaBRI - Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique

ONERA - Office National d’Etudes et de Recherches Aérospatiales

MALE – Medium Altitude - Long Endurance

MCO – Maintenance en Condition Opérationnelle

MIT - Massachusetts Institute of Technology

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

NTIC - Nouvelles Technologies de l’Information et de la Communication

SWOT - Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats

TUAV - Tactical Unmanned Air Vehicle

UAS - Unmanned Aircraft Systems

UAV - Unmanned Aerial Vehicle

UCAV - Unmanned Combat Air Vehicle

USICO - UAV Safety Issues for Civil Operations

Introduction

« Les drones : une rupture technologique comparable avec celle du téléphone portable du temps du téléphone fixe, un défi à ne pas laisser passer : la concurrence est vive. Les autres pays sont en lice : Israël, USA, Grande Bretagne... et la France doit se trouver dans ce marché ». Ces mots prononcés par le Président de la Région Aquitaine, **Alain Rousset**, lors du lancement du Cluster « Système de drones »² en juillet 2010, soulignent toute l'importance du sujet abordé.

Les drones, ou plus précisément les « systèmes de drones »³, sont encore peu connus du grand public en dehors de leurs applications militaires⁴. Pourtant, en 2009, la **Délégation Générale pour l'Armement (DGA)** avait recensé près de 300 programmes « drones » à travers le monde. Même s'ils sont cantonnés pour l'instant au militaire, les systèmes de drones offrent des potentialités de développement dans le civil très intéressantes. Aux Etats-Unis par exemple, ce sont plusieurs dizaines de milliers d'emplois qui sont espérés à moyen terme. Néanmoins, il semble qu'une prise de conscience ne se soit pas encore totalement faite parmi les décideurs publics. ***Mais qu'advierait-il si les entreprises du pays n'utilisaient pas leurs connaissances et leur savoir-faire pour les concevoir et les produire ? Ne serait-ce pas une perte dommageable pour la compétitivité et l'industrie françaises ?*** Les enjeux sont réels d'autant plus que dans le domaine hautement concurrentiel de l'aéronautique, le secteur des systèmes de drones est celui qui connaît la plus forte augmentation de budgets ces dernières années.

Toutefois, nous pouvons faire un constat : celui de l'accroissement du fossé entre la France et d'autres pays et en particulier avec les Etats-Unis. Ainsi, chez ces derniers, si les financements accordés au secteur étaient de 400 millions de dollars en 2000, ils sont de 3,4 milliards en 2011 avec une nette accélération depuis 2008. Rappelons que les Etats-Unis engagent près de la moitié de leurs dépenses de R&D dans la défense tout comme

² Cluster rebaptisé « Aetos » depuis.

³ « Notion incluant un ou plusieurs vecteurs aériens équipés de charges utiles, la ou les stations de contrôle, les moyens de communication ainsi que les moyens de lancement, de récupération et de maintenance. Dans la pratique, ces deux notions sont utilisées indistinctement » - (Jean-Claude Viollet et Yves Vandewalle, Rapport d'information de l'Assemblée Nationale N° 2127 sur les drones - 2009, p.7).

⁴ Selon l'Institut Américain Teal Group seulement 7,5% de ces dépenses sont à destination du monde civil.

l'Angleterre⁵. En France, elles ne représentent que 25% de la R&D totale dont seulement 1% est octroyé aux systèmes de drone. En clair, les Etats-Unis investissent près de 16 fois plus... Pourtant, le correspondant du **Groupe de Travail Interministériel (GTI)** du Pôle de compétitivité Aerospace Valley et spécialiste du secteur à la DGA, **Richard Priou** rappelle que « *Cela fait trente ans que la France travaille sur les drones* »⁶. Elle dispose de nombreuses compétences et savoir-faire. Certes, elle prend du retard sur le marché militaire vis-à-vis de ses concurrents Américains et Israéliens mais cela ne doit pas l'empêcher de miser sur le marché civil naissant. C'est à ce « pari » que ce travail souhaite contribuer : le développement d'une filière industrielle française des systèmes de drones civils.

Plusieurs intérêts ont amené à ce sujet :

- **Le premier est lié aux potentialités considérables que ces appareils peuvent procurer dans de nombreux domaines pratiques** : surveillance des forêts, évaluation des catastrophes naturelles, études et prévisions météorologiques, sécurité intérieure, secours... Les applications imaginables sont innombrables.
- **Le second découle de la transversalité technologique**. Les systèmes de drones font appel à diverses disciplines scientifiques : robotique, avionique, électronique... Ils irriguent donc de nombreux champs de recherche et savoir-faire ce qui est extrêmement important pour le renouvellement des industries françaises.
- **Le dernier est l'importance croissante des territoires comme échelon pertinent dans la mise en œuvre mais aussi l'élaboration des politiques publiques en matière économique**. En effet, la compétitivité d'un Etat passe de nos jours par la compétitivité de ses territoires.

Toutefois, développer une filière industrielle dans le contexte géoéconomique actuel n'est pas une tâche aisée. Les problèmes financiers et budgétaires que connaissent les pays industrialisés impliquent l'augmentation de la rationalité des choix opérés par les décideurs.

⁵ Pour rappel, le budget de la Défense en 2011 aux Etats-Unis est de 550 milliards de dollars.

⁶ Source : <http://www.armees.com/La-guerre-des-drones-aura-bien.html>

Les pays émergents, avec la Chine à leur tête, sont devenus des concurrents sur l'ensemble des marchés, y compris ceux de haute-technologie. Rajoutons à cela que les évolutions et mutations technologiques mais aussi sociétales vont toujours plus vites. Au final, le décideur est aujourd'hui dans un environnement de très grande incertitude tant au niveau de la prise de décision que de ses répercussions. C'est d'ailleurs pour cette raison que nous parlons depuis la fin du 20^{ème} siècle d'économie de la « connaissance » : la connaissance accroît la compétitivité.

Nous dresserons dans une première partie de ce travail un panorama de l'industrie des systèmes de drone afin de comprendre ce qu'elle englobe et surtout quels sont les principaux enjeux liés à son développement. Cela nous amènera à établir un diagnostic des principaux territoires français concernés et de porter un regard sur la situation à l'étranger. Ces différents volets constitueront une base de connaissances qui nous servira à proposer des pistes de développement pour la filière.

Le monde change. Les capacités d'adaptation et d'anticipation des territoires et de leurs organisations sont la clé d'un développement économique réussi.

1^{ère} PARTIE : QUELLE INDUSTRIE POUR LES DRONES CIVILS ?

Les systèmes de drones font probablement partie de ces évolutions technologiques qui modifieront profondément, dans un avenir plus ou moins proche, le monde de l'aviation mais aussi notre quotidien. Nombreux sont ceux d'ailleurs qui comparent leur impact sur l'aéronautique et la robotique à celui du téléphone portable vis-à-vis du téléphone classiques. Ces derniers temps, nous assistons à une information et actualité grandissante sur le sujet. Cela fait suite en particulier aux rôles joués par ces appareils dans les conflits irakien et surtout afghan, à l'édition 2011 du Bourget et ses différentes annonces⁷ mais aussi à des initiatives locales comme en Aquitaine ou Provence Alpe Côte d'Azur.

Néanmoins, les systèmes de drones restent encore très méconnus du grand public mais aussi des institutionnels et politiques. Selon le dictionnaire Larousse la définition du mot drone est : « *Petit avion télécommandé utilisé pour des tâches diverses : missions de reconnaissance tactique à haute altitude, surveillance du champ de bataille et guerre électronique* ». Cette définition est clairement incomplète et extrêmement réductrice... Relevons que cette méconnaissance n'est pas une exclusivité du dictionnaire Larousse.

C'est pourquoi cette première partie essayera de présenter de manière simple ce qu'est un système de drone **(I)** afin de mieux cerner les enjeux et de souligner l'importance de développer une filière industrielle en France **(II)**, structuration encore difficile à réaliser car il reste de nombreux obstacles encore à franchir **(III)** afin de pouvoir le faire dans de bonnes conditions.

⁷ Lancement de Sysdrones par exemple sur lequel nous reviendrons ultérieurement

I/ Les systèmes de drones : aperçu et contours

Une idée reçue consiste à penser que les drones n'existent que depuis une dizaine d'années. Il est vrai que beaucoup de ceux développés à l'heure actuelle empruntent à des technologies récentes. Pour autant, cela ne les a pas empêché d'apparaître plus tôt sous des formes bien différentes de celles que l'on connaît actuellement.

On retrouve des traces d'avions radiocommandés dès la Première Guerre Mondiale mais leurs utilisations étaient très marginales. C'est à partir de la Seconde Guerre Mondiale mais surtout durant le Vietnam⁸ que l'on voit se développer plus sérieusement des appareils radioguidés. Les drones sont alors devenus des composantes à part entière du système de collecte des renseignements américains. Enfin, durant la Guerre du Liban en 1982, Israël est le premier pays à utiliser massivement les drones dans des scénarios de combat. Il est donc clair que si les drones n'ont pas une histoire aussi riche que celle de l'aviation classique, elle n'est pas pour autant inexistante. De même, si leur développement a été principalement lié aux activités militaires, on assiste depuis quelques années à l'essor des applications civiles.

Afin de mieux visualiser ce qu'est un « système de drone », il est nécessaire de comprendre ce que le terme englobe **(A)** et de connaître les principales applications actuelles **(B)**. Pour continuer la présentation, nous appréhenderons un volet plus technique en répertoriant les technologies auxquelles ils font appels **(C)** et les enjeux tournant autour de leur conception **(D)**.

⁸« Les drones Ryan AQM-34 Firebee4 effectuèrent alors plus de 3000 missions d'exploration avec un taux de perte inférieur à 10% contre 40% pour les différents types d'avions de reconnaissance engagés dans ce conflit » (Anthony Mensier - Les drones au sein de l'industrie de l'armement : Etat des lieux et perspectives d'évolution – 2010).

A- Qu'est-ce qu'un «système de drones» ?

Un « système de drone »⁹ n'est pas juste un « drone ». Cette distinction est fondamentale car elle souligne le fait que l'achat de ces appareils nécessite la prise en compte de nombreux éléments. Ainsi, le système de drone se divise en deux parties : le segment « air » (1), qui concerne l'aéronef et le segment « sol » (2), qui est le matériel situé au sol. Cette description effectuée, nous présenterons le déroulement d'une mission d'un drone (3) ainsi qu'une classification des appareils (4). Rappelons que contrairement à un avion téléguidé, où le pilote est toujours aux « manettes », un drone gère lui-même tous les paramètres mécaniques de vol. Une précision sera aussi apportée aux notions, récurrentes et cruciales en matière de drone, d'automatisme et d'autonomie (5).

1. Le segment « air »

LE DRONE

Le drone est le vecteur aérien, c'est-à-dire l'aéronef. C'est l'élément le plus connu du système de drone. Il se compose d'une cellule, d'un propulseur, d'un dispositif de guidage et de pilotage. Les caractéristiques du drone sont extrêmement variables d'un modèle à l'autre. Ainsi, certains sont aussi petits que des insectes, d'autres ont une envergure qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètres¹⁰. Il en va de même pour leur masse qui peut osciller de quelques grammes à plusieurs dizaines de tonnes. La propulsion n'échappe pas non plus à cette diversité puisqu'ils peuvent être équipés de batteries électriques, de réacteurs, de rotors, de panneaux solaires, mais aussi de piles à hydrogène tel que le *Phantom Eye*¹¹ révélé par Boeing en 2010.



Drone hélicoptère HoverEye-EX
(Image : Bertin Technologies)

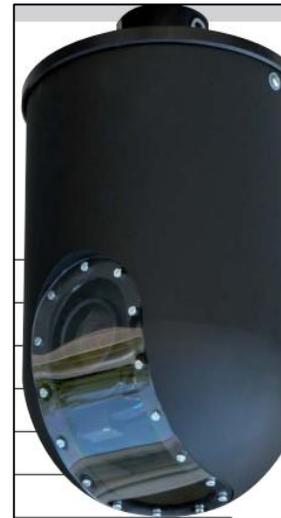
⁹ En anglais : *Unmanned Aircraft Systems (UAS)*

¹⁰ Près 35 mètres pour le drone américain Global Hawk

¹¹ Le programme Phantom Eye est le fruit d'un partenariat entre Ford Motor Company (motorisation), Aurora Flight Sciences (aile), Ball Aerospace (réservoirs de carburant) ainsi que des structures publiques comme la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) et la NASA.

LA CHARGE UTILE

La charge utile regroupe tous les dispositifs et instruments embarqués sur le drone et qui lui permettent de remplir sa mission. Elles sont intégrées au véhicule porteur. Il peut s'agir de caméras, de radars, de sondes, de détecteurs, voire d'armes dans le cas militaire. On parle souvent de capteurs électro-optique (EO), infrarouge (IR) ou radar. Bien entendu, il est possible d'en transporter plusieurs sur un engin et pour une même mission. Tout dépend de la taille, du poids et du matériel utilisé. Beaucoup de ces instruments sont généralement contenus dans la « *boule optronique* » que nous définirons un peu plus bas. On parle aussi parfois de « tourelle ».



*Boule optronique T130
VI de SurveyCopter*

D'une importance considérable, « *la charge utile fait la mission* »¹². Cela signifie que les missions et objectifs réalisables par le drone sont fonction de l'équipement qu'il transporte. C'est pourquoi la charge utile constitue un enjeu majeur et même supérieur au drone lui-même. Elle représente une part importante des coûts¹³ dans la fabrication des systèmes de drones.



*Exemple de capteurs qu'un drone peut intégrer
(Image Fly-N-Sense)*

¹² Titre d'une conférence qui s'est déroulée lors de l'UAV Show Europe à Mérignac les 15 et 16 septembre 2010.

¹³ Selon l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), la charge utile peut être évaluée à quelques 8 000 dollars par kilogramme et celui de la plate-forme (le drone) à environ 1 500 dollars par kilogramme. Néanmoins, ces chiffres sont très variables d'un engin à l'autre.

LE SYSTEME DE TRANSMISSION

Le système de transmission permet les liaisons de données entre le drone et le sol. Grâce à elle l'opérateur peut piloter le drone, connaître sa position, orienter les charges utiles sur l'objectif et récupérer en temps réel les données recueillies. Cette transmission peut s'effectuer de deux manières :

- **Par une liaison directe grâce à une antenne émettrice basée au sol et une antenne réceptrice installée sur le drone.** Elles communiquent alors directement entre elles. On utilise l'acronyme **LOS** (Line Of Sight¹⁴) pour les évoquer. Si l'avantage de ce système est sa facilité d'utilisation, il est cependant soumis aux contraintes du relief et sa portée reste limitée dans le meilleur des cas à quelques centaines de kilomètres.
- **Par une liaison satellite, où ce dernier fait le relais entre le sol et le vecteur aérien.** On parle de liaison **Satcom**. La transmission se fait en temps réel grâce à des liaisons cryptées. Ce système de transmission ne connaît pas le handicap de la liaison directe (distance et relief) et il est quasi-exclusivement utilisé par les armées. Cependant, il n'est pas pour autant parfait. Il doit faire face, entre autres, au problème de l'utilisation des bandes de fréquences¹⁵ qui ne sont malheureusement pas illimitées au sein des satellites.

Pour rappel, dans une transmission satcom d'un avion avec pilote, la liaison descendante (*du satellite vers l'avion*) doit avoir un débit important afin de pouvoir recevoir les données de télémétrie ou vidéo. Quant à la liaison montante, elle est bien moins importante. Concernant les systèmes de drones, c'est exactement l'inverse : les liaisons descendantes consomment peu de bande, elles servent au pilotage du drone et des capteurs. Par contre, les liaisons montantes nécessitent des débits plus importants car le drone collecte une grande quantité d'information qu'il doit envoyer à l'opérateur.

A noter aussi, les deux systèmes de liaisons peuvent cohabiter sur un même engin. C'est d'ailleurs une « obligation » en matière militaires.

¹⁴ En Français «*Liaison à vue directe* ».

¹⁵ Cf. page 27.

2. Le segment « sol »

LA STATION-SOL

Le matériel présent au sol et nécessaire à la réalisation d'une mission d'un drone est appelé « *station-sol* ». Son importance est elle aussi très variable selon l'engin utilisé : du simple ordinateur portable au camion tout-équipé, voire à la salle de contrôle (voir infographie). C'est ce matériel qui va permettre d'assurer la préparation de la mission, la conduite de l'aéronef quand il sera en vol, mais aussi le recueil et la diffusion des données transmises.

EXEMPLES DE STATION-SOL



Station-sol GCS03 de SurveyCenter



*Station-sol de la taille d'une salle
de contrôle (Image Onera)*



*Station-sol de Sperwer
(Image Sagem)*

LE PERSONNEL

Si les drones sont des avions sans pilote, cela ne signifie pas pour autant que l'Homme n'intervient pas. **Bien au contraire, l'utilisation d'un système de drone monopolise plusieurs personnes** suivant les missions qu'il réalise et le secteur dans lequel il est utilisé : civil ou militaire¹⁶. Selon le niveau d'automatisation du drone, un pilote s'avère nécessaire ainsi qu'un opérateur de charge utile. De même, pour certains modèles, de solides connaissances en aéronautique et en pilotage sont indispensables, en particulier pour les drones-avions. Dans tous les cas, la présence humaine s'avère obligatoire dans le déroulement d'une mission à un moment ou un autre, que ce soit pour gérer la navigation du drone ou recevoir et interpréter les données qu'il transmet.

3. Les différentes manières de piloter un drone

Un drone peut se piloter de deux manières principales :

- **Par télépilotage** : c'est l'opérateur, basé au sol, qui définit la trajectoire et les mouvements du drone. Ce télépilotage peut s'effectuer de deux façons :
 - **En vue** : le drone est toujours à portée de vue de l'opérateur au sol qui le pilote.
 - **Hors vue** : l'opérateur au sol peut piloter le drone par l'intermédiaire des images filmées par les capteurs vidéos de l'appareil ainsi que les données fournies par télémétrie.
- **Par pilotage autonome** : le drone se pilote seul grâce à son intelligence artificielle.

Dans la majorité des situations, ces types de pilotages se mélangent. L'opérateur peut se concentrer sur la conduite de la mission pendant que les automatismes de l'appareil assurent la conduite du vol.

¹⁶ Une escadrille militaire de Global Hawk américain emploie près de 180 personnes... Elle comprend quatre drones et implique une surveillance 24h/24h et 7j/7j (Charente Libre : [Etats-Unis : drones cherchent pilotes – 23/04/2011](#))

4. Le déroulement d'une mission d'un système de drone

La mission d'un système de drone s'articule autour de trois grandes phases que l'on distingue dans le temps. A chacune d'elle correspondent des tâches à effectuer, soit par l'opérateur, soit par le drone lui-même.

Avant le décollage, l'opérateur définit, par l'intermédiaire d'un logiciel adapté, un plan de vol qui déterminera l'environnement global de la mission et notamment les différents points de passage que le drone devra suivre dans l'espace.

Durant le vol, le drone va être plus ou moins autonome selon la mission qui lui aura été attribuée et ses capacités matérielles. Néanmoins, l'opérateur dispose des paramètres de vol du drone qui lui sont transmis par télémétrie et peut donc reprogrammer à chaque instant la mission de l'engin. La transmission de données que le drone doit collecter peut se faire en direct.

Après le vol, il est possible selon la tâche effectuée par le drone de re-visualiser la mission grâce aux données enregistrées et de récupérer des éléments que le drone n'avait pu transmettre durant le vol (collecte d'échantillons par exemple).

5. Une « double-classification » des drones

UNE CLASSIFICATION BASEE LES UTILISATEURS

Quelle est la différence entre un drone militaire et un drone civil ? Cette question, a priori simple, se révèle complexe. Un drone n'est pas nécessairement que civil ou que militaire. Par exemple, un drone peut être utilisé par l'armée pour faire de la reconnaissance et de la désignation de cible mais aussi par la sécurité civile pour surveiller des feux de forêts. **La distinction se fera alors au niveau de la mission affectée et de l'utilisateur¹⁷ :**

- **Les drones d'Etat militaires** : ce sont les drones gérés par l'Etat et dont l'utilisation relève du commandement militaire.
- **Les drones d'Etat non-militaires** : ce sont les drones gérés par l'Etat et les autorités publiques mais dont l'utilisation ne relève pas du commandement militaire.
- **Les drones civils** : ils relèvent du monde privé et sont donc utilisés par des acteurs privés.

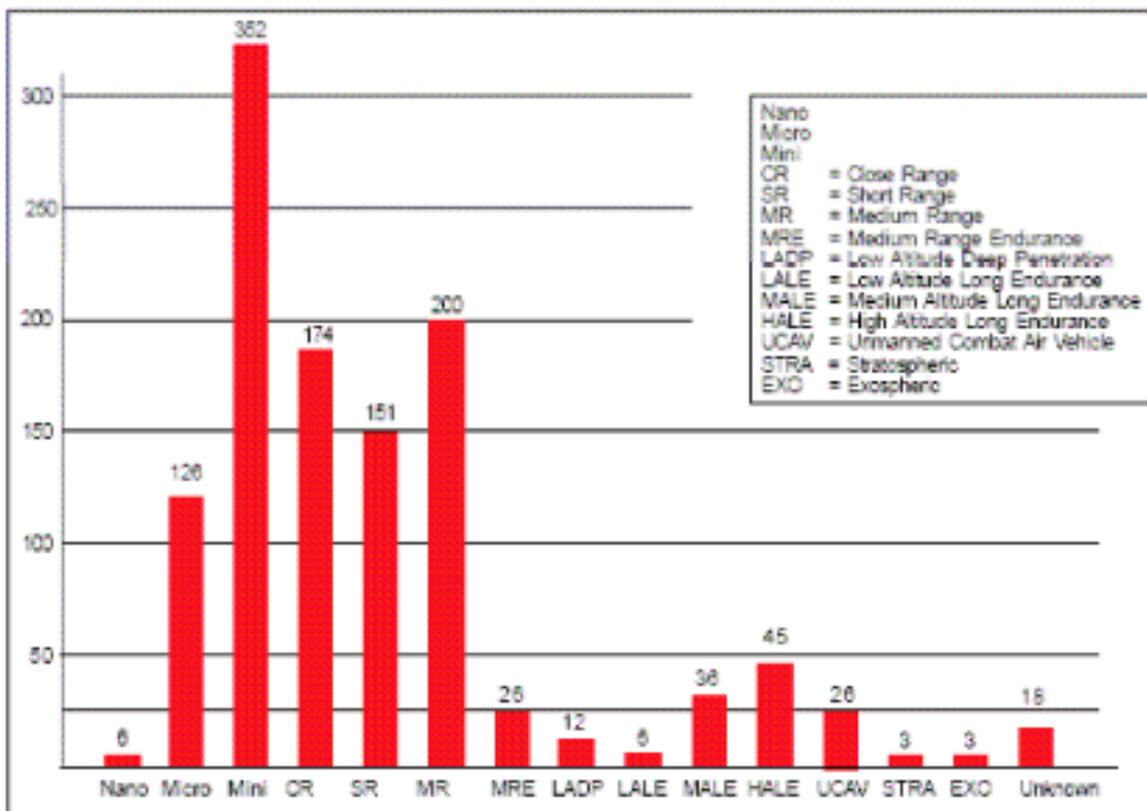
UNE CLASSIFICATION BASEE SUR LES CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES DU DRONE

Une seconde distinction porte sur le matériel lui-même, indépendamment de son utilisateur. S'il existe plusieurs nomenclatures, aucune n'est reconnue comme officielle. Cependant, et pour reprendre les écrits des Députés **Jean-Claude Viollet** et **Yves Vandewalle** : « Une hiérarchisation fait néanmoins consensus tant parmi les industriels que parmi les utilisateurs pour les classer selon leur endurance et l'altitude à laquelle ils opèrent »¹⁸. Cette hiérarchisation a le défaut de mêler au sein d'une même catégorie des systèmes de drones très hétéroclites. A noter aussi que certaines organisations, à l'instar de l'OTAN, prennent en

¹⁷ Distinction présentée par EADS-Cassidian en mai 2011 lors de la Rencontre Aviation Civile – Aviation Militaire (RACAM)

¹⁸ Yves Vandewalle et Jean-Claude Viollet - [Rapport d'information n° 2127 sur les drones](#) - 2009

compte dans la catégorisation le système de transmission utilisé (*liaison directe ou liaison satellite*). La classification que nous allons proposer dans les pages suivantes est loin d'être parfaite et ne reconnaît que 6 catégories d'appareils. Des classements plus complets existent (Cf. *graphique ci-dessous*) mais l'ensemble des critères qu'ils comprennent nuisent considérablement à leur visibilité.



QUANTITE DE DRONES REFERENCES PAR CATEGORIES

Source: 2009/2010 UAS Yearbook Blyenburg & Co

Les projets de réglementation aérienne des drones en préparation aux Etats-Unis et en France envisagent de définir environ cinq ou six catégories de systèmes de drone. Il est important d'établir une classification claire afin de permettre des positionnements précis sur les marchés. A l'heure actuelle, le client potentiel peut être plus ou moins perdu devant la diversité des produits disponibles tout comme le nombre de paramètres à prendre en compte pour les comparer entre eux.

UNE NOMENCLATURE DES DRONES

LES DRONES STRATOSPHERIQUES

Description : Ces drones sont à l'heure actuelle à l'état de projets ou de prototypes. La grande partie d'entre eux auraient recours à l'énergie solaire. Leur très haute altitude d'évolution fait qu'ils pourraient remplir le rôle de certains satellites avec de nombreux avantages vis-à-vis de ces derniers (coûts, résolution d'image, repositionnement facile, changement ou réparation de la charge utile...).

Plafond : Supérieur à 18 000 mètres.

Autonomie : Plusieurs jours à plusieurs années.

Exemple(s) d'application : observation et communication.



Image Darpa-Boeing

Projet SolarEagle (Darpa-Boeing)

L'agence de recherche américaine et le constructeur aéronautique ont lancé en 2010 ce projet dont l'objectif est de faire voler un drone solaire à une altitude stratosphérique pour des périodes allant jusqu'à cinq années. D'une longueur de 120 mètres, le drone baptisé « *Vulture* » devrait réaliser son premier vol en 2014. Le projet est estimé à 89 millions de dollars¹⁹. L'US Navy s'intéresse par ce projet car *Vulture* pourrait faire office de satellite de télécommunication



Image Aerovironnement

Projet Global Observer (Aerovironnement)

Le projet étudie la possibilité de construire des drones stratosphériques ayant recours à l'hydrogène liquide. L'objectif est d'arriver à produire un drone capable de transporter 500 kg de charge utile, sept jours durant à une altitude d'environ 20 000 mètres. Le projet est estimé à 34 millions de dollars. Il a connu quelques difficultés suite au crash d'un prototype en février 2011. Aerovironnement compte proposer les services de son appareil pour des opérations de relais de communication, d'observation de phénomènes climatiques violents (tempêtes) ou encore d'opérations maritimes.

¹⁹ Daily Mail : [The solar-powered spy plane that will be able to fly non-stop for five years](#) – 20/09/2010

LES DRONES HALE - HAUTE ALTITUDE ET LONGUE ENDURANCE – (High Altitude - Long Endurance)

Description : Cette catégorie ne comprend pour l'instant que deux appareils en service : le *Global Hawk* américain et l'*Eitan* Israélien. Ils sont de grande taille et d'une masse au décollage importante (supérieure à 10 tonnes) en raison de la charge utile qu'ils transportent. Le flux d'information qu'ils génèrent est si dense qu'il faut généralement des capacités de transmissions très importantes pour le traiter, et donc le support d'un important segment spatial (*liaison satcom*). A titre d'exemple, au sein de l'armée américaine, cette quantité d'information (vidéo en particulier) est tellement gigantesque que les analystes militaires ne peuvent tout traiter.

Plutôt à vocation militaire, ces drones sont très difficiles à développer. C'est la raison pour laquelle, il n'existe à l'heure actuelle que deux modèles de ce genre. Néanmoins, **de nombreux scientifiques ont fait part de leur volonté de recourir à ce type de drone pour des missions d'observation.**

Plafond : Jusqu'à 18 000 mètres.

Autonomie : Jusqu'à quelques jours

Exemple(s) d'application : en-dehors de leurs applications militaires, les drones HALE peuvent être extrêmement utiles à la recherche scientifique. C'est la raison pour laquelle la NASA en utilise déjà et plaide pour un plus grand recours à cet outil.



Image Nasa-Northrop Grumman

Drone Global Hawk (Northrop Grumman)

Lors de la première Guerre du Golfe, les Etats-Unis ont voulu compléter leur arsenal militaire avec un véhicule aérien de reconnaissance capable de rester des dizaines d'heures (30h) à très haute altitude (18 000 mètres). Le *Global Hawk* fit son premier vol en 1998 avant d'entrer en service en 1999. Avec ses 39 mètres d'envergure, il vole à 650 km/h et peut parcourir jusqu'à 20 000 kilomètres. Si l'appareil affiche de belles performances, il coûte aussi très cher. Ainsi, chaque *Global Hawk* coûte environ 218 millions de dollars (capteurs et coûts de développement inclus)²⁰. Quasi-exclusivement utilisé par les militaires pour le moment, la NASA dispose de trois exemplaires pour son centre de recherche en vol de Dryden et une large utilisation civile n'est pas exclue²¹. Il est autorisé à survoler l'espace aérien civil américain depuis 2003.



Image Israël Aerospace Industries

Drone Eitan (Israel Aerospace Industries - IAI)

De dimension plus modeste (26 mètres d'envergure) que le *Global Hawk*, l'*Eitan* peut voler durant 24 heures à une altitude de 14 000 mètres tout en emportant une charge utile de 1000 kilos. Le drone appartient à la famille des *Heron* construite par IAI. Utilisé à des fins purement militaires, il remplit les missions dites I.S.T.A.R (Intelligence, Surveillance, Ciblage Et Reconnaissance). Une prochaine version devrait être équipée d'armes. *Eitan* a été dévoilé en 2010.

²⁰ New York Times : [Costly drone is poised to replace U2 spy plane](#) – 02/08/2011

²¹ Archive de la NASA : [NASA Global Hawk: A Unique Capability for the Pursuit of Earth Science](#) (Chris Naftel)

LES DRONES MALE - MOYENNE ALTITUDE ET LONGUE ENDURANCE – (Medium Altitude - Long Endurance)

Description : Moins imposants que les drones HALE, les drones MALE restent de grande taille. Cette catégorie est la plus connue avec ses appareils militaires emblématiques que l'on retrouve désormais dans de nombreux films à l'instar du drone Predator. C'est le marché des MALE que les industriels de défense américains ont privilégié de par les théâtres d'intervention des armées.

Depuis plusieurs années, quelques modèles sont utilisés de manière duale. En effet, avec leur autonomie élevée et leurs capacités de vol, ils se révèlent fort utiles pour de nombreuses applications civiles. Ils peuvent opérer au profit d'acteurs variés et présente donc un fort caractère interministériel.

Plafond : entre 5 000 et 15 000 mètres.

Autonomie : Jusqu'à 30 heures.

Exemple(s) d'application : Les drones MALE sont des appareils particulièrement adaptés pour les activités de lutte contre la criminalité organisée²² (comme le trafic de stupéfiants), pour la sécurité civile (feux de forêt, inondations, surveillance des frontières). Les MALE peuvent aussi être utilisés pour surveiller le trafic routier, la surveillance maritime.



Predator B de la Customs and Boarder Protection (Digital Texan)

Drone Predator B (General Atomics)

D'un coût unitaire d'environ 4,5 millions de dollars (20 millions pour une station-sol plus quatre drones), il est capable de voler pendant près de 30 heures jusqu'à 15 000 mètres d'altitude et à une vitesse de 390 km/h. Il est le drone le plus utilisé par des forces armées dans le monde. Le Predator B est l'évolution du Predator A, considéré par AIR & SPACE MAGAZINE Smithsonian comme l'un des dix avions ayant changé le monde. Des Predator B sont vendus aux autorités civiles américaines à des fins de surveillance de la frontière entre les Etats-Unis et le Mexique mais aussi au nord entre les Etats-Unis et le Canada. Ces appareils ont réalisé pour le compte de la Customs and Boarder Protection près de 12 000 heures de vol.



Image Sagem

Drone Patroller-S (Sagem)

Bien que le marché des drones MALE soient dominés depuis longtemps par les Américains et les Israéliens, l'entreprise française Sagem propose depuis peu son drone, à vocation non-militaire, Patroller-S. Ce dernier a été conçu à partir d'une cellule d'avion existant (un STEMME S15). Mesurant 18 mètres de long, il est capable de voler plus de 20 heures à une altitude de 6 000 mètres en emportant une charge utile de 250 kilos. Caractéristique quasi-unique au monde, un pilote peut prendre place au sein de l'appareil si besoin est.

²² Quatre bases de la police brésilienne devraient être dotées d'ici 2014 de drones Héron -1 (<http://www.flightglobal.com> : Homeland security budgets - available money for UAS).

LES DRONES TACTIQUES (1) – LES MINI-DRONES

(Tactical Unmanned Air Vehicle - TUAV)

Description : Mesurant entre 1 mètre et 2 mètres, certains d'entre eux sont appelés drones de Très Courte Portée (TCP), d'autres de Moyenne Portée (MP). Leur principal avantage est la facilité d'utilisation et de mise en place. Plus « faciles » d'accès technologiquement et financièrement parlant que les autres types de drones, c'est la raison pour laquelle on voit de nombreuses PME et TPE en produire pour des applications civiles. En effet, ils sont peu demandés dans le secteur militaire mais ils commencent à être très appréciés des services des Ministères de l'Intérieur. Cependant, leurs applications possibles sont extrêmement nombreuses.

Plafond : quelques milliers de mètres.

Autonomie : quelques heures maximum.

Exemple(s) d'application : Détection de pollution et analyse de signature chimique, inspection d'infrastructures, études archéologiques...



Image ONERA

Gamme des Copter de SurveyCopter

Ces drones hélicoptères sont fabriqués par l'entreprise française SurveyCopter récemment racheté par EADS. Ils nécessitent des terrains de quelques mètres carrés à peine pour se poser et leurs dimensions raisonnables (2,2 mètres maximum pour 30 kilos) leur permettent d'être facilement transportés. Il est toutefois nécessaire de prendre en compte dans la logistique les stations-sol (deux grosses valises), les antennes, etc. Ils peuvent monter jusqu'à une altitude de 2 500 mètres et transporter une charge utile de 10 kilos. Leur autonomie peut atteindre 1h30. Des exemplaires ont été livrés auprès de la Police Nationale et du GIGN en 2010.

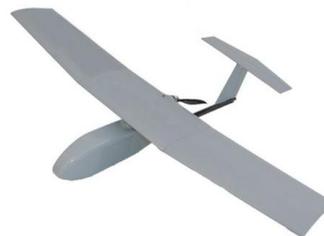


Image Fly-N-Sense

Seeker 1300 (Fly-N-Sense)

Lancé à la main, ce drone-avion mesure 1,60 mètres de longueur pour un poids de 2,5 kilos. Il est capable de monter à une altitude de 3 000 mètres et de voler à 90km/h et lors de vent allant jusqu'à 50km/h. Il est particulièrement adapté pour les missions dites de surveillance globale (d'un feu de forêt par exemple).

LES DRONES TACTIQUES (2) – LES MICRODRONES ET LES DRONES MINIATURES

Description : Leur taille est au maximum de quelques dizaines de centimètres. Ils sont peu nombreux car nécessitent une technologie avancée de par la miniaturisation. Profitant d'une importante « inertie angulaire » ils peuvent changer de direction en vol très facilement et disposent d'une importante agilité.

Il s'agit néanmoins d'une catégorie de drones dont le développement inquiète sur le plan éthique. Les armées sont très intéressées par ces drones discrets.

Plafond : peu élevé.

Autonomie : très faible.

Exemple(s) d'application : Missions d'observation dans des environnements difficiles d'accès, soutien à des opérations scientifiques...

NB : Il existe aussi des **drones maritimes tactiques**. Ce sont des drones embarqués sur des navires qui doivent être capables d'atterrir sur une plate-forme étroite en présence de vent et d'une mer agitée. Ils sont donc très difficiles à développer. La **DCNS (Direction des Constructions Navales Systèmes et services)** et Thalès travaille sur un tel système de drone baptisé Littlebird²³.

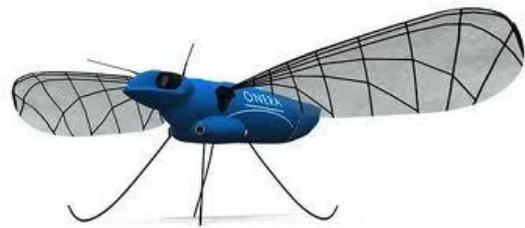


Image ONERA

Projet Remanta (ONERA – DGA)

Lancé en 2002, le projet consiste à développer un micro-drone à ailes battantes inspirées du vol des libellules. Le microdrone devra s'autopiloter et être capable de calculer sa trajectoire ou de se stabiliser sans intervention humaine. L'objectif final est de prouver la faisabilité d'un tel appareil qui pourra alors accomplir des tâches dans les milieux urbains par nature très encombrés. Le projet a déjà permis de développer des micro-sources d'énergie novatrices où il est nécessaire d'allier puissance et légèreté.



Image DARPA

Projet Hummingbird (Aerovironnement - DARPA)

Ce drone en forme de colibri mesure à peine 17 centimètres et pèse seulement 19 grammes. Pourtant cela ne l'empêche pas de pouvoir rester stable en présence d'un vent faible (inférieur à 10 km/h). D'une grande maniabilité, il est capable de rester en vol stationnaire et dispose pour l'instant d'une autonomie d'environ 8 minutes (elle était de 20 secondes en 2009) grâce à ses batteries²⁴. La DARPA a investi plus de quatre millions de dollars²⁴ dans ce projet qui a débuté en 2006. Bien que destiné en premier lieu au marché militaire, le hummingbird pourrait connaître des débouchés civils en particulier chez les scientifiques et ornithologue. Le Time a reconnu ce projet comme l'une des 50 meilleures inventions de l'année 2011²⁵.

²³ <http://www.meretmarine.com/article.cfm?id=116608>

²⁴ Los Angeles Times : [It's a bird! It's a spy! It's both](#) – 17/02/2011

²⁵ http://www.time.com/time/video/player/0,32068,1281633027001_2099853,00.html

LES DRONES DE COMBAT (Unmanned Combat Air Vehicle)

Description : officiellement, ces engins sont à l'heure actuelle au stade de démonstrateurs. Ils sont conçus pour attaquer des cibles avec un degré d'autonomie élevé. Ils ne doivent pas être confondus avec les drones qui réalisent des frappes en Afghanistan tel les Predator. Ces derniers sont des drones MALE équipés de missiles mais ne sont en aucun cas des drones de combat. Ils sont bien entendu réservés au domaine militaire.

Plafond : 15 000 mètres.

Autonomie : très élevée (possibilité de ravitaillement en vol).

Exemple(s) d'application : attaques électroniques, reconnaissance et missions de combat aérien.



Image Northrop Grumman

Projet X-47B (Northrop Grumman)

Le X-47B est un futur drone de combat furtif. D'une envergure de 19 mètres et d'une longueur de 11 mètres, il peut emporter jusqu'à 2 tonnes d'armes. Le projet a été démarré au début des années 2000 et le premier vol réalisé par un prototype s'est déroulé en 2011. Les essais de ravitaillement en vol ne commenceront pas avant 2014. Il s'agit à l'heure actuelle du seul projet de drone de combat destiné à pouvoir être embarqué sur un porte-avion. Boeing développe un projet assez similaire baptisé Phantom Ray. Un premier vol de prototype a lui aussi été réalisé en 2011.



Image Dassault

Projet nEUROn (DGA - Dassault et partenaires européens)

De dimensions inférieures à celle du X-47 de Northrop (12 mètres d'envergure pour 10 de long), le nEUROn est un projet européen de drone de combat furtif. Entamé par les autorités françaises, qui ont confié la maîtrise d'œuvre unique à Dassault, nEUROn est ouvert à des partenaires non français. Ces derniers doivent réaliser la moitié de la charge de travail du projet. Un premier vol de prototype est prévu au milieu de l'année 2012 sur la base d'Istres où Dassault Aviation possède des infrastructures. Il devrait pouvoir voler aux alentours de 1 000 km/h à une altitude de 14 000 mètres.

6. Automaticité et autonomie des drones : mise au point

Il est important de distinguer les termes et concepts tournant autour des mots « automatique » et « autonome ». Ces deux mots-clés sont intrinsèquement liés aux systèmes de drones. Ils sont parfois, et même souvent, utilisés pour signifier la même chose. En effet, un drone qui agit de manière automatique, agit seul et donc de manière autonome. Pourtant, des nuances existent entre eux et cela est d'une très grande importance tant sur le plan sémantique que sur le plan technique car il en découle de nombreuses conséquences en particulier lorsque l'on aborde la notion d'intelligence artificielle.

Pour s'imaginer ces propos nous pouvons penser qu'actuellement, la technologie permettant au drone de réaliser seul des missions, donc en « mode automatique » sans intervention humaine, du décollage jusqu'à l'atterrissage est presque au point. Les Etats-Unis développent même à travers le projet X-47 un futur drone de combat qui devrait être capable de le faire depuis un porte-avion ce qui accroît considérablement les difficultés techniques. Cette automaticité est le fruit d'une programmation initiale juste avant le décollage par un opérateur. **Or, cette programmation ne tient pas compte des aléas que pourraient rencontrer le drone (croisement avec un autre appareil, avec un banc d'oiseaux migrateurs, etc.). C'est justement dans ce genre de situations qu'il doit alors faire preuve d'autonomie pour appréhender cet environnement non prévu.** L'opérateur humain qui peut être situé à des centaines de kilomètres de distance ne dispose pas de tous les éléments pour évaluer concrètement la situation et définir la bonne procédure à suivre. En clair, le drone doit se débrouiller seul et faire preuve d'autonomie. Or, la technologie autorisant cette capacité est beaucoup plus complexe et fait appel à la notion d'intelligence artificielle. Cette dernière en est encore à ses balbutiements mais des progrès considérables sont réalisés depuis quelques années.

Patrick Fabiani, responsable du projet Ressac de l'ONERA déclarait lors d'un entretien en 2009 : *« il y a autant de différences entre un système autonome de type drone et un système intelligent de type Odyssée de l'Espace qu'entre un ordinateur portable actuel et un cerveau humain »*. Cette déclaration permet de prendre conscience de l'ampleur du sujet.

B- Les principaux champs d'application actuels militaires et civils

Les applications actuelles des systèmes de drones restent limitées dans le domaine civil ainsi que dans le domaine militaire. Toutefois, au sein de ce dernier, le recours aux drones est beaucoup plus massif. Ces applications se résument en deux grandes fonctions que sont l'observation et la surveillance **(1)** et l'attaque et le support au combat **(2)**. Cette dernière ne concerne que le domaine militaire mais est néanmoins la plus connue « grâce » ou « à cause » (selon les points de vue) des médias.

1. L'observation et la surveillance (« Intelligence, Surveillance & Reconnaissance »)

L'observation et la surveillance sont les principales missions réalisées par les drones dont la mise en œuvre répond au besoin désigné par l'acronyme anglais « **ISR** » (Intelligence, Surveillance & Reconnaissance).

Les divers capteurs composant la charge utile lui autorisent plusieurs types de missions d'observations : il peut voir avec une caméra, écouter avec des micros, ou encore analyser toute sorte de données physiques (température, etc.). Sans aller plus loin dans la description, nous pouvons déjà cerner un intérêt certain pour de très nombreuses activités.

Pour l'instant, le monde civil utilise ces capacités mais de façon très modeste. Des entreprises proposent des locations de drones pour réaliser des prises de vue pour le cinéma ou des publicités. Les scientifiques y recourent aussi déjà de manière ponctuelle. Concernant les activités de sécurité intérieure (non militaire), certains Etats ont de plus en plus recours à des systèmes de drones²⁶ et les appareils Israéliens y rencontrent un très grand succès.

Les drones peuvent accomplir ces tâches d'observation et de surveillance avec une efficacité redoutable (sous réserve que les capteurs et le matériel soient de bonne qualité). Ils peuvent examiner à distance, de jour comme de nuit, à travers les nuages, pendant une durée significative, etc.

²⁶ Thalès Communications and Security réalise actuellement le plus grand système de sécurité urbaine au monde à Mexico City. Ce système appelé « *Ciudad Segura* » comprendra quatre drones de surveillance.

2. L'attaque et le support au combat (militaire)

Les frappes aériennes ne sont accomplies actuellement que par les drones israéliens et américains de General Atomics, le *Predator*, son modèle amélioré le *Reaper* et leur jeune petit frère : l'*Avenger*. S'ils servent d'outils de reconnaissance et d'observation, sont aussi armés. Ainsi, le *Predator* est équipé de deux missiles tandis que le *Reaper* plus grand et plus gros peut en emporter jusqu'à huit. Enfin, l'*Avenger* dont un exemplaire a été acheté par l'US Air Force en décembre 2011 pour le théâtre afghan, en plus de ses capacités furtives, transportera près d'1,3 tonne d'armes²⁷.

A côté de l'attaque à proprement parler, les drones militaires remplissent des missions de support au combat qui se révèlent d'une grande utilité pour les hommes au sol mais aussi pour les autres aéronefs. Ils servent à la désignation de cibles, de brouilleurs d'ondes électromagnétiques,... Le Département de la Défense Américain a répertorié dans sa « feuille de route UAS 2007-2032 » les différentes missions réalisables par les drones militaires.

Unmanned Systems Roadmap 2007-2032

Table 4.1 COCOM and Military Department UAS Needs Prioritized By Aircraft Class

Mission Area	Small	Tactical	Theater	Combat
Reconnaissance	1	1	1	1
Precision Target Location and Designation	2	2	2	2
Signals Intelligence	7	3	3	4
Battle Management	3	4	5	6
Communications/Data Relay	8	6	4	7
CBRNE Reconnaissance	5	5	9	8
Combat Search and Rescue	4	7	8	9
Weaponization/Strike	16	8	7	3
Electronic Warfare	12	11	6	5
Mine Detection/Countermeasures	6	9	12	11
Counter CCD	10	10	11	12
Information Warfare	13	12	13	10
Digital Mapping	15	14	10	14
Covert Sensor Insertion	11	15	15	13
Decoy/Pathfinder	9	13	18	16
SOF Team Resupply	14	16	14	15
GPS Pseudolite	18	17	17	17
Littoral Undersea Warfare	17	18	16	18

Source: Department of Defense - Unmanned Systems Roadmap 2007-2032 - p.21

²⁷ L'US Air Force a acheté cet Avenger au prix de 15 millions de dollars (Los Angeles Times - *Air Force buys an Avenger, its biggest and fastest armed drone* – 31/12/2011).

C- Le système-drone : un assemblage de technologies

Si un système de drone ne constitue pas une technologie de rupture, car il n'est en soi qu'un regroupement de multiples technologies existantes, il reste néanmoins très complexe à réaliser²⁸. Leur développement implique la mise en place d'infrastructures de pointe qui puissent associer tous les champs techniques et scientifiques nécessaires à leur conception et à leur production.

1. La robotique

Les drones sont des machines capable d'effectuer une ou plusieurs tâches de manière autonome. Ils sont alors par définition des robots. Cette autonomie est très variable d'un modèle de drone à l'autre. Si certains sont capables de décoller, voler, collecter les informations et atterrir seuls, d'autres en revanche nécessitent une intervention humaine beaucoup plus importante.

Actuellement, les robots se sont longtemps retrouvés principalement dans les usines sur les chaînes de montage. En-dehors de cette application, ils constituaient il y a peu encore un marché de niche. Mais la robotique terrestre au même titre que la robotique aérienne (et donc les drones) commence à se développer massivement et en particulier à travers les robots domestiques, de loisirs et d'assistance. Ils étaient en 2010 plus de deux millions et généraient un chiffre d'affaires de 25 milliards de dollars. Ce marché pourrait grimper d'ici les années 2020-2025 à presque 100 milliards de dollars²⁹.

L'informatique et l'électronique embarquées deviennent alors fondamentales car elles constituent le « cerveau » de ces machines.

²⁸ Entretien avec Jean-François Gire et Jean-Christophe Draï.

²⁹ Science&Vie : [Robot, tu ne tueras point !](#) – Février 2012, n°1133 – P.86

2. L'aéronautique

L'aéronautique et ses domaines adjacents sont concernés par la conception du drone. Au même titre qu'un avion classique, il doit pouvoir voler dans les meilleures conditions possibles. Les questions de propulsion, d'aérodynamisme et toutes les autres inhérentes à ces appareils sont primordiales.

Toutes les entreprises (en particulier les petites PME et les TPE) ne peuvent s'offrir des ingénieurs spécifiques à chaque matière. C'est pourquoi beaucoup de petites entreprises proposent des drones à rotor et en particulier le quadri-rotor comme l'AR Drone de loisir ci-contre. La solution des quatre rotors fournit ainsi une solution mécanique simple mais aussi une stabilité et une facilité de déplacement en vol accrues³⁰. En outre, le drone a aussi l'avantage de pouvoir se déplacer dans des environnements particuliers tels que les bâtiments et peut réaliser des vols stationnaires.



Drone quadri-rotor AR Drone
(Image Parrot)

3. L'informatique et l'électronique

Elles contribuent fortement à l'innovation des drones : **au fur et à mesure que l'informatique et l'électronique franchissent des étapes technologiques, de nouvelles potentialités³¹ et opportunités apparaissent.** Cependant, il faut certes concevoir, mais aussi intégrer, avec des contraintes de volume et de poids, cette avionique.

Notons que la France dispose d'une renommée certaine en la matière. L'École Nationale de l'Aviation Civile (ENAC) de Toulouse et son chercheur **Pascal Brisset**, ont mis au point le logiciel open-source (donc libre) « *Paparazzi* » qui permet de créer un système de pilote automatique puissant et polyvalent pour les drones-avions et hélicoptères. Il est actuellement utilisé dans le monde entier.

³⁰ Entretien avec Nicolas Boucheron.

³¹ Le vol en « essaim » est une des applications sur lesquelles l'informatique et l'électronique travaillent actuellement dans la région Bordelaise (Les Echos : [Les drones apprennent à voler en formation](#) – 03/05/2011)

4. Les liaisons de données - télécommunications

Ces liaisons se font de manière directe (LOS) ou par l'intermédiaire d'un satellite (SatCom). Chacune d'elles a ses spécificités et ses contraintes techniques. **La transmission de données présente un caractère stratégique car elle fait la jonction entre le sol et l'air.** Un drone qui ne communiquerait pas ou très mal avec sa station-sol verrait son efficacité proche de zéro. Or l'augmentation du nombre de capteurs entraîne obligatoirement une croissance des données à traiter³². La densité d'informations qu'enregistre les drones et que ceux-ci doivent retransmettre est telle que la liaison se doit d'être performante.

5. L'optronique

L'optronique désigne les équipements constitués à la fois d'éléments optiques et électroniques. Il s'agit d'une technologie de pointe en développement constant que l'on retrouve dans de nombreux secteurs d'activité. La Défense l'apprécie particulièrement pour tout ce qui concerne la désignation-laser de cible et le guidage d'armement.

L'importance de l'optronique tient au fait que c'est elle qui saisit l'information à travers les capteurs. Ces derniers sont les éléments de base d'acquisition de données. Ils détectent ou captent un phénomène physique afin de le représenter sous forme électrique. Cette dernière est ensuite traitée par un instrument de mesure puis diffusée sous une forme intelligible et donc interprétable (*exemple : un capteur de température*). **Les données transmises doivent être facilement comprises par l'utilisateur. C'est essentiel si l'on souhaite « démocratiser » le recours aux drones dans le domaine civil. L'interface homme-machine doit être d'une très grande ergonomie.**

Pour un drone, la palette des capteurs utilisables est très large : caméras optique, thermique, etc. Ils sont habituellement embarqués dans la « *boule optronique* » (en anglais « *gimbal* ») qui est un système orientable permettant d'avoir un support indépendant du mobile sur lequel elle est fixée. Grâce à elle, un drone peut filmer en continu un point précis au sol tout en volant à plusieurs centaines de kilomètre-heure et bien que l'objet suivi soit positionné devant ou derrière lui.

³² Les capteurs caméras particulièrement créent une importante quantité d'informations à transmettre.

D- Les grands enjeux liés à la conception des drones

1. La miniaturisation des drones et des charges utiles

La réduction de la taille d'un drone et de ses équipements augmente sa facilité de transport et de mise en œuvre. Cela est très important pour le « client », d'où l'hypothèse que le segment des mini-drones devrait représenter un marché conséquent. **La miniaturisation des capteurs³³ augmente leur nombre potentiel sur l'appareil (sous réserve de disposer d'une liaison de données satisfaisante) et donc l'accroissement des niveaux d'efficacité dans la réalisation des missions.**

La question de la miniaturisation des drones, même si elle est compliquée, reste accessible jusqu'à un certain niveau. En effet, réduire le segment air, c'est-à-dire la cellule, implique de réduire l'ensemble des composants qui ont été décrits précédemment : le drone, la boule optronique et le système de transmission. Se pose alors des questions énergétiques, aérodynamiques et micro-électroniques extrêmement complexes. C'est la raison pour laquelle, cet enjeu poussé à son paroxysme reste l'apanage des industriels disposant des moyens scientifiques, techniques et financiers suffisants à sa réalisation.

2. Le perfectionnement de l'intelligence artificielle

Si des pilotes automatiques existent depuis longtemps dans les avions traditionnels, ils recourent principalement aux technologies liées à la géolocalisation et donc au GPS. Or, **un drone doit pouvoir faire face seul à des situations nouvelles et imprévisibles qui nécessitent une intelligence artificielle développée**, ce que ne peuvent faire les pilotes automatiques. C'est donc des capacités de leur intelligence artificielle que dépendront la facilité d'utilisation mais aussi la fiabilité et l'intégration des drones dans le trafic aérien. Cet enjeu est grandement lié aux technologies de l'informatique et de l'électronique. Les recherches actuelles liées à l'intelligence artificielles sont nombreuses comme le montrent les pages suivantes.

³³ « Nos industriels se situent clairement au meilleur niveau mondial [sur le marché des capteurs]. Ils peuvent en effet fournir l'ensemble des types de capteurs. Or, les capteurs représentent les trois quarts de la valeur d'un drone. » (Déclaration de M. Yves Vandewalle lors de l'examen du [Rapport d'information sur les drones](#) ; Séance du 25 novembre 2009— Commission de la défense nationale et des forces armées)

- **Le vol en essaim** : actuellement, un opérateur humain ne peut contrôler qu'un seul drone à la fois. Pourtant, il y aurait des avantages considérables si ce même opérateur pouvait contrôler plusieurs appareils simultanément. Cette capacité pour être mise en place nécessite le développement d'une intelligence artificielle (et donc des algorithmes) permettant aux drones de réagir en groupe et donc de se coordonner les uns aux autres.

ZOOM PROJET

2011 → ...

CARUS

(Cooperative Autonomous Reconfigurable UAV Swarm)

Budget : 270 000 €

Cadre : Cluster Aetos

OBJECTIF : Démontrer la faisabilité effective de la réalisation d'une mission par un essaim de drones travaillant de manière autonome, c'est-à-dire par prise de décision en l'air, sans intervention du sol.

Lieu : Aquitaine

Coordinateur : LaBri

ZOOM PROJET

2011 → ...

SUSIE

(SUpervision de Systèmes d'Intelligence en Essaim)

Budget : n.c

Cadre : DGA

OBJECTIF : Explorer la façon dont un opérateur humain peut agir sur tout un groupe de systèmes autonomes, et le diriger à distance. il consisterait à développer une table tactile permettant à un opérateur de contrôler au moins une douzaine de drone sur un théâtre d'opération.

Lieu : France

Coordinateur : DGA

- **L'égo-localisation** : Lorsque le drone n'est pas piloté par un humain, il se contente de suivre un plan de vol qui a été mis en mémoire par l'opérateur. En clair, les drones actuels, s'ils peuvent être autonomes, ne comprennent pas l'environnement qui les entoure. C'est pourquoi plusieurs projets étudient la possibilité de développer une intelligence artificielle capable d'appréhender cet environnement. Différentes recherches ont permis de mettre au point le procédé dit **SLAM (Simultaneous Localisation And Mapping)** qui permet d'avoir simultanément une cartographie et une localisation pour le drone. Le drone peut ainsi se repérer tout seul : on parle d'égo-localisation.

ZOOM PROJET 2009 → ...

SPIDER
(Système de Perception et d'Interprétation Dynamique pour l'Environnement uRbain)

Budget : n.c **Cadre** : Programme de recherche de l'ONERA

OBJECTIF : Donner la possibilité pour un drone de connaître sa position en permanence en l'absence de signal GPS et de construire une représentation 3D de son environnement.

Lieu : France **Coordinateur** : ONERA

- **La désignation et la reconnaissance d'objets** : Il est possible d'imaginer des drones dotés d'une intelligence artificielle qui leur permettrait de prévenir l'opérateur en cas de découverte d'éléments intéressants (comme les réfugiés d'un sinistre par exemple, ou le départ d'un feu de forêt) ou d'interagir avec les mouvements d'un homme (comme les chiens jaunes des porte-avions). Grâce à ces perfectionnements des logiciels embarqués, les opérateurs n'auraient plus à surveiller en permanence leur écran de contrôle. Le projet SPIDER aborde aussi cette question. Aux Etats-Unis, des chercheurs du MIT développent un système de reconnaissance des mouvements. A Bientôt, les drones équipés de cette technologie seront capables de distinguer et comprendre les mouvements d'une personne. Selon Jean-Noël Stock, directeur de

l'activité drones chez Thalès Systèmes Aéroportés, sur ce sujet : « *la technologie est mûre et son intégration sur un drone de démonstration ne devrait plus tarder* ».

Cette intelligence est « greffée » au drone ce qui signifie que ce sont des ingénieurs qui programment les algorithmes de décisions ou de traitement d'images afin que le drone puisse appréhender grâce à cette « intelligence » les situations qu'il rencontrera. Il est déjà possible pour des drones d'avoir des « réactions » comme celle de remettre les gaz lorsqu'ils sont en phase d'atterrissage sur leur propre décision (donc) sans intervention humaine car ils analysent leur approche comme mauvaise. Ces possibilités d'actions autonomes sont très importantes car l'opérateur peut être éloigné du drone et ne peut analyser correctement la situation d'où la nécessité d'une intelligence embarquée développée. De même, la capacité pour un drone de décoller et d'atterrir automatiquement multiplie par un facteur de l'ordre de trois, son temps de disponibilité. Rappelons que le pilotage des drones peut se faire de deux manières qui peuvent être utilisées simultanément : le télépilotage par un opérateur et un pilotage autonome par le drone lui-même.

De récents champs de recherches veulent aller encore plus loin avec **l'apprentissage des robots**³⁴. Le but est de permettre aux robots d'appréhender des situations nouvelles en « apprenant » de leurs expériences passées. L'entreprise IBM souhaite ainsi créer des ordinateurs cognitifs après avoir mis au point une puce électronique « *dupliquant le fonctionnement du cerveau humain, qui pourra servir à construire des ordinateurs capables d'apprendre de leur propre expérience* »³⁵. Ces recherches en sont à leurs débuts et ne pourront pas être appliquées aux drones d'ici une ou plusieurs décennies.

³⁴ Une équipe de chercheurs de l'Institut de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA) de Bordeaux travaille actuellement sur ce thème. Elle développe un robot, baptisé Acroban, sensé « apprendre » à marcher.

³⁵ Le Monde : [IBM veut créer des « ordinateurs cognitifs »](#) - 18/08/2011.

3. La transmission de données et l'utilisation des bandes de fréquences

Le pilotage du drone et l'utilisation de sa charge utile impliquent la création et le traitement d'une quantité importante de données. Or, ces dernières doivent pouvoir être échangées efficacement entre le sol et l'aéronef. Les questions de télécommunications et de bandes passantes ne pouvant être traitées par un seul Etat, des études sont menées au niveau européen sur ces sujets. Plusieurs problématiques interviennent :

- **Les liaisons directes doivent faire face aux phénomènes aérologiques et à la configuration du terrain.** De plus, le spectre des fréquences utilisées (les bandes C et Ku) est sursaturé, les interférences peuvent être nombreuses. Il y a alors des risques de perte de données ce qui serait fort dommageable pour la bonne réalisation d'une mission et peut-être même aussi pour l'intégrité du drone qui, s'il perdait contact avec le sol, pourrait s'écraser³⁶.

ZOOM PROJET

2011 → 2012

ESPRIT

(Emerging system concepts for UAS command & control via satellite)

Budget : n.c

Cadre : Agence Européenne de
Défense

OBJECTIF : Fourniture de capacités de télécommunications pour les liaisons de télécommande et de contrôle (C2 - Command & Control) à destination des drones évoluant dans l'espace aérien civil.

Lieu : Europe

Coordinateur : Thalès Alenia
Space

³⁶ Nombre de drones sont conçus pour se poser seuls et en « douceur » en cas de perte de liaison avec le sol pour éviter ce genre d'incident.

- **Les liaisons satellites, si elles sont exemptes des contraintes de terrains et des interférences, doivent faire face à la gestion du flux croissant de bandes passantes**³⁷. Le nombre de satellites dans l'espace n'est pas illimité. Ainsi, les drones Predator et Reaper qui opèrent en Afghanistan fournissent chaque jour 400 heures de vidéos aux soldats de l'OTAN³⁸. Les drones seront ainsi probablement obligés d'envoyer aux stations-sol des informations « *pré-traiter* » à bord afin de ne pas encombrer de façon inutile les bandes de fréquence sinon le risque à venir est de voir des drones inutilisables de par un manque de bandes passantes. Signe de l'importance du sujet, celui-ci est actuellement traité au niveau de l'Europe³⁹.
- **Les liaisons satellites soulèvent des questions géostratégiques et d'indépendance, en particulier vis-à-vis des Etats-Unis**. Ce pays dispose de la plus grande flotte de satellites du monde. Or si la France devait avoir recours à des satellites américains pour transmettre les informations de systèmes de drones français, cela impliquerait que les américains garderaient le contrôle puisqu'ils pourraient décider de couper les transmissions à tout moment⁴⁰.
- **Les communications doivent être robustes mais aussi sécurisées afin de permettre un partage correct des informations**, ce qui soulève la question du **cryptage** : n'importe qui ne doit pas pouvoir, avec un simple ordinateur et une antenne, prendre le contrôle d'un drone en vol avec les dangers que cela comporterait⁴¹. C'est peut-être ce qui s'est passé le 13 décembre 2011 en Iran, où l'un des drones furtifs de l'armée américaine (un RQ-170 Sentinel construit par Lockheed Martin) s'est posée sur une piste iranienne.

³⁷ La bande passante correspond à la capacité d'un réseau à transmettre des informations (c'est un débit d'informations). Elle se mesure en bits par seconde et s'achète.

³⁸ Un seul Global Hawk occupe une largeur de bande cinq fois supérieure à ce que les forces de combat américaines utilisaient en Afghanistan en 2001.

³⁹ Entretien avec Trang Pham.

⁴⁰ « *Par conséquent, si une opération française ne plaît pas aux Américains ou que CNN propose de payer plus chère la bande passante, il sera impossible de l'obtenir* ». (Colonel Franck Mollard lors de la table ronde au CESA en mai 2011 : [Du drone armé à l'UCAV – évolution ou rupture](#)).

⁴¹ En Irak, des « insurgés » ont piraté des drones américains avec un logiciel de 26 dollars seulement. Il pouvait d'une part, prendre le contrôle des appareils et d'autre part, voir ce que les drones filmaient (Le Figaro : [Irak : les insurgés piratent des drones](#) - 17/12/2009).

4. La propulsion des drones

Les performances aériennes des drones dépendent forcément du système de propulsion installé sur l'engin. Il existe de nombreuses variétés de « moteurs » qui ont chacun leurs avantages et leurs défauts. De même, tous les types de propulsion ne conviennent pas à tous les plans de vol. Par exemple si l'appareil doit voler à plus de 10 000 mètres et à grande vitesse, il devra nécessairement être équipé d'un réacteur.

Diverses technologies sont utilisées actuellement dont certaines s'avèrent prometteuses. Si la batterie électrique et l'essence⁴² sont les plus fréquemment rencontrées, elles présentent de nombreux inconvénients liés en particulier à la puissance, à l'autonomie des engins et au poids. Cependant, d'autres types de propulsions se développent.

FOCUS ENTREPRISE

NORTHWEST UAV PROPULSION SYSTEMS (Oregon – EU)

NUAV est une société américaine fondée en 2005 spécialisée dans la propulsion des drones. Elle les développe, les produit et les vend. Elle emploie près de 60 personnes et envisage d'embaucher plus de 25 personnes en 2012. Cette croissance rapide résulte du recours massif aux drones par l'armée américaine lors des conflits irakiens et afghans. Toutefois, son dirigeant, Chris Harris considère que le développement du marché civil contribuera encore davantage à l'accroissement du marché.

QUELQUES EXEMPLES DE PROPULSIONS UTILISEES PAR LES DRONES

L'HYDROGENE : cette technologie, qui en est encore à ses débuts, présente de nombreux avantages (poids, puissance, écologique, etc.) mais il lui reste des contraintes techniques et financières à surmonter. Cependant, plusieurs projets européens tentent de mettre au point des piles à combustible intégrables sur les drones et basées sur l'hydrogène : le principe est que de l'hydrogène est combiné à l'oxygène de l'air ambiant afin de produire un courant capable d'alimenter un moteur. Aux Etats-Unis des drones expérimentaux existent comme le *Phantom Eye* de Boeing, le *Global Observer* d'Aerovironment ou encore le *Ion Tiger* du Centre de recherche de la Navy.



Image Boeing

⁴² Les essences Avgas 100 LL, et depuis avril 2011 l'Avgas UL 91, distribués par Total sont les principales essences utilisées en France pour l'aviation.

LE SOLAIRE : une propulsion très propre et dont la technologie est de mieux en mieux maîtrisée. Elle permettrait à des drones de voler pour des durées illimitées. Le principe est simple : durant la journée le drone accumule de l'énergie qui est convertie ensuite la nuit à l'aide de moteurs électriques. En 2010, le drone solaire *Zéphyr*, construit par la société britannique Qinetiq, est ainsi resté plus de 14 jours dans les airs entre le 9 et 23 juillet. L'expérience s'est déroulée à Yuma au-dessus de la base d'essais militaires de l'armée américaine⁴³.



Image Qinetiq

LE DIESEL : beaucoup de drones légers sont équipés de moteurs atmosphériques, c'est-à-dire sans turbo. Ils utilisent alors de l'essence spéciale aviation⁴⁴. Cette motorisation entraîne un manque de puissance et limite les capacités des engins face aux conditions aérologiques ou géographiques. Récemment, un moteur diesel a été testé sur un drone-hélicoptère présenté par *Cassidian* au dernier salon du Bourget avec de relativement bons résultats car son autonomie est supérieure de plusieurs heures en moyenne aux autres drones hélicoptères utilisant de l'essence.



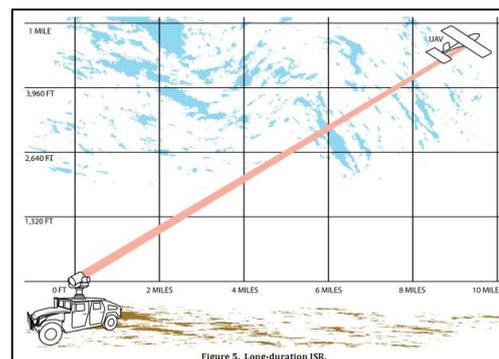
Image <http://www.flightglobal.com>

LE BIO-CARBURANT : l'US Navy a fait voler à la fin du mois de septembre 2011 son drone *Fire Scout* avec un bio-carburant composé d'un mélange d'huile de cameline et de carburant pour aviation. L'objectif est d'obtenir une diminution de 75% des émissions de gaz à effet de serre par rapport à un carburant classique.



Image Northrop Grumman

LE LASER : ce système consiste à diriger à faisceau laser depuis le sol vers un capteur installé sur un drone qui le convertit alors en énergie. Si elle est sans doute l'une des propulsions les moins connues, elle pourrait être d'une redoutable efficacité en terrain plat⁴⁵. Dernièrement, un drone-hélicoptère produit par l'entreprise américaine *Lasermotive* a volé durant 12 heures⁴⁶ consécutives grâce à cette alimentation. Il s'agit d'une technologie très pointue qui méritera sans doute une grande attention dans les prochaines années et ce, d'autant plus que l'Aquitaine est une référence en matière de laser



⁴³ Le Figaro : [Un drone reste 14 jours dans le ciel](#) - 24/07/2010.

⁴⁴ Pour information, selon le Comité Professionnel du Pétrole (CPP), le marché mondial de l'essence pour l'aviation en 2010 a représenté 900 000 tonnes, dont 120 000 pour l'Europe (21 000 pour la France) et 650 000 rien que pour les Etats-Unis.

⁴⁵ Le laser ne traversant pas la matière, par conséquent il ne doit pas y avoir d'obstacle entre l'émetteur et le récepteur.

⁴⁶ Performance réalisée lors d'une manifestation qui s'est déroulée au *Future of Flight Aviation Center* (dans l'Etat de Washington aux Etats-Unis) en 2010.

La propulsion représente indéniablement un intérêt certain pour la cellule du système de drone quant à ses performances mais il est possible de voir plus large. Les drones devraient dans quelques années compléter mais aussi remplacer un nombre important d'avions et d'hélicoptères. C'est par exemple ce qui devrait se passer dans le domaine agricole où les avantages des drones en matière d'analyse des sols et d'épandage commencent à être mis en avant. Or, nous venons de le voir de nombreuses recherches sont en cours sur la propulsion de ces appareils. Il semble que beaucoup d'entre eux auront une production de CO2 très limitée en comparaison des avions classiques. **Il paraît idéaliste de déclarer que les drones seront écologiques et bons pour le développement durable mais il est quasiment certain que leur impact environnemental sera moindre que les avions avec pilotes et qu'ils pourront même, diminuer l'impact de ces derniers.**

ZOOM PROJET

2011 → 2014

SUAV

(Microtubular Solid Oxide Fuel Cell Power System developement and integration into a Mini-UAV)

Budget : 4 187 100 €

Cadre : 7^{ème} PCRD – Commission
Européenne

OBJECTIF : Développer une pile à combustible de 100 W à base de propane et l'intégrer à un système de propulsion hybride d'un drone.

Lieu : Europe

Coordinateur : Hygear Fuel Cell
Systems B.V

5. Des drones « Plug and Play » pour une grande adaptabilité

Le terme « Plug and Play » (PnP), signifiant « *connecter et jouer* », est une procédure permettant aux périphériques récents d'être reconnus rapidement et automatiquement par un système d'exploitation. Les systèmes de drones auront des besoins similaires à ceux des systèmes informatiques : gestion de l'obsolescence technologique, adaptation aux missions du jour, possibilité d'utiliser des matériels standards... Les architectures-systèmes devront donc permettre cette indispensable capacité de souplesse.

* * *

Les drones sont des engins complexes dont la conception fait appel à de nombreuses compétences. Dans le monde, il en existe des centaines de modèles d'une très grande diversité, produits par une trentaine de pays. Cependant, ils sont peu connus en-dehors du secteur militaire où leur développement explose grâce à aux Etats-Unis⁴⁷ et Israël. Ces drones militaires, les plus anciens, sont devenus au fil des dernières années une « chasse gardée » du premier qui concentre environ les trois-quarts des investissements mondiaux de R&D. Israël, malgré son petit territoire et ses capacités financières bien moindres, offre également des prestations de premier ordre. L'Europe tarde à s'investir dans ce secteur pourtant d'une très grande importance aussi bien au niveau industriel qu'au niveau politique. En France, de grands groupes tels EADS, Dassault, Sagem ou encore Thalès ont une expertise reconnue sur le sujet mais faute d'engagement politique clair, le développement de la filière industrielle connaît encore quelques « ratés »⁴⁸.

Cependant, les drones commencent à se diversifier en-dehors du secteur militaire et si l'évolution des drones civils est, certes, à un stade moins avancé, c'est aussi un secteur moins cloisonné et moins dépendant de considérations géostratégiques. Il y a donc de réels enjeux industriels et économiques.

⁴⁷ Depuis 2010 et pour la première fois, l'US Air Force forme plus d'opérateurs de drones que de pilotes de chasse.

⁴⁸ On peut penser ici à la lutte opposant le Talarion d'EADS au futur Telemos de Dassault – BAE System.

II/ Pourquoi développer une filière industrielle de drones ?

Aujourd'hui, le drone reste une technologie très connotée « militaire ». Les chiffres financiers l'indiquent clairement. Le marché est encore principalement un marché de défense⁴⁹ et c'est pourquoi les liens entre le militaire et le civil sont ici d'une très grande importance⁵⁰.

Toutefois, négliger les potentialités de développement d'un marché civil serait probablement dommageable à plus ou moins long terme à l'industrie française et européenne. Si effectivement ce marché est presque insignifiant comparé à celui de l'aéronautique traditionnelle, les drones civils seront appelés un jour à un bien plus grand rôle⁵¹. Les arguments plaidant pour cette cause sont nombreux. Il suffit de visualiser une partie des missions qu'ils réalisent déjà ou prochainement **(A)**. De même, il est certain que les enjeux financiers et industriels seront conséquents **(B)** et outre cet aspect pécuniaire la création d'une filière industrielle de systèmes de drones se révélerait « créatrices de compétences » **(C)** dans les divers domaines technologiques liés à leur conception. En plus de cela, l'insertion des drones dans le trafic aérien, facteur crucial de leur croissance devrait être facilitée dans les prochaines années en Europe et aux Etats-Unis par les évolutions des **ATM (Air Traffic Management) (D)**. Remarquons aussi que l'Europe, principalement depuis le début du 21^{ème} siècle et avec une nette accélération ces dernières années, se met en mouvement sur le sujet **(E)**.

Toutefois, il existe de nombreux points à régler avant que le marché ne s'ouvre réellement. Lorsque ces obstacles seront surmontés, les entreprises françaises devront être en mesure de proposer des produits et services drones à des coûts raisonnables. **Si elles n'arrivent pas à remplir cette condition « à temps », alors ce seront les produits et services d'entreprises étrangères qui s'imposeront sur le marché français.**

⁴⁹ C'est pourquoi les liens entre le militaire et le civil sont d'une très grande importance car bien souvent la technologie militaire est en avance sur la technologie civile. Les Etats-Unis ont d'ailleurs pris l'habitude de les faire collaborer intensément.

⁵¹ « *Le marché des drones n'est pas un marché comme les autres. Regroupant peu d'acteurs, il n'est pas encore arrivé à maturité et nombreux sont les États tentés d'y positionner leurs industriels, pressant des développements prometteurs* » (Yves Vandewalle et Jean-Claude Viollet - *Rapport d'information n° 2127 sur les drones – 2009*).

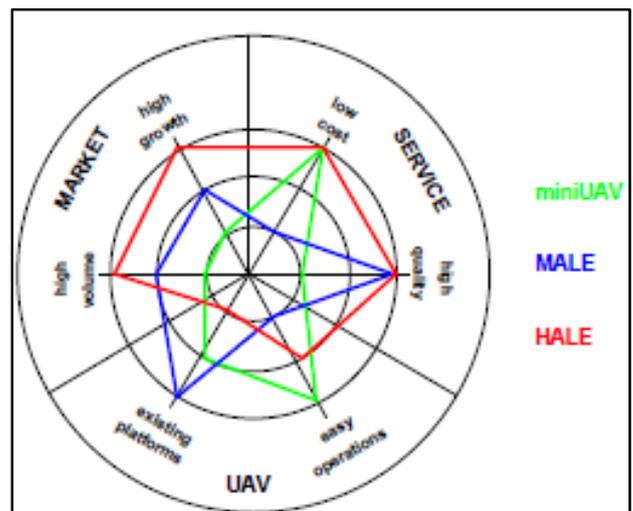
A- L'étendu des applications possibles

Le secteur civil est un réservoir de potentialités insoupçonnées. Il est encore balbutiant et totalement méconnu mais de plus en plus nombreux sont ceux qui lui prédisent un bel avenir. On peut imaginer que les systèmes de drones couvriront les besoins auxquels les avions actuels avec leurs pilotes ne peuvent satisfaire ou alors au prix d'un engagement financier ou humain trop élevé. On utilise la règle des trois « **D** » pour décrire les missions pour lesquelles l'utilité des drones est la plus forte (mais pas exclusive) :

- **Dull** : monotone
- **Dangerous** : dangereuse
- **Dirty** : sale

S'il est impossible de citer l'ensemble des applications imaginables d'un drone, nous pouvons néanmoins effectuer un classement par grandes catégories de missions. Nous nous appuyerons ici sur le référencement réalisé par l'Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques (ONERA)⁵². Il a défini trois domaines : la surveillance et l'observation, les missions exploitant le vecteur aérien et les missions spécifiques. Des exemples compléteront cette présentation afin d'imager les propos. Nous ajouterons à ce découpage une quatrième catégorie qui est encore très peu développée mais qui pourrait se révéler être un créneau porteur : les loisirs.

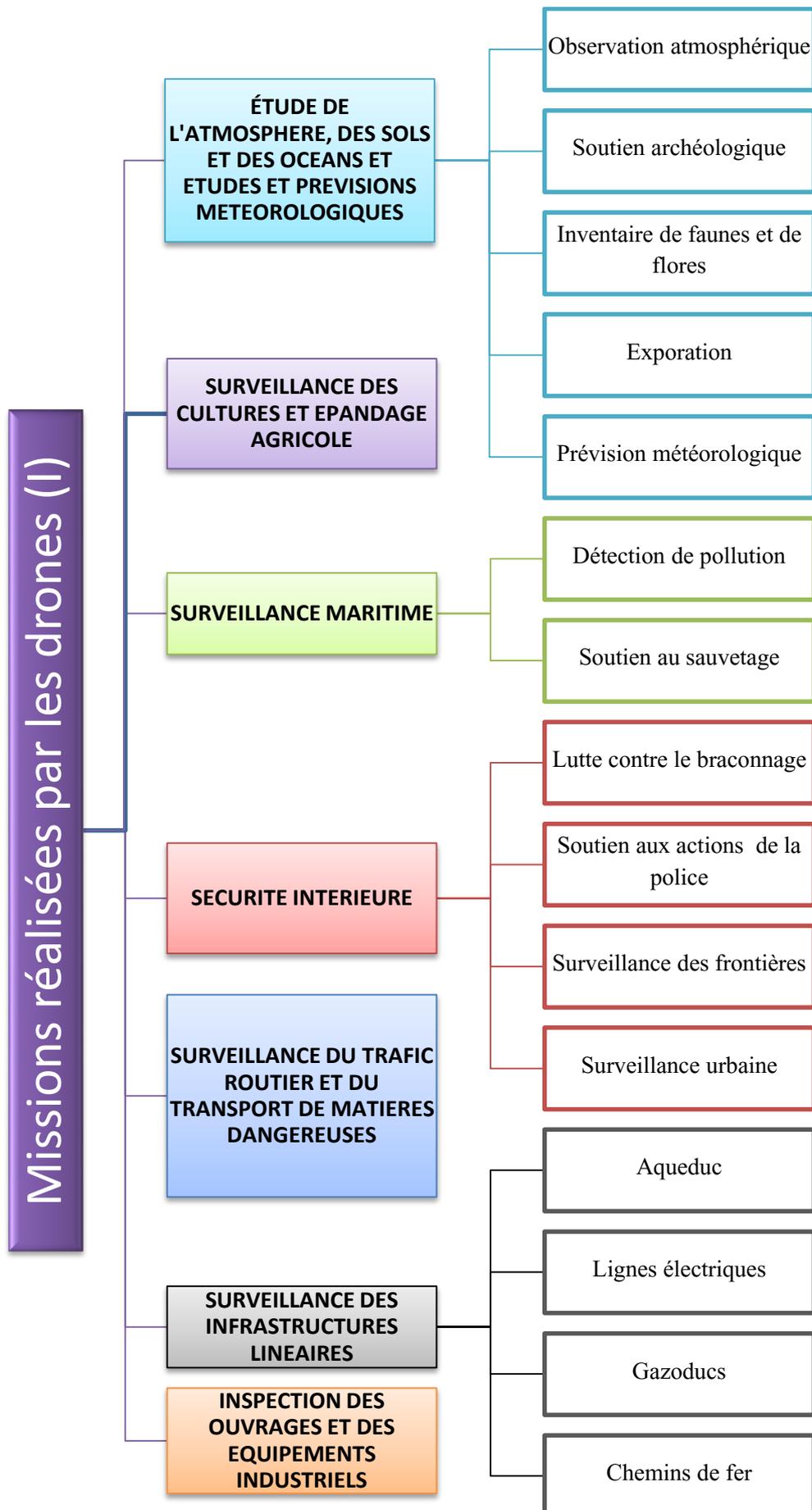
En toute logique, chaque type d'appareil est plus propice à réaliser telle ou telle sorte de missions. Ainsi, le projet **UAV Safety Issues for Civil Operations (USICO)** avait réalisé au entre 2002 et 2004, un « radar » (Cf. ci-contre) précisant l'état du marché civil des systèmes de drones. Celui-ci a quelques peu évolué depuis, mais le volet « service » et « UAV » reste pertinent.

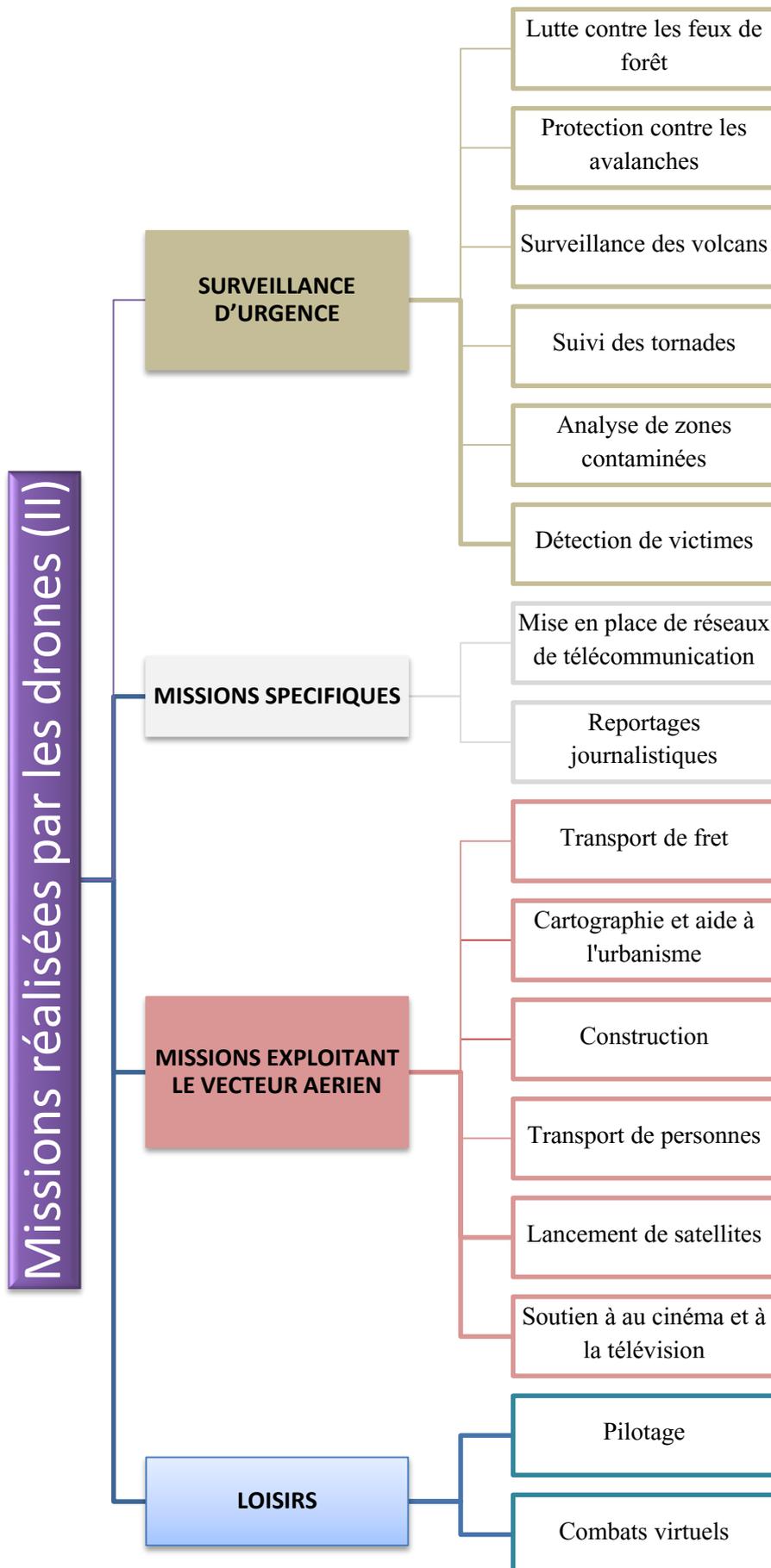


MARCHÉ DES DRONES SELON L'USICO (en 2004)

Source : USICO

⁵² L'ONERA est le premier acteur français de la R&T aéronautique, spatiale et de défense.





ETUDES SCIENTIFIQUES

Type de mission	Exemple(s)
<p align="center">ÉTUDE DE L'ATMOSPHERE, DES SOLS (GEOLOGIE- ARCHEOLOGIE...) ET DES OCEANS</p>	<p>L'université américaine ASTRA (Atmospheric Science Through Robotic Aircraft) mène actuellement une réflexion sur la possibilité d'envoyer un drone faire des observations physiques de l'atmosphère à une altitude de 50 kilomètres. C'est un projet ambitieux qui demande beaucoup d'investissements.</p>
	<p>Un <i>Microdrone md4-200</i> de la société allemande Microdrones a été utilisé par des archéologues en Russie dans la région de Tuekta afin de recomposer en 3D un ancien tertre funéraire⁵³. Selon le géographe Marijn Hendrickx (Université de Gand en Belgique) : "<i>cette méthode offre de nombreuses possibilités</i>"⁵⁴.</p>
	<p>Un Scan Eagle (fabriqué par Boeing) est utilisé par une équipe de scientifiques issus de l'université d'Alaska pour réaliser du comptage d'animaux dans les zones arctiques. L'appareil, capable de voler pendant près de 20 heures, a enregistré plusieurs dizaines de milliers de photos. Il a été mis au point par une équipe du <i>Cooperative Institute for Research on Environmental Sciences</i> (Université du Colorado) qui a installé les capteurs nécessaires à la réalisation des missions. Le comptage des animaux a ensuite été facilité par l'utilisation d'un logiciel adapté.</p>
	<p>Des scientifiques Zurichois ont mis au point pour 1 400€ un drone doté de caméras facilement utilisable pour effectuer de la surveillance de forêt. Très petit puisqu'il loge dans un sac à dos, il est facilement utilisable et peut réaliser des vols automatiques avec une programmation du parcours à effectuer. En février 2012, l'appareil avait déjà effectué plus d'une trentaine de missions. Il semble que cette initiative intéresse fortement les scientifiques du monde entier. L'un des concepteurs a déclaré au sujet du drone : « <i>Mon rêve, ce serait que dans le futur, chaque écologiste sur le terrain puisse avoir son propre drone dans son sac à dos puisque ça ne coûte finalement pas plus cher qu'une bonne paire de jumelles !</i> »</p>
	<p>La Nasa et la NOAA ont recouru en avril 2010 à un Global Hawk pour réaliser le programme GloPac (Global hawk Pacifique) portant sur l'étude de l'atmosphère au-dessus de l'océan Pacifique et Arctique. La charge utile du drone pour mener à bien cette mission comptait 11 instruments de mesures différents. Le succès de la mission (4 vols d'études complets dont plusieurs dépassaient les 25 heures) a fait déclarer à Paul Newman, l'un des responsables scientifique du projet : « <i>The GloPac mission showed that the Global Hawk aircraft is a revolutionary tool for Earth science research</i> »⁵⁵.</p>
	<p>Un drone accompagne une équipe de scientifiques chinois partis explorer l'Antarctique début novembre 2011. Il a pour objectif d'aider à la récolte de données diverses (températures, épaisseur glace, etc.) dans les endroits jugés trop dangereux pour les humains. Il a été conçu par le Laboratoire-Clé d'Etat de Robotique de l'Institut d'Automatismes de Shenyang⁵⁶.</p>

⁵³ http://www.maxisciences.com/drone/le-drone-nouvel-allie-des-archeologues_mrm87222.html

⁵⁴ <http://decouvertes-archeologiques.blogspot.com/2011/10/un-drone-minuscule-pour-modeliser-des.html>

⁵⁵ http://www.nasa.gov/centers/dryden/status_reports/glopac_status_04_24_10.html

⁵⁶ Le quotidien du peuple en ligne : [Un drone hi-tech qui ira là où les humains ne le peuvent pas](#) – 04/11/2011

**ETUDES ET
PREVISIONS
METEOROLOGIQUES**

Le *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) américain et beaucoup de météorologistes considèrent que les moyens actuels de suivi météo entre les stations au sol, les satellites hors de l'atmosphère et les ballons sondes lâchés en petite quantité ne sont pas suffisants. C'est pourquoi le *Massachusetts Institute of Technology* (MIT)⁵⁷ propose l'utilisation de petits drones capables de faire des relevés à des altitudes et des distances variables et donc avec une plus grande précision que les moyens actuels. Cette activité pourrait être très utile aux pilotes de lignes qui ont besoin d'avoir une connaissance précise des phénomènes météorologiques qu'ils risquent de rencontrer durant leurs vols.

Dans le cadre du programme GRIP (Genesis and Rapid Intensification Process), trois drones Global Hawk de la NASA, ont réalisé diverses missions d'observation d'ouragans à l'été 2010⁵⁸. L'objectif à moyen terme est d'affiner les prévisions météorologiques liées aux événements climatiques d'envergure comme les tempêtes. Les Global Hawk ont ainsi survolé les ouragans Earl et Frank en faisant face à des vents de plus de 200 km/h ce qui a permis de démontrer leurs capacités de résistances aux phénomènes aérologiques extrêmes. En plus des images et vidéos récoltées, les drones ont été équipés d'outils leur permettant de relever la force et l'orientation des vents. « *Dans un avenir proche, la Nasa prévoit d'installer ses appareils sur la côte Est des Etats-Unis - au plus proche de la région où se forment et se développent les tempêtes - pour optimiser leur temps de vol* »⁵⁹.

⁵⁷ Par l'intermédiaire du Professeur **Jonathan How** dont un aperçu des travaux en cours sur les systèmes de drone est disponible sur la page internet : <http://vertol.mit.edu/jhow.html>

⁵⁸ Source : http://www.nasa.gov/mission_pages/hurricanes/missions/grip/news/frank-flyover.html

⁵⁹ Blog La chronique météo de Philippe Jeanneret : [Drone contre cyclone](#) – 07/09/2010

LA SURVEILLANCE CIVILE

Type de mission	Exemple(s)
SURVEILLANCE DES CULTURES ET EPANDAGE AGRICOLE	L'entreprise Fly-N-Sense développe, avec son drone <i>Scancopter CB 750</i> , un procédé permettant d'obtenir des informations sur la santé et la maturité du vignoble. Les premiers essais ont eu lieu à la mi-2011.
	L'entreprise japonaise Yamaha Motors vend depuis plus de 20 ans des drones hélicoptères aux agriculteurs Japonais pour réaliser de l'épandage. Le modèle de la firme le plus répandu est le R-MAX dont plus de 3 000 seraient en services (source : ONERA). Les agriculteurs ont pris l'habitude de se réunir en coopératives pour acheter l'appareil dont la valeur tourne autour de 100 000€. Une heure d'utilisation du R-Max coûterait seulement 10% du prix d'une heure d'hélicoptère. Le R-Max est capable de travailler une parcelle 6 hectares en une heure. Une version améliorée et plus autonome du drone est sortie en 2003 mais ses ventes ont été extrêmement faibles (son prix avoisine les 800 000 euros). Des entreprises japonaises proposent aussi le R-Max en location avec un opérateur.
SURVEILLANCE MARITIME	La société SMP Technologies, celle qui commercialise le Taser en France, a réalisé un drone baptisé <i>V3</i> déjà capable de repérer les traces de pollutions maritimes. Plusieurs villes côtières en France seraient intéressées. Cette surveillance couvre de larges domaines (voies maritimes, trafic de drogue, clandestins, détection des pollutions par hydrocarbures, etc.).
	La société Aerodrones basée dans la technopole Izarbel à Bidart (Aquitaine) travaille sur un projet de R&D baptisé Troisième Œil Marin (TOM) ⁶⁰ . Son objectif est d'aboutir à la réalisation d'un démonstrateur capable de réaliser des missions de surveillance et de détection de pollution ainsi que des missions en soutien au sauvetage.
INSPECTION DES OUVRAGES ET DES EQUIPEMENTS INDUSTRIELS	L'inspection des bâtiments et ouvrages d'art se fait visuellement de manière générale. Mais il n'est pas toujours facile d'atteindre tous les points d'un bâtiment à inspecter sans avoir à mettre place une logistique importante. Un drone U-130 de la société Novadem en PACA a récemment procédé à l'inspection du Viaduc de Millau ⁶¹ . Ce dernier pèse entre deux et trois kilos et dispose d'une autonomie d'environ 20 minutes. Selon des sources informelles, l'achat d'un système de drone U-130 (avec un an de maintenance et trois jours de formation) avoisinerait les 45 000 euros.
	La PME Coffice est spécialisée dans le contrôle non destructif, l'inspection et l'audit qualité d'équipements industriels. Elle a adapté ses outils de mesure à un support drone piloté à distance. Sa charge utile particulière lui permet de faire des contrôles d'épaisseurs, de température, de présence de gaz, etc. Ce programme a nécessité trois ans de travail ⁶² .

⁶⁰ Une aide de 90 000€ a été proposée par le Conseil Régional à Aerodrones dans le cadre de ce projet.

⁶¹ Midi-Libre : 15 octobre 2011 : [Un drone missionné pour inspecter les piles du viaduc](#)

⁶² Sud-Ouest : [Drones en Gironde : objets volants à tout faire – 22/09/2010](#)

<p>SURVEILLANCE URBAINE, DES ZONES PROTEGEES, DES MANIFESTATIONS, ET DES FRONTIERES</p>	<p>En Afrique du Sud, pour lutter contre le braconnage des rhinocéros, le département de la Défense proposait à la fin de l’année 2010 d’employer un drone-hélicoptère de l’entreprise Denel afin de poursuivre les braconniers⁶³.</p> <p>En Allemagne, plusieurs Landërs comme la Saxe ont expérimenté des drones pour observer les hooligans dans les environs de stades de football⁶⁴. Le Gouvernement d’Angela Merkel souhaiterait étendre la possibilité de recourir aux drones pour lutter contre la criminalité en Allemagne, c’est pourquoi un texte est en préparation afin d’autoriser le recours aux drones pour la surveillance civile⁶⁵.</p> <p>La Police Nationale expérimente depuis 2008 le drone ELSA (Engin Léger de Surveillance Aérienne) fabriqué par la filiale de la DCNS, Sirehna. Pesant 1,2 kilo et mesurant 1 mètre 50 d’envergure, il peut être utilisé en cas d’émeutes, de manifestations, de prises d’otage etc⁶⁶. En 2010, une nouvelle phase expérimentation a démarré sur une version plus robuste d’ELSA. Entre-temps, la Police Nationale a décidé d’acheter deux exemplaires du CopterCity à SurveyCopter avec une station-sol⁶⁷. Le GIGN a acquis deux autres types de drones à cette même société : le DVF2000 et le Copter Xe.</p> <p>Vanguard Defense Industries, société américaine, a vendu en octobre 2011 aux autorités du Comté de Montgomery (Texas) un drone hélicoptère ShadowHawk pour épauler les services de police dans leur activité. Il dispose d’un GPS, d’un détecteur de chaleur et d’une capacité de vision nocturne. D’un coût initial de 500 000\$ (dont 250 000 payé par le Comté, l’autre moitié par subvention), son utilisation ne coute que 20\$ de l’heure selon le Chief Deputy Randy McDaniel⁶⁸ soit bien moins cher qu’un hélicoptère. Il est capable de voler durant 5 heures et d’atteindre des vitesses de 110 km/h. Il pourrait être prochainement équipé d’un pistolet à impulsion électrique.</p>
<p>SURVEILLANCE DU TRAFIC ROUTIER ET DU TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES</p>	<p>La police anglaise a tenté d’utiliser de drones pour surveiller, entre autres, le trafic routier. Des expérimentations ont été faite à Liverpool mais malheureusement pour les services de police de la ville, la Civil Aviation Authority leur a notifié que le drone (un petit quadri-rotor) n’avait pas les permissions requises pour voler. Si les autorités de Liverpool se sont intéressées à cet appareil c’est que l’achat et la maintenance de l’un d’entre eux coute 180 000 euros/an (47 000 euros à l’achat) alors que la flotte de trois hélicoptères de la ville coûte annuellement 1,8 millions d’euros⁶⁹ (7 millions d’euros à l’achat).</p>

⁶³ Africa News - [SA to use drone against rhino poachers](#) – 29/10/2010

⁶⁴ Le Figaro : [Un drone pour filmer les hooligans](#) - 15/02/2008

⁶⁵ La Libre Belgique : [Des drones pour combattre la criminalité](#) – 04/01/2012

⁶⁶ «Les drones serviront dans plusieurs types de missions: (...) ils pourront nous aider à préparer et sécuriser les interventions » (Patrick Guyonneau du service des technologies de sécurité au ministère de l’Intérieur).

⁶⁷ Air&Cosmos n°2232 : [L’espoir des petits drones français](#) – 17/10/2010

⁶⁸ [http://www.kbt.com/state/headlines/Montgomery County Introduces the ShadowHawk Unmanned Aerial Ve 132821003.html](http://www.kbt.com/state/headlines/Montgomery_County_Introduces_the_ShadowHawk_Unmanned_Aerial_Ve_132821003.html)

⁶⁹ <http://www.bbc.co.uk/news/uk-northern-ireland-15759537>

	<p>En France, un projet de recherche intitulé MoPoCo (<i>Mesure et MODélisation de la COngestion et de la POLLution</i>) et dirigé par l'INRETS (Institut National de Recherche et d'Etudes sur les Transports et leur Sécurité) recourt à un drone-hélicoptère pour surveiller le trafic. Le but de ce projet est de mieux comprendre les effets de congestion afin de pouvoir les anticiper. Le drone est l'outil le mieux approprié pour surveiller durant des journées entières des tronçons de routes tout en prenant une multitude de clichés photographiques de grande qualité.</p>
<p>SURVEILLANCE DES INFRASTRUCTURES LINEAIRES (OLEODUCS, GAZODUCS, CATENAIRES ET VOIES FERREES, LIGNES A HAUTE TENSION)</p>	<p>La Lyonnaise des Eaux a recouru en juillet 2009 à un drone pour inspecter l'aqueduc de Budos. Cette opération lui est revenu environ deux fois moins cher que si elle avait utilisé un hélicoptère : aux alentours de 10 000 euros pour 40 kilomètres à examiner⁷⁰.</p>
	<p>RTE (Réseau de Transport d'Electricité) a créé en partenariat avec l'Université Pierre et Marie Curie une chaire d'excellence « Mini-drone autonome » dont la vocation est de contribuer à la recherche et au développement de mini-drones et leur évolution dans des conditions aérologiques difficiles. RTE renforce ses actions de Recherche et Développement sur ses méthodes de maintenance de son réseau.</p>
	<p>Guillaume Pépy, Président de la SNCF, déclarait auprès de journalistes en avril 2011 : « si seulement nous avions des drones... »⁷¹ en référence aux vols récurrents de cuivre sur les lignes ferroviaires (la SNCF utilise en ce moment des hélicoptères de « patrouille » pour surveiller ses lignes mais ces hélicos ont un coût).</p>
	<p>L'entreprise Delair-Tech basée à Toulouse souhaite fournir aux entreprises pétrolières des drones de deux kilos à prix réduit. Son directeur, Bastien Mancini, déclare que Delair-Tech propose une « <i>solution efficace capable de surveiller les pipelines, et de déclencher en urgence des interventions</i> »⁷².</p>
	<p>En Russie, la compagnie pétrolière TNK-BP va utiliser des drones pour surveiller son gisement Sibérien de Samotlor. Construit au Centre d'Etudes Spatiales, ils sont actuellement en phase de test.⁷³</p>
<p>Toujours en Russie, l'entreprise Aerocon (basée à Kazan) a été mandatée par une entreprise énergétique pour mettre au point un drone capable de surveiller des gazoducs dans des conditions extrêmes. Il devra voler à 3 000 mètres, à une vitesse de 200 km/h et dans un environnement où la température pourra atteindre jusqu'à - 50° celsius⁷⁴</p>	

⁷⁰ Sud-Ouest : [Drones en Gironde : objets volants à tout faire – 22/09/2010](#)

⁷¹ Le Nouvel Observateur – 24 avril 2011 : [Bienvenue au pays des drones civils](#)

⁷² Entreprises Midi-Pyrénées.com – 25/10/2011 : [Surveiller les infrastructures pétrolières avec les drones de Delair-Tech](#)

⁷³ La voix de la Russie : [Drones pour contrôler l'exploitation du gisement en Sibérie – 30/11/2011](#)

⁷⁴ La Voix de la Russie : [Un drone pour surveiller les gazoducs – 05/12/2012](#)

LA SURVEILLANCE D'URGENCE

Type de mission	Exemple(s)
INCENDIES DE FORETS, AVALANCHES	L'entreprise Mérignacaise (33) Fly-N-Sense développe dans le cadre du projet STAFF (<i>Système de drone Tactique pour la lutte contre les Feux de Forêts</i>) en partenariat avec le SDIS des Landes ⁷⁵ un système de drone qui permettra d'optimiser la prise de décision et de renforcer l'efficacité des interventions des services de secours en cas d'incendie . Un tel projet peut s'avérer prometteur car l'on sait que les reconnaissances terrestres sont lentes et souvent compliquées et l'utilisation d'hélicoptères ou l'avions sont coûteuses.
	La société Delta-Drone basée à Grenoble va commercialiser à partir de 2012 deux modèles de drones en partenariat avec le groupe Montagne et Neige Développement. Leur objectif sera d'assister les services de protection et de sécurisation des usagers de la montagne et des domaines skiables . Ils permettront ainsi d'assurer le déclenchement préventif d'une avalanche, d'aider à la localisation de victime, mesurer des hauteurs de neige ou encore réaliser des relevés topographiques.
VOLCANS, TORNADES	Des chercheurs de l'Université du Costa Rica en collaboration avec la NASA ont lancé en 2011 une expérimentation visant à faire voler un drone dans des nuages volcaniques afin d'améliorer les prévisions d'éruptions majeures . Depuis longtemps, les volcanologues testent différentes techniques pour effectuer ce type de prélèvements mais cela est pour l'instant soit dangereux (hommes au sol), soit très coûteux (avions spécialisés) soit pas assez efficace (satellites). Le drone construit par une société américaine a coûté 40 000\$ mais l'objectif est d'arriver à développer un produit coûtant aux alentours de 2 000\$ ⁷⁶ .
EVALUATION DES DEGATS EN CAS DE CATASTROPHE NATURELLE	Plusieurs entreprises fabricantes de drones ont été appelées lors de la catastrophe japonaise de Fukushima afin de se rendre au cœur des réacteurs nucléaires et d'évaluer les dégâts . Parmi elles, la société française Hélipse basée à La Couronne en Charente (16) ⁷⁷ .
	La société Bertin Technologie a livré en décembre 2011, deux drones HoverEye-EX à la sécurité civile de Nogent-le-Rotrou⁷⁸ . L'unité d'instruction et d'intervention (UIISC 1) est la première de France à être ainsi équipée. Leur charge utile contient des caméras jour/nuit permettant de détecter ou suivre des victimes en temps réel en cas de catastrophe.
RECHERCHE ET SAUVETAGE	L'ONERA, en collaboration avec plusieurs laboratoires européens, développe un drone-hélicoptère, le RESSAC (REcherche et Sauvetage par Système Autonome Coopérant) , qui à terme pourra servir à l'évacuation de personnes sur une zone de sinistre, d'accident ou de champ de bataille.

⁷⁵ Et avec le soutien du Conseil régional d'Aquitaine.

⁷⁶ Reuters : Volcano drone a hovering sentinel for future eruptions - 13/11/2011

⁷⁷ Sud-Ouest : [Des drones au Japon](#) - 06/04/2011.

⁷⁸ Communiqué de presse de Bertin Technologie du 14/11/2011

MISSIONS EXPLOITANT LE VECTEUR AERIEN

Type de missions	Exemple(s)
TRANSPORT DE VIVRES ET D'EQUIPEMENTS DE SAUVETAGE EN ZONE HOSTILE	La société israélienne UrbanAeronautics développe un drone baptisé AIR-MULE qui servira aux transports de marchandises ⁷⁹ en zones non-accessibles par d'autres matériels. Présenté au Salon du Bourget 2009, il devrait pouvoir transporter 320 kilos à 400 km/h et jusqu'à 3 500 mètres d'altitude. Son prix est estimé à 600 000 euros pièce. Si sa vocation est avant tout militaire, elle laisse augurer des usages civils intéressants.
LA CARTOGRAPHIE ET L'AIDE A L'URBANISME	<p>Une rumeur a circulé quelques temps sur Internet selon laquelle Google souhaitait utiliser une flotte de drones allemands pour remettre à jour et avec une meilleure qualité les données de Google Earth⁸⁰. Mais celle-ci a été démentie.</p> <p>La ville canadienne de Saguenay (146 000 habitants) a fait l'acquisition au début du mois de novembre 2011 d'un drone hélicoptère acheté 1 500\$. Le maire de la ville précisant : « Nous l'avons surtout acheté pour filmer des endroits inaccessibles comme le toit du réservoir d'eau, par exemple. C'est certain qu'on va pouvoir également filmer certaines activités, comme le festival des Rythmes du monde. Et je veux aussi filmer les artères de la ville pour créer une banque d'archives vidéo »⁸¹. Pour l'instant, les résultats escomptés ne sont pas là puisque l'appareil s'est abîmé lors de son premier vol (problème de pilotage) et le maire de la ville n'avait pas conscience des contraintes liées à la réglementation aérienne et l'utilisation des drones.</p>
LA CONSTRUCTION	Au sein du laboratoire GRASP (General Robotics, Automation, Sensing and Perception), de l'Université de Pennsylvanie aux Etats-Unis, des étudiants ont mis au point un drone capable de construire des petites structures ⁸² .
LE TRANSPORT DE PERSONNES	La société Israélienne UrbanAeronautics développe à côté du drone AIR-MULE de base, deux variantes de celui-ci : le Centaur et le X-Hawk. Ces modèles sont conçus pour le transport de personnes et sont destinés aussi bien pour le marché militaire que le marché civil. Le plus imposant, le X-Hawk devrait pouvoir transporter jusqu'à 10 personnes. Les responsables de l'entreprise soulignent à travers leur site Internet l'importance que pourrait avoir un tel drone pour les services de secours et en particulier pour les évacuations médicales. Ces appareils selon des estimations de juin 2011 auraient une autonomie en vol de deux heures et pourrait voler jusqu'à 3,5 km d'altitude et une vitesse de 110 km/h. ⁸³
LANCEMENT DE SATELLITES	Le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) et l'ONERA travaillent ensemble depuis plusieurs 2008 sur un projet baptisé Eole . Le projet consiste à développer un drone capable de procéder à la mise en orbite basse de petits satellites (10 à 50kg). Cela permettrait aux petits satellites de ne plus être dépendants des gros pour leur lancement. Les expérimentations commenceront mi-2012 ⁸⁴ .

⁷⁹ Israel National News : [Air-Mule will Help IDF Medical Rescue Teams](#) –

⁸⁰ Maxi-Science : [Google n'utilisera pas de drones pour Google Earth](#) – 11/08/2010.

⁸¹ Le Quotidien : [Saguenay fait l'acquisition d'un drone](#) – 03/11/2011

⁸² Vidéo disponible ici : http://www.youtube.com/watch?v=tPZRCCw0O28&feature=player_embedded

⁸³ Informations disponibles sur le site d'UrbanAeronautics : www.urbanaero.com

⁸⁴ Air & Cosmos – N°2279 : [Un drone pour lancer des satellites](#) – 16/09/2011 ; P.51-52

<p>L'UTILISATION PAR L'INDUSTRIE CINEMATOGRAPHIQUE ET LA TELEVISION</p>	<p>Cette utilisation peut se faire des deux côtés de la caméra puisque les drones sont déjà utilisés dans certaines scènes de films de guerre et d'action, en particulier les films américains. Mais ils peuvent aussi être utilisés pour filmer des plans impossibles à obtenir avec une caméra classique au sol ou montée sur un hélicoptère puisque la manœuvrabilité des drones est supérieure. A ce propos, deux étudiants de l'ENSEIRB (école d'ingénieurs bordelaise), Jean-Damien Bossillon et Augustin Boisvert, ont créé un système de drone baptisé <i>360° UAV</i>. Ils espèrent investir le marché de l'industrie cinématographique⁸⁵ avec lui. Ils se sont rapprochés de l'entreprise Fly-N-Sense afin d'être accompagnés dans leur développement.</p> <p>La chaîne de télévision France 3 utilise pour son nouveau jeu Code Delta un drone de la société toulousaine Sky-Shoot, spécialisée dans la prise de vue aérienne. A côté des caméras classiques, les équipes de tournage utilisent un drone afin d'obtenir des prises de vues impossible à réaliser avec un hélicoptère ou alors trop chères⁸⁶.</p> <p>La société de production Omstudio, basée à Berlin, utilise un drone hélicoptère équipé d'une caméra très haute définition Red Epic pour réaliser certains de ses films. En mars, 2012 le studio a présenté un mini-film de combat durant cinq minutes tourné dans une friche industrielle. L'utilisation du drone a permis de filmer le tout en une prise avec des plans particulièrement intéressants. L'appareil a été baptisé Omscopter.</p>
<p>L'INSPECTION DE SCENES DE CRIMES INTERIEURES ET EXTERIEURES</p>	<p>Des enquêteurs de la Cour Pénale Internationale utilisent des drones en Côte d'Ivoire sur différents sites afin de détecter d'éventuels charniers ou lieux de massacres. L'utilité de l'appareil est de donner une vision globale du site inspecté. Ils sont donc d'une aide très précieuse pour les enquêteurs.⁸⁷</p>

⁸⁵ Jean-Damien Bossillon et Augustin Boisvert : « *On a déjà utilisé un modèle d'hélicoptère radiocommandé pour le tournage d'Harry Potter ou Hancock. L'embarquement d'une caméra peut s'avérer très utile pour évoluer au milieu des décors* » (Sud-Ouest : Le drone vole pour le cinéma – 20/10/2009).

⁸⁶ <http://vimeo.com/28546811>

⁸⁷ Slate Afrique : Côte d'Ivoire - Les charniers de Duékoué passés au crible par la CPI – 15/03/2012

MISSIONS SPECIFIQUES

Type de mission	Exemple(s)
MISE EN PLACE DE RESEAUX DE TELECOMMUNICATION	<p>Un exemple, l'Ecole Polytechnique de Lausanne en Suisse, qui travaille beaucoup sur les systèmes de drones, a un projet au sein de son laboratoire LIS (Laboratory of Intelligent Systems). Celui-ci consiste à créer un essaim de drones capables de mettre en place rapidement un réseau de télécommunication. L'intérêt de cette recherche concerne les situations de catastrophes, où à la suite d'inondations ou de tremblements de terre, les infrastructures de communication ont été détruites. Ils joueraient alors le rôle d'antenne-relais de secours. Mais ces applications pourraient être bien plus larges.</p>
	<p>Les gestionnaires du site Internet d'échange de fichiers Pirate Bay ont annoncée en mars 2012 vouloir créer un réseau Internet grâce à des drones et des satellites en orbite basse. Les drones utilisés serviraient de hotspots wifi qui donneraient accès à Internet. Les drones étant mobiles, ils pourraient se déplacer en fonction des lieux où une censure est exercée.</p>
REPORTAGES JOURNALISTIQUES	<p>L'AR Drone, que nous évoquerons dans les loisirs, a révélé récemment son utilité en-dehors de son aspect ludique. En effet, un journaliste de la chaîne CNN, Aaron Brodie, a utilisé l'un de ces drones, en le pilotant depuis un Ipad, pour filmer les dégâts occasionnés par une tornade à l'intérieur d'une église qui était inaccessible. Il déclarait peu de temps après : « <i>De par le monde, il y a beaucoup plus de drones de haute-technologie accessibles à tous, y compris pour nous, les nouveaux médias et je pense que cela va continuer à nous fournir d'infinies perspectives dans le milieu</i> »⁸⁸. <i>Est-ce qu'un nouveau mode de reportage journalistique verra le jour grâce à ces appareils ?</i> D'ailleurs, un laboratoire consacré au drone-journalisme a été ouvert à l'université du Nebraska en novembre 2011. L'un des professeurs, Matt Waite, écrira un ouvrage sur la manière dont les drones peuvent être utilisés pour recueillir des informations.</p>

⁸⁸ "There's much more sophisticated drone technology out there that is now available to really anybody, including us in the news media, and I think this is going to continue to provide a whole new perspective on things". (Source - Aaron Brodie sur CNN).

LOISIRS	
<i>Type de mission</i>	<i>Exemple(s)</i>
PILOTAGE ET COMBATS VIRTUELS DE DRONES	Le principal produit existant dans le monde est français : l'AR Drone. C'est un quadri-rotor de 400 grammes et mesurant 50 centimètres produit par la société Parrot. Il est vendu 299€ et se pilote à partir d'un Iphone. Il est un « <i>jeu vidéo volant</i> » puisque les pilotes peuvent s'affronter virtuellement à partir d'un Iphone ⁸⁹ . Des concours commencent à naître grâce à ce jeu qui est exporté dans le monde entier (40 pays selon le site du fabricant) pour un prix d'environ 300€.
	Un concurrent vient de lancer en juillet 2011 un modèle de drone-hélicoptère lui aussi pilotable depuis un Iphone mais pour un prix de 50 dollars seulement (pour des performances moindres cependant).
	On remarque aussi que le laboratoire GRASP développe un mini-drone quadri-rotor d'une extrême maniabilité pouvant constituer un futur divertissement à la vue de ses performances ⁹⁰ .
CHASSE A L'HOMME	Depuis octobre 2011, l'AR Drone propose aussi une nouvelle application : la « chasse humaine » ⁹¹ .
<p>Les drones de « loisirs » sont encore très peu nombreux mais le développement de ce volet est très rapide et il est possible d'imaginer des applications très intéressantes. Ainsi, <i>pourquoi ne pas penser à des combats de drones aériens à l'image de ceux qui existent déjà pour robots terrestres ? Des spectacles chorégraphiés⁹² ? Des courses de drones ? Etc.</i></p>	

FOCUS ENTREPRISE

Parrot (Paris)

L'entreprise, spécialiste des périphériques WiFi et bluetooth pour téléphones mobiles, est longtemps restée inconnue du grand public. Créée en 1994, elle emploie plus de 360 personnes actuellement. Elle est sortie de « l'ombre » en 2010 grâce au succès mondial de l'AR Drone. Il a fait grimper les bénéfices de son entreprise conceptrice en 2010 et 2011. Son dirigeant Henri Seydoux déclare : « *Les opportunités liées au Parrot AR.Drone donne une nouvelle dimension au groupe, tant en terme de notoriété que de nouveaux relais de croissance* »¹.

⁸⁹ L'armée américaine teste depuis juin 2011 l'utilisation de Smartphones par ses troupes. L'objectif de ces tests est que les fantassins puissent observer avec un simple smartphone ce que voient les différents drones présents au-dessus d'eux.

⁹⁰ Des images impressionnantes de ce drone sont visibles sur <http://www.youtube.com/watch?v=MvRTALjp8DM>

⁹¹ Pour voir une vidéo du concept : http://www.youtube.com/watch?v=8JD_xYHTWVI

⁹² La société allemande Festo réalise des drones aériens inspirés d'animaux qui présentent une grande qualité esthétique. A titre d'exemple, une vidéo disponible sur internet et présentant le SmartBird: <http://www.youtube.com/watch?v=nnR8fDW3llo>.

Les applications potentielles pour les systèmes de drones sont considérables. **Leur utilisation intéresse de nombreux services de l'Etat, d'où l'importance d'une « approche interministérielle » sur le sujet⁹³ et ce, en particulier pour les drones MALE. De même, de nombreux systèmes de drones pourront avoir une utilisation duale, c'est-à-dire convenant aussi bien aux militaires qu'aux civils.** Le Groupe Safran l'a très bien compris puisqu'en juin 2009, au salon du Bourget, il s'est déclaré ouvert à des partenariats industriels pour le développement d'engins duaux⁹⁴. Cela confirme que les industriels prennent conscience de l'intérêt de se développer sur ce marché.

S'ils sont connus principalement pour leurs activités militaires, les potentialités de ces appareils dans le domaine civil et sécuritaire font qu'un jour, ces dernières seront de loin les plus nombreuses. **Une grande attente est liée au transport de fret.** Selon **Mary Cummings** du MIT et ancienne pilote de chasse, « *les compagnies de fret tiennent à se débarrasser de leurs pilotes. Les sommes qu'elles économiseraient sur les traitements et avantages, sans oublier les cotisations de retraite et d'assurance-maladie, sont colossales* »⁹⁵. **Le transport des personnes est lui aussi envisagé** mais il est cependant plus compliqué car s'il n'y a certes plus de pilote aux commandes, il y aura tout de même des personnes à bord. Le facteur psychologique devient alors prépondérant : *sommes-nous prêts à être transportés par voies aériennes par des robots ?* Toutefois, le transport de passagers par des drones n'est pas envisagé dans la prochaine décennie mais plusieurs travaux ont été entamés sur la question. Si ce type de locomotion nous semble inconcevable à l'heure actuelle, il n'est pas pour autant impossible et comme le souligne Mary Cummings dans le même article : « *Si l'aller-retour Boston-Los Angeles sur le premier avion de ligne sans pilote ne coûte que 50 dollars [35 euros], les gens se bousculeront pour le prendre* »⁹⁶.

⁹³ Entretien avec Jean-Claude Viollet.

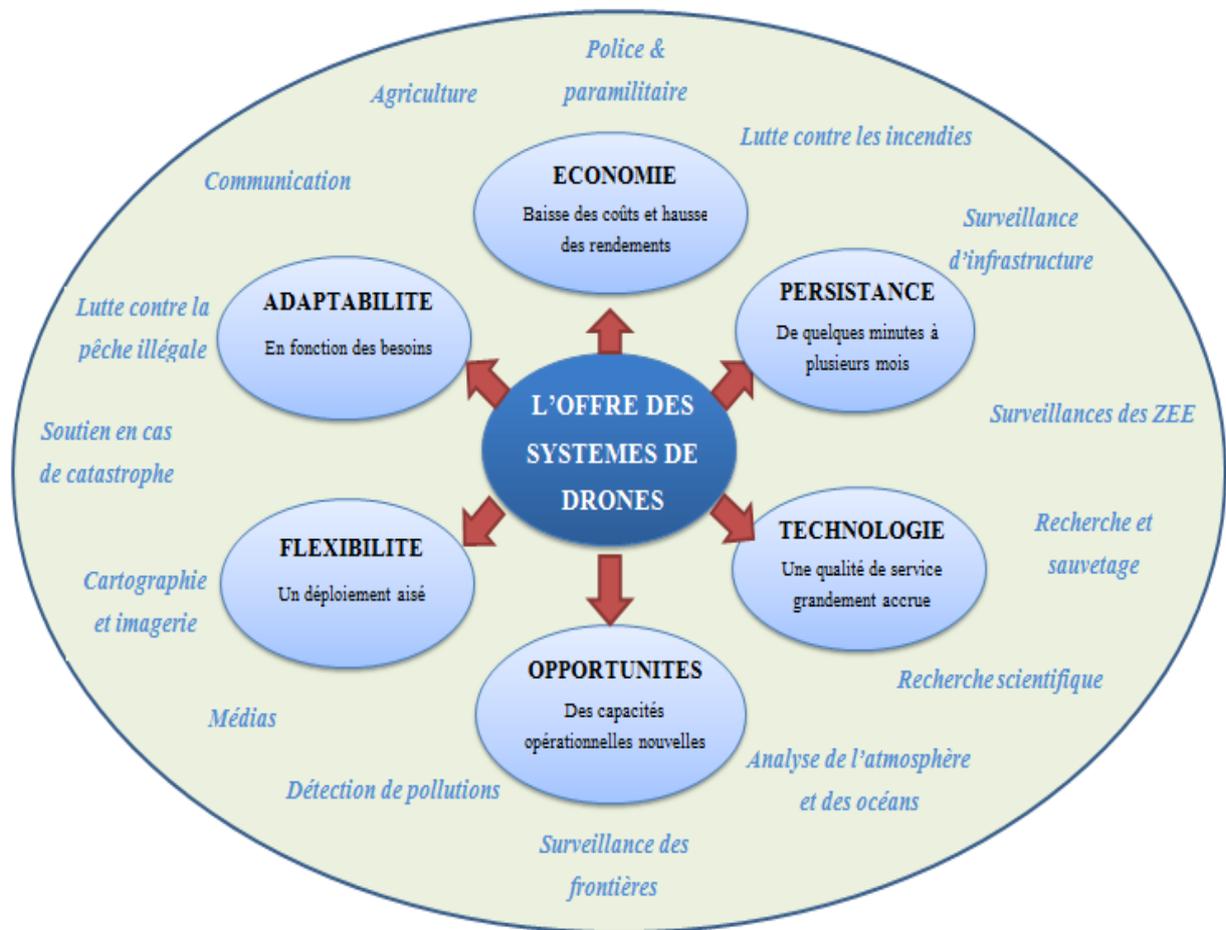
⁹⁴ Le PDG de sa filiale Sagem Défense-Sécurité, **Jean-Lin Fournereaux**, lors d'une conférence de presse au salon du Bourget 2009, précisa à ce sujet : « *Nous sommes ouverts à tout type de partenariats, notamment avec des industriels ayant acquis des compétences et de l'expérience dans le domaine des avions de ce type. Les technologies développées par Sagem dans le domaine de la navigation et la chaîne-image sont du meilleur niveau pour ce type d'applications* ». (<http://fr.reuters.com/article/frEuroRpt/idFRLE5631620090614>)

⁹⁵ Courrier International : [Y aura-t-il encore un pilote dans l'avion ?](#) – 21/10/2010

⁹⁶ Ibid.

B- Des atouts à l'utilisation considérables

Les nombreuses applications possibles des drones démontrent leur capacité à combler les lacunes inhérentes aux appareils avec humain à bord ainsi qu'aux satellites. Toutefois, d'autres avantages découlent directement de leur utilisation. Les principaux ont été synthétisés ci-dessous. **Nous pourrions aussi suggérer et envisager que le développement des drones pourrait avoir un impact bénéfique sur l'environnement** même si aucune étude à l'heure actuelle ne permet de se rendre compte d'un tel impact. Pourtant, sachant que la plupart d'entre eux produit peu de CO2 car n'utilise pas de carburant à base d'énergie fossile et que de plus, ils seront amenés à remplacer des véhicules polluants (avions, hélicoptères, camions...), il n'est pas impossible de l'imaginer.

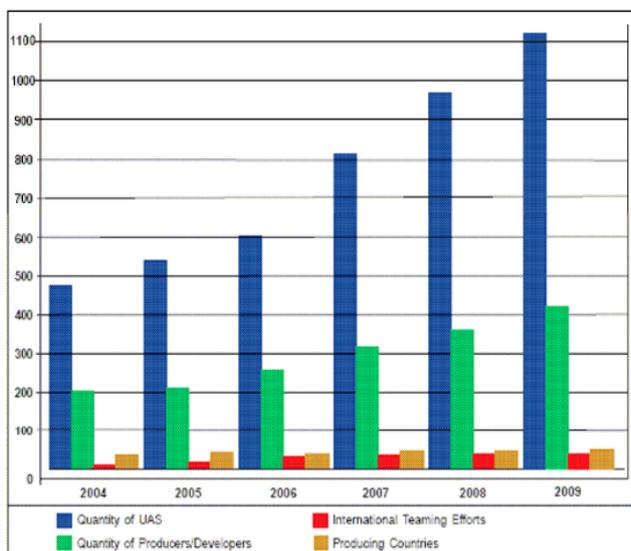


LES ATOUTS DES DRONES DANS LA REALISATION DE LEURS MISSIONS

C- Des marchés à venir potentiellement importants

Les chiffres concernant les futurs marchés des systèmes de drones sont difficiles à évaluer. Il y a peu d'études⁹⁷ sur le sujet et ce, en particulier pour le secteur civil où elles sont quasiment inexistantes en-dehors de celles réalisées par *Teal Group* ou *Frost & Sullivan*. Néanmoins, si une idée est à retenir il s'agit de la suivante : **le marché le plus dynamique de l'industrie aéronautique et du spatial de ces dernières années a été, celui du drone...**

Les graphiques ci-dessous nous montrent le dynamisme⁹⁸ de ce marché.



EVOLUTION DES "PRODUITS" ET PRODUCTEURS DE DRONES ENTRE 2004 et 2009

Source: 2009/2010 UAS Yearbook - UAS : The Global Perspective - 7ème Edition - June 2009 - Copyright Blyenburgh



PREVISION DU NOMBRE DE DRONES AERIENS ENTRE 2009 ET 2019

Source: « New scientist » - Teal Group/Airbus

⁹⁷ La société américaine Teal Group spécialisée dans l'analyse des marchés liés à l'aéronautique et l'aérospatial est la référence mondiale en terme d'étude de marché sur le secteur des systèmes de drones.

⁹⁸ Un fort dynamisme malgré tous les verrous encore existants comme nous le verrons plus bas.

C'est sans doute aussi le caractère récent du marché civil qui fait dire à **Luc Vigneron**, PDG de Thalès, lors d'une audition de l'Assemblée Nationale le 24 mai 2011 en réponse à une question posée par **Michel Sainte-Marie**, Député-Maire de Mérignac, qu' « *il est probable que le premier marché des drones restera encore longtemps la défense* ». Pourtant dès 2006, le Ministère de l'industrie dans son document Technologies Clés 2010 écrivait au sujet de la France : « *Elle ne doit pas manquer le marché des drones civils de petite taille très prometteur : le tissu industriel concerné est large* »⁹⁹. Les filières travaillant sur les charges utiles et les transmissions de données englobent de nombreuses entreprises : le nombre de sous-traitants peut être très important.

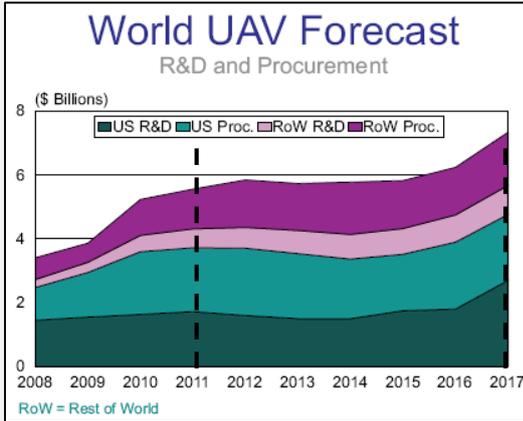
Selon la dernière édition de l'étude de marché de Teal Group¹⁰⁰, le marché des drones, qui représente environ 6,9 milliards de dollars par an aujourd'hui, devrait grimper à plus de 11 milliards en 2020. **Près de 94 milliards de dollars seraient investis ces dix prochaines années dans le secteur, entre la R&D et les acquisitions dont 60% rien qu'aux Etats-Unis** où plus de 23 000 emplois sont espérés à court-moyen terme. Toutefois, ces chiffres pourraient dans les faits être bien supérieurs aux estimations.

En effet, les autorités américaines, par exemple, suggèrent que près de 30 000 drones pourraient être en opérations sur son territoire dès 2015. D'ailleurs, l'AUVSI dans une étude de 2013, estime que l'industrie des drones, suite à leur intégration dans l'espace aérien américain en 2015, pourrait créer plus de 70.000¹⁰¹ emplois aux États-Unis dans les trois années qui suivent. Elle estime aussi que d'ici 2025 plus de 100.000 emplois seront créés.

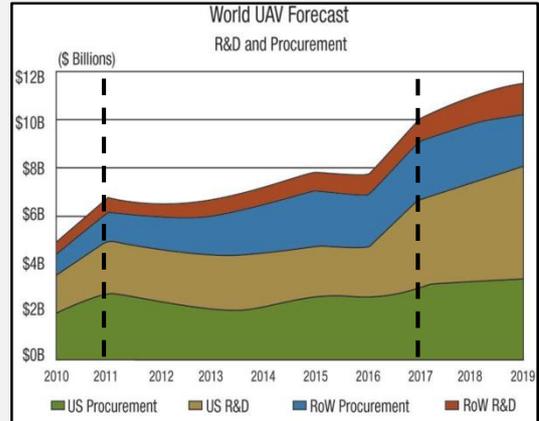
⁹⁹ http://www.industrie.gouv.fr/techno_cles_2010/html/trans_69.html

¹⁰⁰ Il s'agit de la 8^{ème} édition de l'étude intitulée : World Unmanned Aerial Vehicle Systems, Market Profile and Forecast

¹⁰¹ "Integration into the NAS will create more than 34,000 manufacturing jobs (Table 18) and more than 70,000 new jobs in the first three years"(The Economic Impact Of Unmanned Aircraft Systems Integration In The United States – 2013 – P.7)

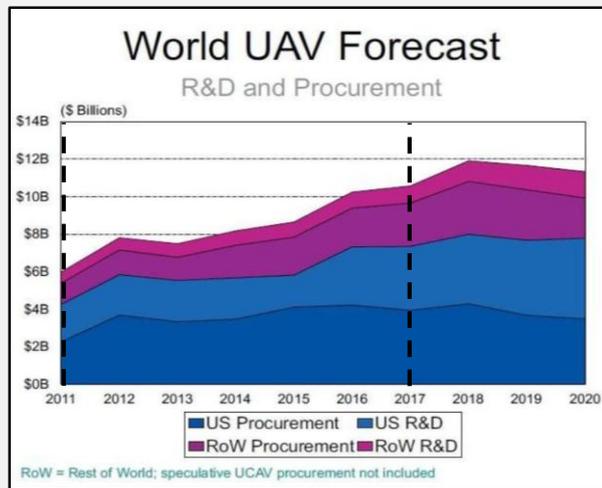


Edition 2007

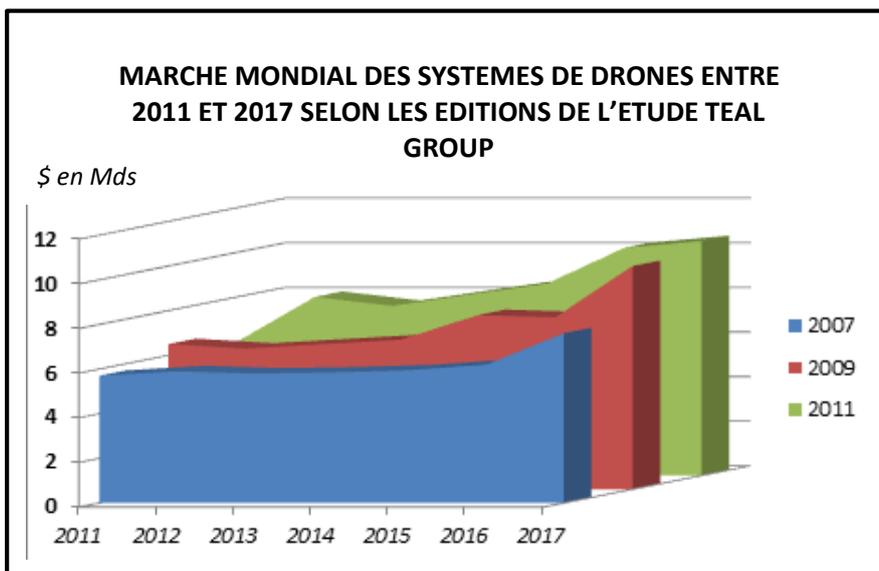


Edition 2009

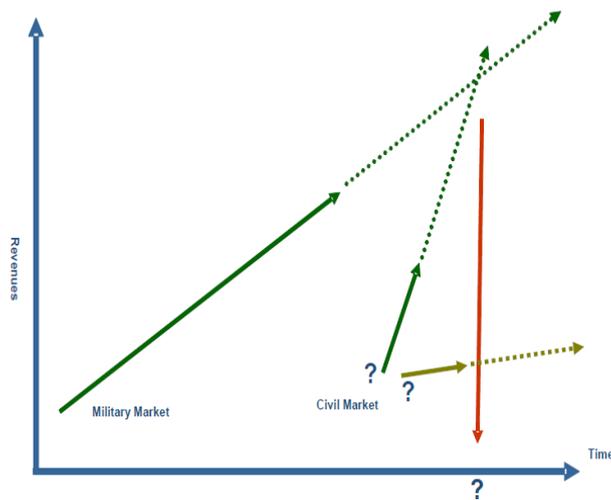
Source: World Unmanned Aerial Vehicle Systems, Market Profile and Forecast (Teal Group)



Edition 2011



La Commission Européenne dès 2007¹⁰², a très bien résumé le potentiel du marché civil des systèmes drones (schéma ci-dessous). Celui-ci pourrait devenir dans un certain temps supérieur au marché militaire : **si les contraintes actuelles sont surpassées, alors le marché « explosera »**. Il est encore trop tôt pour connaître les dates clés d'où les points d'interrogation sur le schéma.



PERSPECTIVES et SCENARIOS D'EVOLUTION DU MARCHE CIVIL DES SYSTEMES DE DRONES

Source: Study Analysing the Current Activities in the Field of Uav - p.7 (European Commission)

¹⁰² Study Analysing The Current Activities In The Field Of Uav – European Commission - 2007 - p. 7

D- Une industrie « créatrice de compétences »

La conception des systèmes de drones est un vrai défi technologique. Si cela représente une difficulté certaine pour la mise en place d'une filière industrielle (coûts nécessaires, temps de conception, technologies à créer, etc.), il y a des aspects positifs indéniables en contrepartie. L'un des principaux est « *l'irrigation* » des technologies nécessaires à leur fabrication.

Ces technologies sont variées : informatique, électronique, optronique, aéronautique, etc. Ils appartiennent généralement à la haute-technologie impliquant des savoirs et savoir-faire de haut niveau. **Organiser une filière industrielle de systèmes de drones reviendrait à créer des compétences dans de nombreuses branches d'activité industrielles.** Les différentes structures impliquées pourraient récolter les « fruits » de ce développement en favorisant la création d'entreprises et la diversification d'activités en termes de produits et de services nouveau. Par exemple, les écoles et laboratoires y trouveraient des voies de recherche et des débouchés de haute qualité. De même, des PME de divers secteurs auraient la possibilité de devenir des sous-traitants qualifiés et cela permettrait à certaines d'entre elles de devenir des **Entreprises de Taille Intermédiaire (ETI)** qui manquent tant en France en diversifiant leur activité aux systèmes de drones.

Bien entendu, être dans les premiers sur une nouvelle technologie n'est pas pour autant synonyme de réussite, de nombreux autres facteurs connexes sont à prendre en compte. Le territoire qui se lance dans l'aventure drone doit le faire de la « *bonne façon* », c'est-à-dire sans précipitation et en créant de véritables supports à la filière. Chaque acteur impliqué devant y trouver son intérêt. De même, **il faudra se pencher sur le triangle coûts-délais-qualité et le rapport performances-prix qu'offriront les systèmes de drones.** S'ils ne sont pas rentables ou alors à un très faible niveau, il est certain que le secteur privé ne s'engagera pas dans la production de masse de ces appareils. De nombreux projets européens actuels testent la faisabilité de développer en quantité des produits « low-cost ».

E- La modernisation des ATM (Air Traffic Management) européen et américain

Les espaces aériens européens et américains font face depuis le milieu des années 80 à une augmentation constante de leur trafic aérien. Or ces capacités de gestion doivent augmenter en proportion afin que puisse continuer à être assurée la sécurité mais aussi la confiance des usagers.

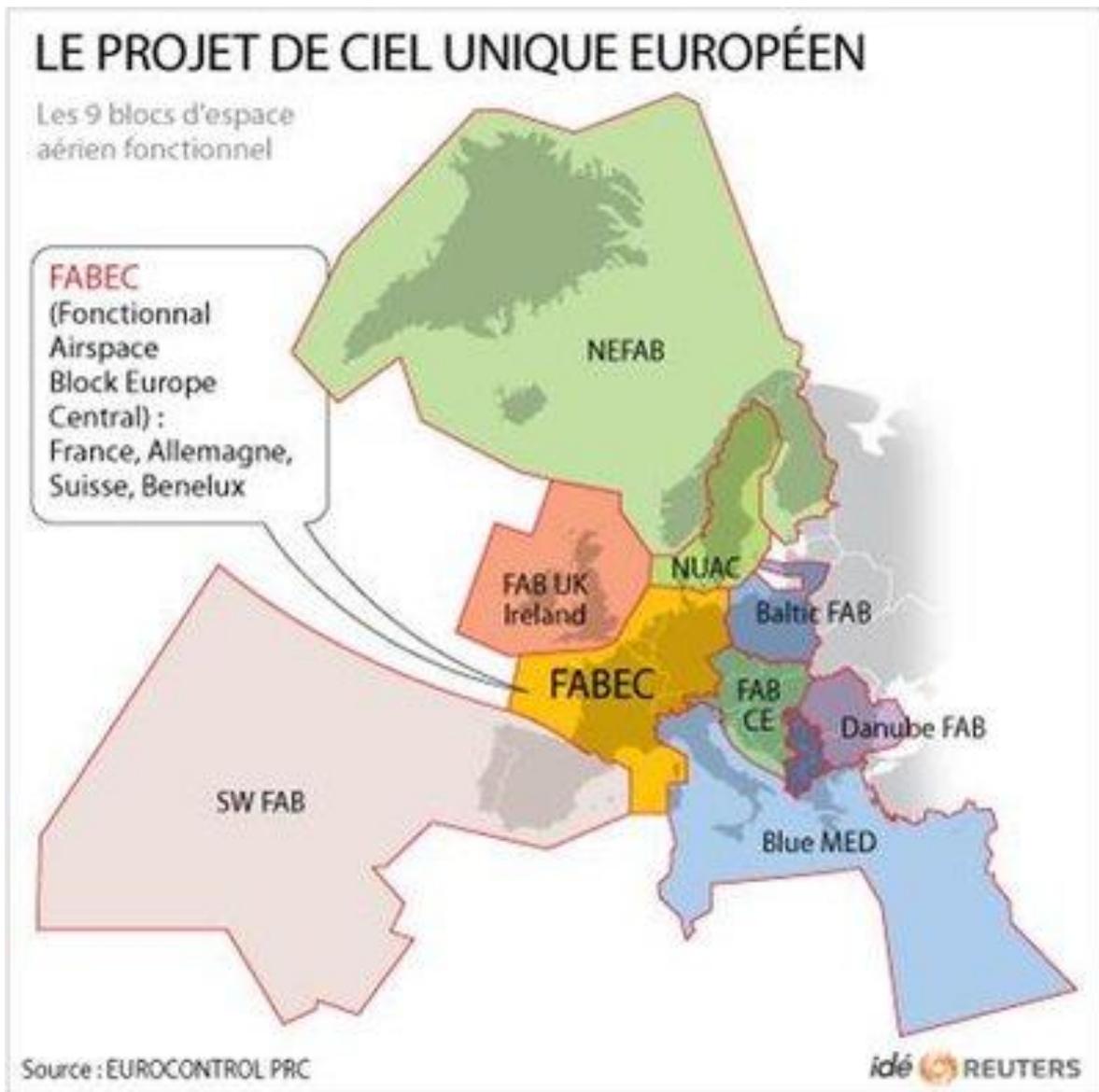
Le transport aérien a un impact économique direct ou indirect considérable sur les Etats. Un exemple récent permet d'en prendre conscience : le volcan islandais Eyjafjöll. En 2010, son éruption avait entraîné pendant plusieurs jours la fermeture de nombreux espaces aériens à travers le monde. Durant cette période, relativement courte à l'échelle d'une année, près de 100 000 vols¹⁰³ ont été annulés. Ces paralysies ont coûté selon le cabinet britannique Oxford Economics plus de cinq milliards de dollars à l'économie mondiale (dont deux milliards uniquement pour les compagnies aériennes) car elles ont, entre autres : empêché des contrats d'être conclus, des salariés de se rendre à leur travail, bloqué des secteurs de distribution, etc. Le transport aérien est une composante fondamentale de l'économie mondiale, sa gestion est par conséquent cruciale.

On utilise le terme d'ATM (Air Traffic Management) pour désigner l'ensemble des composantes liées au transport aérien et à sa gestion. L'ATM englobe tout le personnel et matériel nécessaire à la bonne conduite des vols au sein des espaces aériens des Etats. Si les ATM européens et américains actuels satisfont les exigences de sécurité, la croissance¹⁰⁴ et les évolutions du trafic attendues dans les prochaines années ont obligé les autorités de ces espaces géographiques à réfléchir à de nouveaux ATM. **Cette réflexion a débouché aux Etats-Unis sur le programme Next Generation ATS et en Europe sur le programme de Ciel Unique Européen ou *Single European Sky (SES)* dont le volet technologique est connu sous le nom de *SESAR (Single European Sky ATM Research)*.** Les principaux objectifs de ces programmes sont de : fluidifier le trafic aérien, accroître les capacités de gestion du trafic afin de pouvoir faire face à son augmentation et de réduire les temps de parcours des avions en leur indiquant les trajectoires optimales à suivre.

¹⁰³ On dénombre plus de 30 000 vols quotidiens en Europe

¹⁰⁴ Le trafic aérien de passagers augmente de 5% par an en Europe

En Europe, le Ciel Unique Européen vise à unifier les espaces aériens actuellement fragmentés en 27 morceaux, en neuf blocs d'espace aériens fonctionnels (ou *Functional Airspace Blocks* FAB). Ils doivent améliorer la collaboration des Etats dans la gestion du trafic car celle-ci pour l'instant est coûteuse et peu efficace : les pilotes communiquent avec des contrôleurs de plusieurs pays lorsqu'ils passent d'un espace aérien à un autre...



Les FAB du futur Ciel Unique Européen
(Source : Eurocontrol)

Les programmes NextGen et SES vont instaurer le recours au GPS dans la gestion du trafic en remplacement du radar. Cette avancée technologique va accentuer considérablement la précision dans le suivi des appareils en vol. En effet, si le radar donne une position des appareils toutes les 6 à 12 secondes, le GPS le fait seconde par seconde ce qui permettra aux contrôleurs aériens de proposer de « meilleures routes » aux avions. Ces évolutions devraient constituer le début d'une nouvelle ère pour les espaces aériens européens et américains. Ainsi, une étude rédigée par le cabinet McKinsey&Co indiquait que sur la période 2013-2030, la mise en place du programme SES et du volet technologique SESAR¹⁰⁵ rapporterait 419 milliards d'euros à l'économie européenne, créerait 328 000 emplois et permettrait, entre autres, d'économiser 50 millions de tonnes de CO2. Néanmoins, le programme du SES connaît quelques difficultés. La Commission Européenne a relevé fin 2011 que beaucoup d'Etat de l'Union n'avaient pas respecté leurs engagements dans le projet. De plus, en France, des craintes se font entendre au sein des « tours de contrôle » : les contrôleurs aériens ont peur que le SES entraînent des changements importants dans leurs statuts. Les contrôleurs aériens français sont les seuls de leur bloc d'espaces aériens fonctionnels (le FABEC) à dépendre de la fonction publique d'Etat.

Cependant, Nextgen et SES ont un autre très grand intérêt : ils devront permettre une insertion sûre et efficace des drones dans le trafic général. C'est un point extrêmement important car le recours aux drones est actuellement limité par le fait que les appareils ne peuvent accéder à l'espace aérien au-delà de quelques centaines de mètres d'altitude ou alors uniquement dans des zones ségréguées. La Commission Européenne a lancé dans le cadre du 6^{ème} PCRD, le **projet INOUI** (*Innovative Operational UAV Integration*) visant à proposer des solutions pour une insertion totale des drones dans le Ciel Unique Européen pour 2020. Les Etats-Unis sont plus ambitieux car pour eux cette intégration devra être achevée dès 2015 (*Cf. 3^{ème} Partie*).

Nextgen et SES sont en compétition et selon **Patrick Ky**, directeur exécutif de SESAR : « *l'enjeu est simple. Le premier qui offrira des solutions a des chances de voir son système devenir un standard mondial* »¹⁰⁶. Il semble que les Etats-Unis soient en tête actuellement...

¹⁰⁵ Le coût estimé de cette mise en place est de l'ordre de 30 milliards d'euros.

¹⁰⁶ Europolitique : SESAR : un retard de déploiement coûterait cher à l'économie – 4/7/2011

F- Une implication Européenne croissante

L'Europe a pris conscience au début du 21^{ème} siècle que les drones civils et les drones d'Etats non-militaires allaient représenter un enjeu industriel majeur et stratégique dans les prochaines décennies. C'est la raison pour laquelle des projets de grande envergure ont été menés, parfois avec Israël, entre 2001 et 2005 pour favoriser l'éclosion de cette technologie. Toutefois, ces travaux se révélaient aux débuts peu constructifs même s'ils revêtaient un intérêt certain pour la filière justement par leur aspect plutôt généraliste. En effet, ils avaient le mérite de donner un cadre global au sujet. Parmi ces premiers travaux :

- **UAV-NET** (2001–2005 ; 1,7 millions d'euros) : Constitution d'un réseau d'échanges composés d'industriels, de centre de recherches et d'université réfléchissant et promouvant le développement des drones civils. Sensé s'arrêter en 2005, le réseau à continuer à survivre sans les subventions européennes.
- **CAPECON** (2002-2005 ; 5,1 millions d'euros) : Identification des applications civiles potentielles des drones, en y associant respectivement la configuration nécessaire, la charge utile et le coût.
- **USICO** (2002-2004 ; 4,5 millions d'euros) : Etude et recommandations sur les réglementations à mettre en place pour permettre l'insertion de drones civils dans la circulation aérienne générale.

Ces trois premiers travaux d'ampleur réalisés sous la houlette de la Commission Européenne soulignent une certaine « désorganisation » dans la structuration de la filière. En effet, Il est possible de remarquer que des projets comme CAPECON, s'intéressent aux applications civiles potentielles sans s'inquiéter de leur faisabilité sachant qu'à la même période les travaux de l'USICO étaient censés définir les questions de réglementation et certification.

Cependant, à partir des années 2007-2008, l'Agence Européenne de Défense, l'Agence Spatiale Européenne, les autorités de gestion de trafic aérien (l'Agence Européenne de Sécurité Aérienne et Eurocontrol) vont s'emparer du sujet en collaboration avec la Commission Européenne. Des projets complémentaires et structurants vont alors être entamés.

1. Sur la réglementation et la certification

Des groupes de travaux regroupant des acteurs européens, en collaboration avec Israël parfois, travaillent depuis plusieurs années sur les questions de réglementation et de certification des drones. Parmi les plus importants, nous pouvons citer :

JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) : ce groupe de travail existe depuis 2008 et regroupe des acteurs du trafic aérien civil de 9 pays européens ainsi que l'EASA et Eurocontrol. Il s'est fixé pour objectif de proposer un projet commun aux Etats participants (dont la France fait partie) de réglementation et de certification pour les drones civils de moins de 150 kilos. En plus de permettra un gain de temps, **Jarus tend à éviter l'hétérogénéité des réglementations nationales ce qui est très important dans une optique d'export.**

Air4All : créée en 2008 aussi, le groupe de travail est composé de 12 grands industriels européens, dont Thalès, Dassault Aviation, Sagem et EADS font partie. Il a été initié par l'Agence Européenne de Défense. Cette dernière a commandé auprès d'Air4All la définition d'un Roadmap pour 2012 (avec une subvention de 500 000€) portant sur l'insertion des drones dans le trafic aérien général, c'est-à-dire non-ségrégué. Cette approche commune doit permettre de définir les technologies à développer et les démonstrations à présenter afin d'arriver à un niveau suffisant de régulation pour les drones d'Etat et les drones civils. Ce travail est complémentaire de Jarus car il porte principalement sur le développement des drones Male et Hale (plus de 150 kilos) utilisables pour des missions de défense, de sécurité et de recherche scientifique. Ces appareils dont le rayon d'action peut dépasser le millier de kilomètres seront amenés à franchir des frontières dans le cadre de leurs missions, d'où la nécessité de définir un cadre global d'insertion.

ZOOM PROJET

2006 → 2009

INOUI

(Innovative operational UAV integration)

Budget : 4 308 659 €

Cadre : 6^{ème} PCRD –
Commission Européenne

OBJECTIF : Proposer une feuille de route pour l'intégration des drones dans l'espace aérien européen non-ségrégué en tenant compte des évolutions découlant du programme SESAR (ciel européen unique).

Lieu : Europe

Coordinateur : Dfs Deutsche
Flugsicherung

2. Sur les liaisons de données et satellites

D'une importance considérable, ces thèmes sont traités au niveau européen et non national. D'ailleurs, les autorités militaires travaillent en collaboration avec le secteur civil pour définir des objectifs communs. Ainsi, de nombreux industriels et centre de recherche travaillent régulièrement avec l'Agence Spatiale Européenne et l'Agence Européenne de Défense. En 2010, les deux agences ont lancé deux études conjointes¹⁰⁷, Satellite Services for the integration of Unmanned Aircraft Systems into European Airspace (d'un coût de 400 000€ chacune) afin d'étudier la faisabilité pour les drones civiles ou militaires, d'intégrer l'espace aérien européen en toute sécurité grâce aux communications entre drones et satellites. Les études doivent conclure sur les investissements futurs et nécessaires pour franchir les étapes technologiques et réglementaires. Si tout se passe bien, des tests pourraient avoir lieu en 2015 avec des drones connectés à des satellites.

¹⁰⁷ EADS Astrium est l'un des coordinateurs de ces études

ZOOM PROJET

2009 → 2012

SIGAT

(Study on the Insertion of UAS in the General Air Traffic)

Budget : 1 500 000 €

Cadre : Agence Européenne de
Défense

OBJECTIF : Etude des bandes de fréquences utilisables par les drones
dans le trafic aérien général.

Lieu : Europe

Coordinateur : AIR4ALL
Frequency Group

3. Sur la capacité « détecter et éviter »

Les objectifs à atteindre sont similaires à ceux des avions avec pilote. Pour cela, il est nécessaire de développer les technologies qui permettront de répondre à ces attentes mais aussi d'harmoniser les procédures à suivre dans le cadre d'évitements. L'Agence Européenne de Défense a donc commandé une étude d'une valeur de 50 millions d'euros sur le sujet (*voir le zoom projet MIDCAS ci-dessous*). **La capacité « détecter et éviter » reposera en grande partie sur la technologie du radar** : le drone doit pouvoir repérer correctement et tôt les appareils aériens qui sont dans son environnement afin d'anticiper. Il doit pouvoir le faire seul, sans l'intervention du pilote.

Or, la technologie radar connaît de très grandes avancées en Europe et particulièrement en France sous l'impulsion des sociétés Dassault et Thalès qui mène conjointement le **programme SearchMaster** depuis les années 90 dont il est important de dire quelques mots. Ce programme a consisté à développer un radar utilisant un *système de balayage électronique passif* devant équiper le futur avion de chasse Rafale. Un modèle, baptisé RBE2 (Radar à Balayage Electronique 2 plans) fut monté sur les premiers appareils.

En 2006, la DGA a commandé à Thalès le développement d'un nouveau radar qui serait cette fois un *systeme de balayage électronique actif*. Ce dernier constitue une avancée technologique considérable par rapport au balayage électronique passif puisqu'il permet à l'appareil qui en est équipé de : suivre d'avantage de cibles, d'avoir une meilleure portée, d'élaborer en temps réel des cartes 3D du terrain survolé, de suivre des bateaux... En outre, sa conception lui permet d'être d'une fiabilité bien plus grande.

En 2010, les premiers modèles du nouveau radar, baptisé RBE2-AESA (Active Electronically Scanned Array), sortent de l'usine. Depuis, ils sont installés sur les Rafale : ce-dernier est devenu le seul avion de chasse européen équipé de cette technologie qui est donc arrivée à une certaine maturité. Il semblerait que trois équipes d'entreprises dans le monde seulement soit parvenues à ce stade technologique (Lockheed Martin-Northrop Grumman, Boeing-Raytheon et Dassault Aviation-Thales). **La même année, Thalès décide de développer des produits dérivés du programme RBE2-AESA cette fois-ci adaptable aux hélicoptères et aux systèmes de drones.** Ce projet dispose d'un budget de 74 millions d'euros (le Programme SearchMaster a coûté jusqu'à maintenant plus de 1,2 milliards d'euros). Deux versions sont en préparation : une compacte : pour les drones de faible taille et les hélicoptères (prévue pour 2012-2013) et une grande pour les drones MALE et HALE (prévue pour 2015).

ZOOM PROJET

2008 → 2013

MIDCAS

(MID-air Collision Avoidance System)

Budget : 50 000 000 €

Cadre : Agence Européenne de
Défense

OBJECTIF : Développer la technologie « *détecter et éviter* » afin de permettre aux drones et aux avions de ligne de partager le même espace aérien. Un vol de démonstration devrait avoir lieu en 2013. MIDCAS doit contribuer à l'élaboration de standards internationaux.

Lieu : Europe

Coordinateur : Saab
Aerosystems

4. Sur le développement d'applications

L'Europe, en plus d'aider à la mise en place d'un cadre stable pour le développement d'une filière des drones sur le continent, contribue d'une manière plus « pratique » en soutenant des projets de R&D visant à développer des applications. Ce type de projets est censé répondre à une problématique initiale en proposant généralement un démonstrateur qui permettra dans un futur à court-terme de développer un produit utilisable.

ZOOM PROJET

2008 → 2011

OPARUS

(Open Architecture for UAV-based Surveillance System)

Budget : 1 402 480 €

Cadre : 7^{ème} PCRD – Commission
Européenne

OBJECTIF : Identifier des solutions rentables de systèmes de drones basés sur une architecture ouverte pour la surveillance des frontières européennes.

Lieu : Europe et Israël

Coordinateur : Sagem Défense
Sécurité

Une liste d'environ 25 projets menés dans le cadre de l'Europe a été établie (voir en Annexe). Ils représentent un investissement supérieur à 120 millions d'euros (sans la prise en compte des 74 millions d'euros du programme SearchMaster de Thalès) sur une période s'étalant de 2001 à 2016. **Ces montants sont assez raisonnables, toutefois, l'intérêt n'est pas tant dans le montant de ces projets que dans les objectifs qu'ils se fixent.** En s'attaquant de front aux problèmes de réglementations, de certification et de développement des technologies, l'Europe souhaite mettre en place les bases pour le développement d'une industrie des drones en traitant les sujets inévitables et indispensables.

* *

Le monde aéronautique est en pleine mutation et il serait dommage de nier la montée en puissance dans un futur proche des systèmes de drones. **Lorsque l'expression des besoins aura été signifiée et l'offre de services définie, ils seront amenés, d'une part, à compléter mais aussi à remplacer, les avions et les hélicoptères pour certains types de missions** (cf. les missions suivant la règle des trois « D »). La question qui demeure est : « quand » ? En effet, plusieurs contraintes pèsent sur leur développement à grande échelle. Aux Etats-Unis, plusieurs documents en lien avec le domaine militaire et civil sont éloquentes quant à l'importance croissante des systèmes de drones :

- L'Aircraft Procurement Plan (2012-2041) : les différents corps de l'armée américaine ont fait part de leurs besoins en matériels aéronautiques. Un seul type ne sera pas diminué en quantité, bien au contraire puisqu'il sera doublé d'ici 10 ans. Il s'agit des drones.
- Le rapport U.S Unmanned Aerial Systems du Congrès de Jeremiah Gerter livré le 3 janvier 2012 : il révèle qu'un tiers des équipements militaires aériens de l'armée américain est constitué de drones (ce chiffre n'était que de 5% en 2005). Il démontre aussi les importantes économies réalisables par le recours aux drones.

Dans ce pays, étant donné que les transferts entre secteur militaire et secteur civil sont fréquents, il est probable que le second connaisse lui aussi une très forte demande dans les prochaines années. Certains signes tendent à le démontrer. C'est que nous exposerons plus loin.

III/ Les principales contraintes au développement des drones civils

Elles sont liées à deux facteurs principaux. Le premier est la réglementation aérienne **(A)**. C'est d'elle en grande partie que dépendra l'avenir des systèmes de drones en France et dans le monde. Cependant, un autre facteur pourrait interférer fortement sur leur développement, le facteur sociétal **(B)**. Les drones étant des robots, de nombreux problèmes moraux et de sécurité se posent quant à leur utilisation. **Il doit être clair dans l'esprit des utilisateurs potentiels que le recours à un système de drone constitue un avantage, certes économique mais aussi dénué de contrainte et de danger.** En plus de cela, les entreprises de la filière doivent elle aussi éviter au maximum les risques qu'elles prennent en définissant des business model qui sont encore difficiles à imaginer **(C)** et en se maintenant à l'abri au maximum des risques financiers engendrés par l'importance actuelle des investissements à réaliser **(D)**.

A- La réglementation aérienne : le facteur déterminant

La réglementation, inexistante pour l'instant, sera fondamentale pour trois principales raisons¹⁰⁸ : **elle doit permettre d'éviter l'accident, d'empêcher la publicité contre-productive et plus indirectement de diminuer la dépense publique.** Aujourd'hui, nous constatons que la production des drones a commencé avant qu'une réglementation ne soit effective **(1)** et donc avant que l'on ait défini le milieu dans lequel ils évolueront. Si la question de la réglementation est cruciale, elle est intimement liée à celle de la certification **(2)**. En effet, les deux doivent être mis en place en même temps afin qu'elles puissent chacune remplir pleinement leur rôle. Des travaux sont actuellement en cours sur ces sujets **(3)** et des textes devraient être présentés en 2012.

¹⁰⁸ Entretien avec Trang Pham.

1. Une production entamée avant la réglementation

En France, mais aussi dans le monde entier, il n'y a pas de réglementation pour les drones civils de moins de 150 kilos car les textes actuels n'envisagent que l'aéromodélisme. Ce dernier est strictement encadré : il interdit le vol en agglomération et ne l'autorise que sur des terrains délimités. Or un drone est très différent d'une maquette d'aéromodélisme et les missions qu'ils peuvent potentiellement réaliser dans le futur nécessiteront leur intégration dans les espaces aériens où ils interviendront. Pour visualiser cette « lacune » réglementaire voici un extrait du texte actuellement en vigueur (**Décret du 12 janvier 2010**) concernant les conditions d'insertion et d'évolution dans l'espace aérien des aéronefs civils ou de la défense non habités :

- **Article 1** : « [...] Ils doivent bénéficier d'une autorisation de vol délivrée par le Ministère de la Défense ou par le ministère chargé de l'aviation civile, sauf dispense définie dans un arrêté ou une instruction particulière du ministre compétent »
- **Article 2** : « A l'exception des évolutions des aéronefs pilotés en vue de leur opérateur à une distance permettant à celui-ci d'assurer en permanence la prévention des collisions par application des règles de l'air, les activités des aéronefs [civils et militaires non habités] doivent être exécutés à l'intérieur de d'espaces aériens permettant une ségrégation entre ces aéronefs et les autres usagers [...] ».

Les drones évoluent donc de deux façons différentes dans l'espace aérien. La première est le vol dans des zones dites « ségréguées » (une seule permanente en France actuellement au Camp de Souge). Isolées de tout trafic aérien, les risques de collision avec un autre aéronef sont quasi-nuls. La seconde suit la règle de « séparation » : les altitudes et les distances où les drones évoluent sont données et différentes demandes doivent être faites auprès des autorités de régulations aériennes. En clair, des couloirs aériens sont définis mais ceux-ci sont réservés pour l'instant aux drones militaires.

La réglementation actuelle, si elle est adaptée au monde de l'aéromodélisme, ne suffit plus aux drones modernes dont la production a déjà commencé à petite échelle. D'ailleurs, cette situation risque d'engendrer certaines « déconvenues » dans un futur proche, en particulier pour des raisons de non-respect des conditions de sécurité : la délivrance de certification pourra être refusée à des produits existants et ayant demandé beaucoup d'investissements.

2. La nécessité d'une certification rigoureuse

Si la nécessité d'une réglementation concernant l'intégration des drones dans l'espace aérien ne fait pas de doute, elle serait inutile si elle n'était pas accompagnée d'une certification rigoureuse. *En effet, à quels critères devront répondre les drones pour satisfaire aux exigences de sécurité aérienne, sachant que ces dernières sont très élevées ?* Il sera important que toutes ces obligations soient harmonisées au moins dans un premier temps au niveau continental puis dans un second au niveau mondial. Il n'y a pas de raison pour que l'architecture organisant les règles des avions sans pilote diffère de celle des avions avec pilotes.

UNE CAPACITE DE REACTION ELEVEE (« SENSE AND AVOID »)

Les drones devront avoir une capacité « détecter et éviter » (« *sense and avoid* » en anglais) fiable afin de réduire le risque de collision¹⁰⁹. Le temps de réaction entre la détection de l'obstacle et la manœuvre d'évitement doit être le plus court possible. **Depuis, 2008 l'Agence Européenne de Défense est mandatée par cinq pays (France Allemagne, Italie, Espagne et Suède) pour mener le programme MIDCAS (MID-air Collision Avoidance System).** Son objectif est de développer cette technologie afin de permettre aux drones et aux avions de ligne de partager le même espace aérien. Une enveloppe budgétaire de 50 millions d'euros a été allouée à l'agence. Le programme doit s'étaler sur 48 mois¹¹⁰. «*L'objectif est un*

¹⁰⁹ S'ils doivent éviter les obstacles volants, ils devront aussi pouvoir effectuer des vols en rase-motte sans s'écraser. L'entreprise française **Novadem** développe sur ce thème un projet, imitant les yeux de la mouche, en partenariat avec l'Institut des Sciences du Mouvement (ISM) de Marseille.

¹¹⁰ Source DGA

*vol de démonstration d’UAV en 2013, avec des UAV en vol avec des avions civils dans l’espace aérien normal de l’UE »¹¹¹, selon **Tomas Eriksson**, l’un des responsables technologiques. MIDCAS est ambitieux puisque réuni près de 14 industriels et centres de recherches. Ce travail est mené aussi conjointement avec les instances européennes liées à la navigation aérienne comme Eurocontrol et l’EASA.*

DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ADAPTEES A L’ENVIRONNEMENT

Suivant les missions qu’ils réaliseront, les composants des drones seront soumis à des pressions externes plus ou moins importantes. Leur cellule devra respecter des normes strictes pour ne pas prendre le risque de voir se multiplier les « chutes » de drones. Ceci serait très dommageable pour un secteur naissant. Par conséquent **ils ne devront pas être déstabilisés à la moindre rafale de vent¹¹² mais à l’inverse, en cas de crash ils devront quasiment « s’autodétruire » afin de ne blesser personne ou d’endommager d’autres véhicules aériens ou infrastructures terrestres.** Claude Le Tallec, spécialiste des drones à l’ONERA, déclare à ce sujet : *« Deux pistes sont prometteuses. D’une part, l’usage de matériaux à la fois résistants à la flexion pour bien voler mais qui se brisent au premier choc. D’autre part, le développement de nouvelles structures où sont introduites des points de faiblesse »¹¹³.*

DES UTILISATEURS EN CAPACITE (LA QUALIFICATION DES PILOTES)

Il se posera aussi la question des « pilotes » de ces appareils. *Qui pilotera les drones ? Une formation sera-t-elle obligatoire ? Pour tous les types de drones civils ? Seulement une partie ? Si l’armée forme à proprement parler des pilotes pour ses drones, une transposition de cette formation au secteur civil est-elle réellement possible ?* Toutefois, une qualité

¹¹¹ Europolitique : [Intégrer les drones dans l’espace aérien civil de l’UE](#) ; 17/11/2009

¹¹² En 2005, la société **Bertin Technologies** a effectué une démonstration de drones à l’Hôtel Sully à Paris avec son drone Hovereye qui s’est retrouvé deux fois au sol suite à des rafales de vents. L’Hovereye pesait 2,8 kilos. (Source : Le Monde : [Le minidrone de Bertin victime d’un tourbillon](#) – 03/12/2005).

¹¹³ Dans une interview réalisée par Hassan Meddah pour L’Usine Nouvelle du 15 novembre 2010.

importante pour les systèmes de drones sera leur facilité d'utilisation car contrairement au militaire, le métier du civil n'est pas le pilotage d'aéronef. C'est pour cette raison que **les systèmes de drones civils seront, de manière générale, plus autonomes car leurs pilotes seront moins expérimentés** (ceci implique une intelligence artificielle et une assistance au pilotage accrues). Une formation au pilotage ne sera donc pas obligatoire pour toutes les situations mais des connaissances spécifiques comme savoir lire des cartes aéronautiques devraient l'être. De plus, le pilotage pourra revenir à des entreprises « opérateurs », c'est-à-dire à des entreprises qui fourniront le matériel et réaliseront les services. Le client n'aura alors plus qu'à distribuer les points de passages que le drone devra suivre et lire les résultats. C'est ce qui est déjà pratiqué au Japon par des entreprises locatrices de drones R-Max pour l'épandage agricole, qui louent le drone avec son opérateur aux clients.

UNE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE CAPABLE DE S'AFFRANCHIR DES DONNEES GPS ET DES LIAISONS RADIOS

Cette condition concernera surtout les drones qui évolueront dans des milieux confinés comme les intérieurs de bâtiment ou les milieux urbains. Dans ces zones, le GPS et les liaisons radios s'avèrent inefficaces (les ondes radios et satellites sont coupées). Des travaux sur le développement de cette technologie sont en cours aux Etats-Unis principalement. Ainsi, le drone devra être capable de se positionner seul dans son environnement, c'est-à-dire de « s'égo-localiser ».

UNE FIABILITE QUASI-EGALE A L'AVIATION TRADITIONNELLE

Ce critère reprend en fait l'ensemble des critères précédents. **Il est important pour les autorités régulatrices du trafic aérien et les législateurs (mais aussi pour les opérateurs et utilisateurs) que les systèmes de drone répondent à une fiabilité au moins comparable à celle des appareils pilotés.** A l'heure actuelle, les pertes d'avions à pilotes, si elles sont peu fréquentes, sont rarement dues à des causes techniques. En effet, 75% de ces pertes ont

pour origine l'erreur humaine. En conséquence, cela signifie qu'un seul « accident » sur quatre provient de l'avion lui-même. A l'inverse, dans le domaine des systèmes de drones, le taux de pertes dues à une défaillance technique est de 75% selon une étude de 2007 d'Israël **Aerospace Industries (IAI)**. Ces défaillances sont multiples mais se répartissent de la manière suivante :

- 30% concernent le contrôle du vol.
- 25% concernent les moteurs.
- 25% concernent la communication et l'énergie.

Une condition indispensable au développement de la filière sera donc de diminuer ces taux de pertes. La fiabilité est en constante augmentation mais il reste encore un long chemin à parcourir. De même, il est probable que ne seront pas attendus les mêmes exigences suivant les types de drones (HALE, MALE, micro, mini, etc.). **Il n'est pas judicieux d'espérer qu'un mini-drone ait une fiabilité comparable à celle d'un drone HALE ou MALE.** Les coûts d'investissement et de développement seraient trop importants.

UNE SECURISATION DES LIAISONS ET SYSTEMES INFORMATIQUES

L'informatique étant une composante fondamentale des systèmes de drones, elle doit être sécurisée et stable donc ne pas être victime de « bugs ». Or, il faut savoir que plus une intelligence artificielle est développée, plus la programmation informatique nécessaire est longue (les lignes de codes à rentrer) et donc sujette à « erreur » et à bug. De même, les systèmes informatiques peuvent être piratés ou victime d'un virus informatique. C'est ce qui s'est passé au début du mois d'octobre 2011 quand l'ensemble des drones militaires Predator et Reaper américains ont été touchés par un virus informatique. Toutefois, la dangerosité du virus n'a pas été (encore ?) démontrée, d'où les propos du Blog *Danger Room* édité par le célèbre *Wired Magazine* : « *Military network security specialists aren't sure whether the virus and its so-called "keylogger"¹¹⁴ payload were introduced intentionally or by accident* ». En clair, le virus peut très bien provenir d'un petit logiciel dit « malveillant », comme il en existe des milliers, provenant d'une clé USB qu'un des pilotes de drones auraient branché mais il peut très bien aussi avoir été inséré intentionnellement...

¹¹⁴ <http://www.wired.com/dangerroom/2011/10/virus-hits-drone-fleet/>

3. Des questions de légalité et de responsabilité à régler

Le développement d'une nouvelle technologie implique nécessairement la constitution d'un cadre juridique. Toutefois, il est rare que ces deux éléments se fassent concomitamment, le développement technologique prenant le pas sur les questions de droit dans un premier temps.

Ce phénomène est observable avec les drones. La forte croissance de ces dernières années a soulevé de nombreuses interrogations tant sur leur production que sur leur utilisation. *Le recours aux drones ne risque-t-il pas d'heurter certaines libertés individuelles de par les équipements vidéos ou autres qu'ils sont capables d'embarquer ?* Ces craintes sont réelles comme on peut le constater aux Etats-Unis où le Président Obama a ratifié le 15 février 2012 d'un texte de loi permettant l'accès à l'espace aérien général de toutes les catégories de drones en 2015. Les réactions dans la presse et sur Internet sont extrêmement nombreuses et mettent en garde contre les risques d'une surveillance abusive par les autorités du pays des citoyens américains au motif de la lutte contre la criminalité et le terrorisme. Un rapport de l'**American Civil Liberties Union (ACLU)** publié en décembre 2011¹¹⁵ faisait remarquer l'absence de lois protégeant les citoyens contre les atteintes aux libertés individuelles qui pouvaient résulter de l'utilisation des drones par les autorités.

La ville de New York semble d'ailleurs se diriger vers le recours aux drones pour compléter son système de vidéo-surveillance. Cette volonté est cependant contestée par des habitants de la ville à l'image de cet ancien opérateur de drone militaire qui a disséminé dans la ville plusieurs panneaux de signalisation indiquant que la zone était surveillée par des drones. Si cela est faux à l'heure actuelle, il en sera peut être différemment dans quelques temps.

¹¹⁵ Rapport intitulé Protecting Privacy From Aerial Surveillance: Recommendations for Government Use of Drone Aircraft



Panneau mis par l'ancien opérateur de drone militaire

Source : Image CBS New York

La question du respect de la non-atteinte des libertés individuelles par le recours aux drones est primordiales, la question de la responsabilité juridique est tout aussi importante en cas de dommages résultant de la chute au sol ou d'une collision en vol d'un drone. **Depuis longtemps est appliqué aux drones la notion d'aéronef d'Etat afin de les caractériser et de pouvoir leur appliquer les régimes juridiques en découlant or cette notion est trop contraignante pour les drones à vocation civile.** On ne peut relever de différences notables entre un aéronef non habité et un aéronef habité si ce n'est que l'un des deux est plus soumis que l'autre à l'aléa technologique dans la maîtrise du vol. Dans leurs utilisation cependant, les mêmes contentieux peuvent naitre soulevant les questions de responsabilités civiles et pénales. Il est alors nécessaire de définir les reponsabilités de chacun des acteurs

Il existe un véritable vide juridique pour l'instant. Lars Hoppe avait dans sa thèse intitulée Le statut juridique des drones la question éminemment pertinente sur le cadre juridique des drones : « *Pourra-t-on simplement adapter le cadre existant aux drones, ou sera-t-il nécessaire de procéder à des ajustements technologiques et juridiques pour permettre une insertion dans l'espace aérien civil ?* »¹¹⁶.

¹¹⁶ Résumé de la thèse de Lars Hoppe, Le statut juridique des drones (2006 – 538 p.)

4. Une réglementation toute jeune sur les conditions d'emploi des aéronefs civils télépilotés

La **Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC)** a élaboré ces dernières années deux arrêtés réglementant l'utilisation des drones civils en France. Ils ont été publiés au Journal Officiel le 11 avril 2012. Le premier arrêté est « *relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord* »¹¹⁷, le second est « *relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans aucune personne à bord, aux conditions de leur emploi et sur les capacités requises des personnes qui les utilisent* »¹¹⁸. Différents groupes de travail composés d'industriels, de la **Direction Général de l'Armement (DGA)**, des pôles de compétitivité, d'UVS France¹¹⁹, ont travaillé à leur élaboration. Ils permettent d'éclaircir l'horizon sur le vide juridique qui prévalait il y a peu encore. Leur objectif est de favoriser le développement du recours aux drones civil avec cependant un niveau de sécurité très élevé quant aux autres usagers. Pour preuve, tous les pilotes de drones devront avoir suivi une formation et une seule utilisation des drones n'exigera pas d'autorisation préalable : celle où l'engin évolue dans une zone non peuplée, à moins de 100 mètres du pilote qui doit pouvoir le suivre à l'œil nu continuellement. Ils abrogent aussi tous les textes précédents qui été utilisés pour réglementer l'utilisation des drones civils.

De par leur jeune âge, ces arrêtés présenteront des difficultés de mises en pratique qui trouveront des solutions dans le futur. Il ne s'agit pour l'instant que d'une solution de transition car la véritable réglementation doit être Européenne¹²⁰ et même mondiale, et non nationale. Elle devra aussi trouver le moyen d'ouvrir concrètement l'espace aérien aux drones civils. Le risque principal est celui d'avoir un carcan législatif nuisible au bon développement de l'industrie du drone et par conséquent d'accumuler du retard face aux autres Etats.

¹¹⁷ Consultable sur le site Légifrance avec la référence suivante : NOR : DEVA1207595A

¹¹⁸ Consultable sur le site Légifrance avec la référence suivante : NOR : DEVA1206042A

¹¹⁹ Cf. page 88 pour la description d'UVS France

¹²⁰ Différents groupes de travaux tels que Jarus, Air4All travaillent sur l'élaboration de mesures communes à différents Etats européens

LA DEFINITION DES CONCEPTS LIES AUX SYSTEMES DE DRONES

L'article 2 de l'arrêté « *relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans aucune personne à bord, aux conditions de leur emploi et sur les capacités requises des personnes qui les utilisent* » définit les principaux termes liés aux drones civils.

- **Aéronef télépiloté** : aéronef qui circule sans personne à bord.
- **Système d'aéronef télépiloté** : système constitué d'un aéronef télépiloté et les éléments servant à sa commande et son contrôle depuis le sol.
- **Télépilote** : personne qui a le contrôle de la trajectoire de l'aéronef télépiloté.
- **Captif** : un aéronef télépiloté est dit « captif » s'il est relié au sol, à un mobile ne pouvant être soulevé ou déplacé par réaction de l'accroche de l'aéronef captif, ou à son télépilote par tout moyen physique.
- **Automatique** : un aéronef télépiloté évolue de manière « automatique » si son évolution en vol a été programmée par quelque moyen que ce soit avant le début du vol ou pendant le vol et que tout ou partie du vol s'effectue sans intervention du télépilote sauf mode de commande de secours.
- **Vue directe** : un vol d'un aéronef télépiloté est effectué « en vue directe » de son télépilote si :
 - l'aéronef circule « en vue » selon les dispositions de l'arrêté du 11 avril 2012 susvisé ;
 - le vol s'effectue dans le champ visuel du télépilote, sa vision étant éventuellement corrigée par ses lunettes ou lentilles ;
 - la vision de l'aéronef par le télépilote s'effectue en ligne optique directe sans dispositif de transmission d'image de l'aéronef.
- **Aéromodèle** : aéronef télépiloté utilisé exclusivement à des fins de loisir ou de compétition par un télépilote qui est à tout instant en mesure de contrôler directement sa trajectoire pour éviter les obstacles et les autres aéronefs.

LES CATEGORIES D'AERONEFS SANS PILOTE RECONNUES

A	« Les aéromodèles motorisés ou non de masse maximale au décollage inférieure à 25 kilogrammes , ou, pour les aéronefs à gaz inerte, de masse totale (masse structurale et charge emportée) inférieure à 25 kg, comportant un seul type de propulsion »
B	« tout aéromodèle ne respectant pas les caractéristiques de la catégorie A »
C	« les aéronefs télépilotes captifs qui ne sont pas des aéromodèles, de masse maximale au décollage inférieure à 150 kg »
D	« les aéronefs télépilotes qui ne sont pas des aéromodèles, motorisés ou non, non captifs , de masse maximale au décollage inférieure à 2 kilogrammes , ou, pour les aéronefs à gaz inerte, de masse totale (masse structurale et charge emportée) inférieure à 2 kg »
E	« les aéronefs télépilotes qui ne sont pas des aéromodèles, qui ne sont pas de catégorie C ou D , motorisés ou non, de masse maximale au décollage inférieure à 25 kilogrammes ou pour les aéronefs télépilotes à gaz inerte de masse totale (masse structurale et charge emportée) inférieure à 25 kg »
F	« les aéronefs télépilotes qui ne sont pas des aéromodèles, de masse maximale au décollage inférieure à 150 kg ne respectant pas les caractéristiques de la catégorie C, D ou E »
G	« les aéronefs télépilotes qui ne sont pas des aéromodèles, et qui ne correspondent pas aux critères des catégories C à F »

LES SCENARIOS DE VOL ENVISAGES

S-1	« Scénario opérationnel en vue directe du télépilote se déroulant hors zone peuplée , à une distance horizontale maximale de 100 mètres du télépilote »
S-2	« Scénario opérationnel se déroulant hors zone peuplée , à une distance horizontale maximale de rayon d'un kilomètre du télépilote et de hauteur inférieure à 50 mètres au-dessus du sol ou des obstacles artificiels , sans aucune personne au sol dans la zone d'évolution »
S-3	« Scénario opérationnel se déroulant en agglomération ou à proximité d'un rassemblement de personnes ou d'animaux , en vue directe du télépilote, à une distance horizontale maximale de 100 mètres du télépilote »
S-4	« Scénario opérationnel traitant d'une activité particulière de relevés, photographies, observations et surveillances aériennes se déroulant hors zone peuplée et ne répondant pas aux critères du scénario S-2 »

LES SCENARIOS DE VOL REALISABLES SELON LES CATEGORIES DE DRONES

Catégories Scénarios	C	D	E	F	G
S-1				Autorisés sous réserve qu'un document spécifique ait été délivré par le ministre chargé de l'aviation civile	Traité par l'AESA
S-2					
S-3	(si masse < 4 kgs)		(si masse < 4 kgs)		
S-4					

AUTRES POINTS REMARQUABLES DE LA NOUVELLE REGLEMENTATION

Formation et compétences des télépilotes : ils devront avoir un niveau de connaissances théoriques que l'on peut demander à un pilote d'aéronef. Cependant, pour le scénario opérationnel S-4, les télépilotes devront disposer aussi bien d'une licence théorique que pratique de pilote d'aéronef avec 100 heures de vol minimum à leur actif.

- **Art 4.1** : « Le télépilote d'un aéronef assure la sécurité du vol vis-à-vis des tiers et des biens. Dans le cas d'un aéronef télépilote qui évolue de manière entièrement automatique, la personne qui programme la trajectoire de l'aéronef assume les responsabilités du télépilote ».

* *

La réglementation encadrant les drones est un enjeu majeur. C'est elle qui permettra une meilleure acceptation de ces appareils à travers une diminution des risques et donc des craintes. Cette fiabilité est en forte progression mais elle demeure pour l'instant inférieure à celle des avions classiques. Pour les industriels, elle complique la conception et implique des frais financiers importants. Cette exigence constituera sans doute une barrière d'entrée pour les entreprises. **La réglementation aura donc à la fois un effet déclencheur et un effet stoppeur. De nombreuses petites entreprises actuelles se déclarent « dronistes » et proposent des systèmes de drones prêts à l'emploi. Or, si nombre de ces entreprises sont très compétentes, pour autant il est certain que le matériel de plusieurs d'entre elles ne**

sera pas conforme aux conditions d'utilisation et de sécurité qui seront requises. Cette situation aura pour conséquence de les mettre dans des situations délicates : les investissements réalisés les années précédentes se révéleraient inutiles... Une autre problématique concernera aussi les exportations de drones. Pour l'instant, les drones bien que vendus sous une étiquette « civils » font partie des biens à double usage (civil et militaire) et sont donc soumis au Règlement CE 1334/2000 du 22 juin 2000. Ce régime communautaire de contrôle implique l'obligation pour le fabricant qui souhaite vendre ses drones à l'étranger d'obtenir une licence d'exportation administrative (l'obtention peut être de plusieurs mois)

LA PROBLEMATIQUE DE L'EXPORTATION DES DRONES

Pour l'instant, les drones bien que vendus sous une étiquette « civils » font partie des biens à double usage (civil et militaire) et sont donc soumis au Règlement CE 1334/2000 du 22 juin 2000.

Ce régime communautaire de contrôle implique l'obligation pour le fabricant qui souhaite vendre ses drones à l'étranger d'obtenir une licence d'exportation administrative or cette obtention peut s'étaler sur plusieurs mois. Commercialement, cette situation est susceptible de porter préjudice aux entreprises.

B- La grande peur du « Big Brother » venu du ciel

Les évolutions technologiques ne sont pas toujours comprises ou acceptées par la Société. En effet, de nombreux paramètres influent sur cette acceptation : utilité, risques, coûts, etc. A cela, s'ajoute des éléments de conjoncture plus ou moins imprévisibles qui entraînent le rejet de la technologie. C'est ce qui se passe actuellement avec le nucléaire dans de nombreux pays suite à la catastrophe de Fukushima : l'Allemagne n'utilisera plus cette énergie dans quelques années. D'autres pays suivent cette voie comme l'Italie où lors d'un référendum en juin 2011, 94,7 % des votants ont approuvé la fin définitive du nucléaire. Ainsi, il est certain que la question sociétale sera un enjeu du développement des drones.

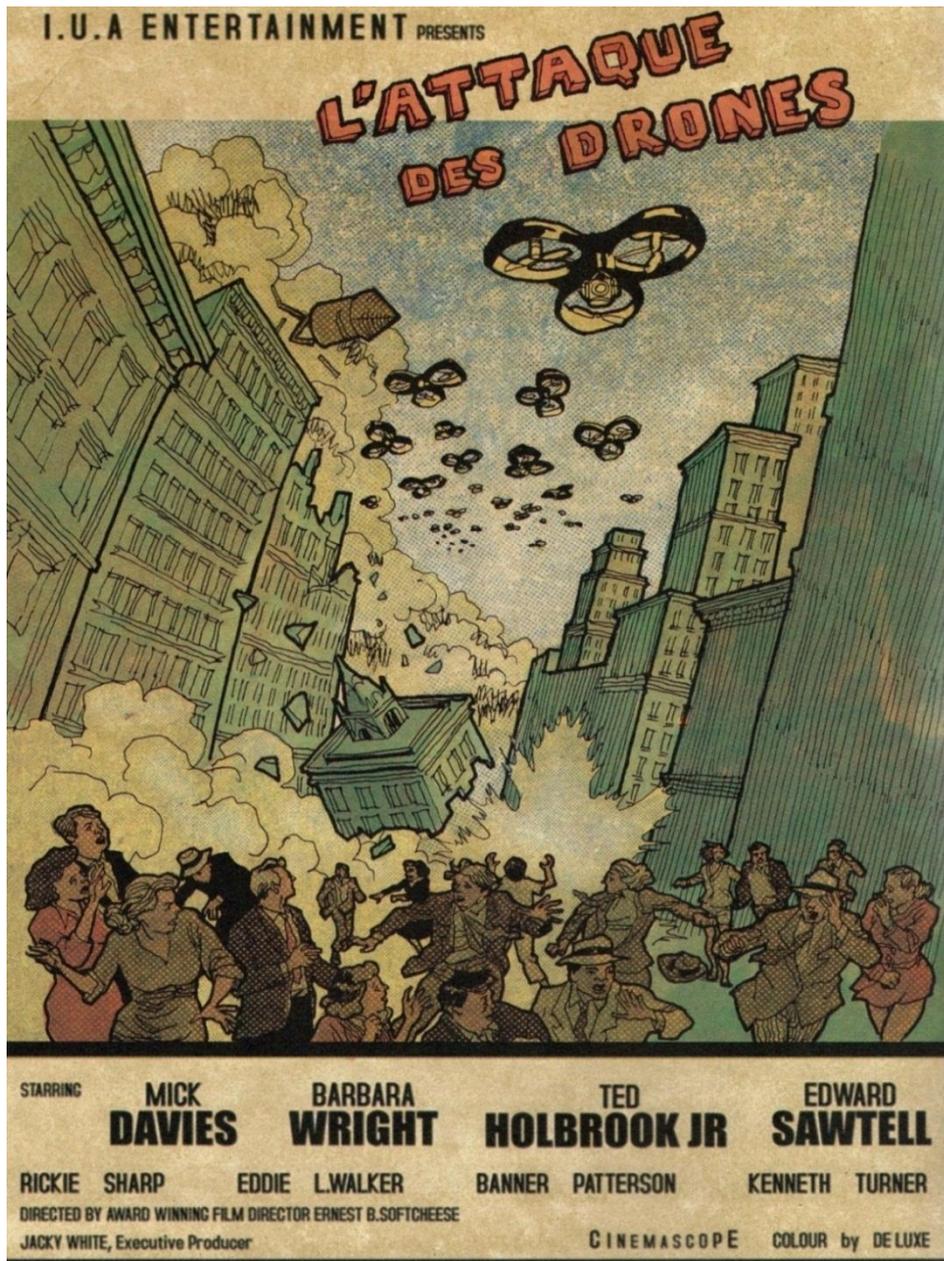
En effet, le recours à des robots, dont l'automatisation est plus ou moins importante, présente de nombreux avantages mais des freins psychologiques peuvent entraver leur utilisation. **Il est toujours difficile de confier à une « machine » des tâches qui étaient jusque-là exécutées par les Hommes.** Il y aura sans nul doute des craintes de l'accident et ce, malgré la preuve d'une très grande fiabilité. De même, mais ici nous sommes plus dans l'imaginaire populaire, la présence dans le ciel de robots capables de prendre des décisions sans assistance humaine est de nature à créer une « *psychose* » du retournement des machines contre l'Homme. L'illustration de la page suivante¹²¹ est tirée d'un magazine publié par des étudiants de l'Ecole de Journalisme de Bordeaux (l'IJBA) en avril 2011, dans lequel on trouve une nouvelle d'anticipation intitulée Les Mouches bleue. L'histoire se déroule en 2033 et les drones ont envahi notre quotidien. L'intelligence artificielle est extrêmement perfectionnée, leur utilité est certaine mais une cyber-attaque sur le système de contrôle central fait perdre aux humains leur contrôle et crée la panique. Cette nouvelle est un clin d'œil à la démonstration de l'entreprise Fly-N-Sense d'un drone dans le vignoble bordelais.

Un autre frein plus actuel est lié à l'assimilation des drones au secteur militaire¹²². Ce dernier par sa « publicité » cache encore les potentialités civiles. **Il semble donc important de réaliser un gros travail pédagogique et de marketing afin de sensibiliser les acheteurs potentiels aux utilités des systèmes de drones dans le domaine civil.** En effet, nous sommes ici sur le marché privé, le choix final revient par conséquent aux consommateurs.

En Grande-Bretagne, les industriels concepteurs de drones à usage non-militaire ont lancé début 2012 une campagne de communication destinée à améliorer l'image de ces appareils. Les projets liés à cette campagne sont multiples : leur donner des nouveaux noms, les peindre de couleurs vives, etc.

¹²¹ En Bas à Gauche : Les mouches bleues – Avril 2011 ; p.120-127.

¹²² Un numéro de la populaire émission télévisée C'est pas SORCIER de France 3, diffusée le 11 juillet 2011, était consacrée aux drones. Si l'aspect civil a été abordé en fin d'émission, cette dernière fut principalement consacrée au volet militaire des appareils.



Page de garde DES MOUCHES BLEUES

Source : En Bas à Gauche – P.122

* *

L'utilisation de drones pose des problèmes éthiques dont les élus politiques ont déjà conscience. Ainsi, le Sénateur de la Gironde, **Alain Anziani** déclarait suite à l'organisation de l'UAV Show Europe à Mérignac : « *Les drones civils vont bouleverser notre quotidien et sont susceptibles de nous apporter beaucoup, mais ils devront absolument respecter notre vie privée* »¹²³. Cette phrase résume effectivement toute la difficulté de concilier l'utilisation des drones et leur intégration dans notre vie quotidienne. C'est pourquoi la réglementation aura un rôle d'une extrême importance car c'est elle qui permettra de créer un embryon de confiance.

Il semble indispensable de dresser des barrières que les appareils ne devront pas franchir sachant qu'ils deviendront sans doute des éléments constitutifs de la vidéo-surveillance.

Des limites seront nécessaires car ces caméras volantes, mobiles et discrètes contribueront à leur mauvaise image. Dès 2006, un rapport du groupe d'experts anglais « Surveillance Studies Network » s'inquiétait du risque possible de prolifération des drones de surveillance dans le ciel de Londres en écrivant : « *Quand Ben et Aaron arrivent au centre de Londres pour rejoindre une manifestation antimilitariste ils sont surveillés par de petits avions d'espion télécommandés, des UAVs. Ceux-ci ont été introduits pour les Jeux olympiques de 2012, mais après, au lieu d'être retirés, le succès de ces « yeux volants amicaux dans le ciel » comme le gouvernement les a surnommés, a été salué par le Maire justifiant leur utilisation générale et continue. Les gens ont presque arrêté de les remarquer maintenant* »¹²⁴.

Mais si les utilisateurs doivent avoir confiance dans les drones, il doit en être de même pour les investisseurs. A l'heure actuelle, il est difficile pour eux de s'engager. En effet, il est compliqué de définir des « *business models* » clairs à cause des nombreux flous existants.

¹²³ La Croix : Les drones civils s'apprêtent à décoller - 10 octobre 2010.

¹²⁴ Dans le texte : « *When Ben and Aaron go into the centre of London to join an anti-war protest they are monitored by small remote-controlled spy planes, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). These were introduced for the Olympics of 2012, but instead of being withdrawn afterwards, the 'success' of these 'friendly flying eyes in the sky' as the government has dubbed them, has been hailed by the Mayor as a reason for their continued general use. People have almost stopped noticing them now* ». (The Surveillance Studies Network : A report on the surveillance society - September 2006 ; p.70-71.

C- Des business models à définir

Le Business Model désigne la manière dont sera répartie l'activité d'une société et notamment l'origine de ses revenus. En clair, c'est le modèle économique qu'elle adopte pour rentabiliser son concept de départ. Celui-ci doit présenter les finalités de la société à travers ses buts, sa stratégie et son offre, tout comme les ressources et les moyens déployés pour y arriver. Les questions qui se posent alors aux entreprises voulant exercer une activité « drone » sont d'une part, définir leur(s) métier(s) et, d'autre part expliquer comment elles comptent générer leur chiffre d'affaires. Chose compliquée pour l'instant. Il existe encore de très nombreuses inconnues qui devront être surpassées. *Quelles seront les filières d'activités liées aux systèmes de drones ?* **Au sein même de la production, il sera sans doute nécessaire de distinguer plusieurs filières** comme par exemple :

- Une filière charge utile : production de capteurs et assemblage de charges utiles.
- Une filière transmission de données : production de logiciels et d'automatismes.
- Une filière « aéronef » : production du drone (intégration, propulsion, etc.).

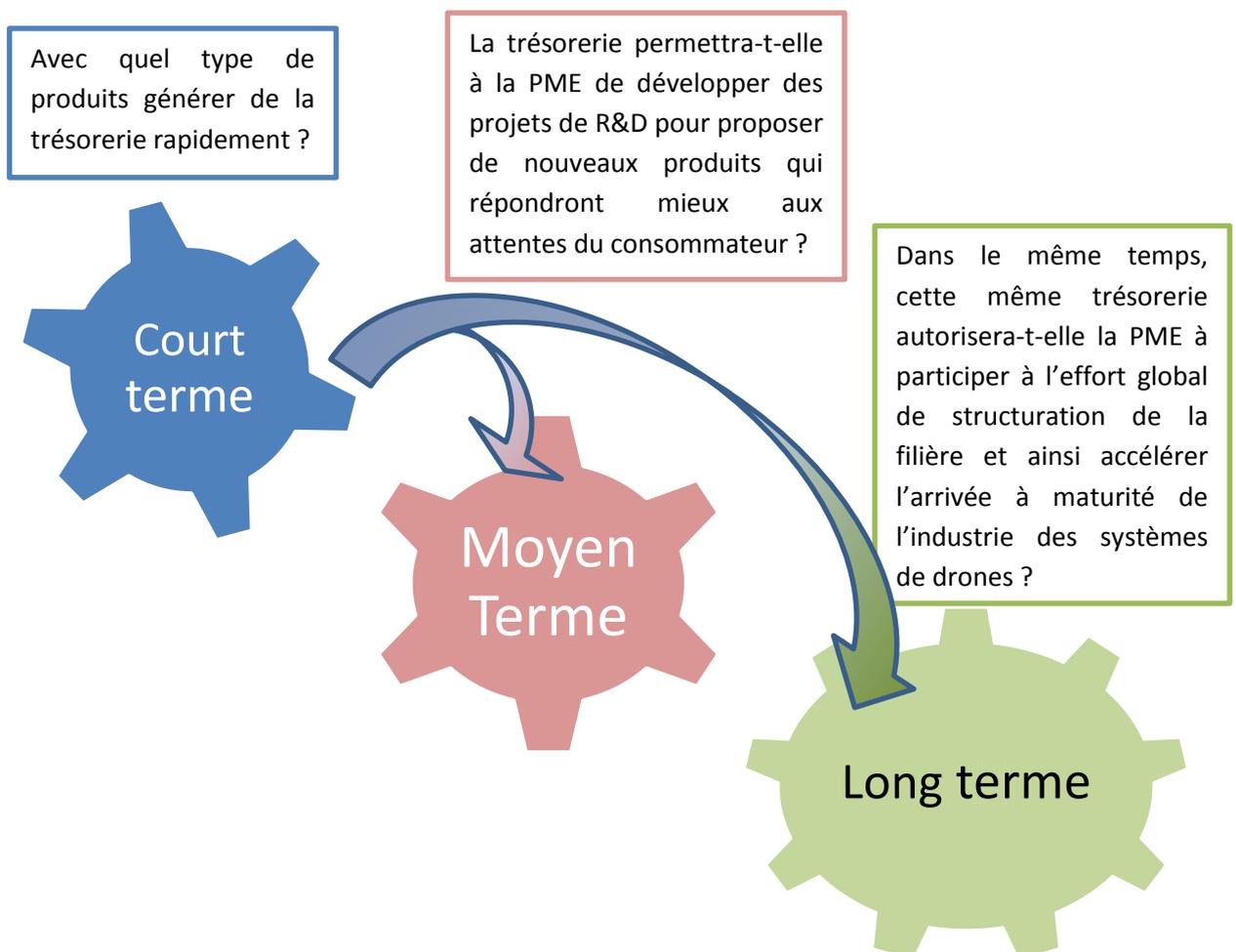
Certaines entreprises auront les capacités d'être présentes sur plusieurs filières à la fois mais des investissements importants seront requis. **Il faudra être capable de distinguer les différents prestataires de services et de comprendre leurs offres.** Là aussi, diverses filières sont envisageables :

- Une filière location « prêt à l'emploi » : des opérateurs pourront mettre à disposition des systèmes de drones ayant des capacités définies. Cela permettra de réaliser un grand nombre de fois la même mission afin de réduire les coûts d'utilisation.
- Une filière location « sur catalogue » : une société propose un drone et une palette de charges utiles permettant diverses missions.

Ces exemples ne sont que des hypothèses, néanmoins il reviendra aux entrepreneurs de définir les meilleurs positionnements possibles afin de créer une véritable valeur ajoutée à leur activité.

D- D'importants investissements à réaliser pour faire arriver la technologie à maturité

Faire en sorte que les systèmes de drones offrent des conditions de sécurité et d'efficacité élevées va nécessiter encore de très nombreux investissements si l'on souhaite voir éclore une industrie à grande échelle. Or, ce coût, s'il est supportable pour une grande entreprise, l'est beaucoup moins pour la petite PME-PMI ou la TPE qui souhaite s'investir dans le secteur. **En effet, les chiffres d'affaires sont encore très faibles et ces petites entreprises doivent gérer trois cycles d'investissement qu'il est pour l'instant impossible d'esquiver dans l'industrie émergente des systèmes de drone** : le court terme, le moyen terme et le long terme. La PME ne disposant pas d'une grande trésorerie à l'instar des grandes entreprises, elle doit trouver la gestion adéquate (mais aussi être aidées parfois) pour subvenir aux besoins des trois cycles représentés par le schéma ci-dessous.



Cycles de financements de R&D que doivent gérer les entreprises

Conclusion : Une industrie de filières plutôt qu'une filière industrielle

De réels enjeux techniques tournent autour de la fabrication des systèmes de drones. Leur construction implique la réunion de nombreuses technologies et savoir-faire. L'entreprise qui maîtriserait l'ensemble de celles-ci¹²⁵, disposerait alors d'atouts considérables mais cela nécessite des efforts financiers et humains conséquents. Ceci étant presque impossible, les fabricants de drones sont obligés de travailler avec différents sous-traitants spécialisés. Ces descriptions indiquent d'ailleurs qu'il serait plus judicieux de parler « d'industrie de filières » plutôt que de filière industrielle lorsque l'on évoque les systèmes de drones.

Il est important de comprendre que l'utilité du système de drone ne repose pas tant sur le vecteur aérien que sur les éléments qui l'entourent : la charge utile et la transmission de données. En effet, il ne paraît pas opportun de créer une grande variété de vecteurs aériens. Plus grande sera la diversité des vecteurs, plus difficiles seront les questions d'harmonisation¹²⁶. Dans le domaine civil, il est probable que les solutions les plus faciles à utiliser et réutiliser auront les faveurs des acheteurs. Ainsi, en-dehors des systémiers¹²⁷, c'est-à-dire les entreprises capables de prendre en charge tous les aspects du développement d'un système de drone, ce sont des filières spécifiques qui devraient émerger.

Les deux principales filières concerneront les charges utiles pour l'une et le traitement de données pour l'autre. Les matériels qui seront développés devront être facilement adaptables sur les vecteurs aériens d'où la nécessité de ne pas multiplier ces derniers. Il serait dommage de devoir « refaire » un drone à chaque fois que l'on souhaite y ajouter un nouveau capteur. Ces domaines techniques sont très larges car il existe autant de charges utiles et donc de système de traitement de données que de missions réalisables. Or, ces dernières sont extrêmement nombreuses.

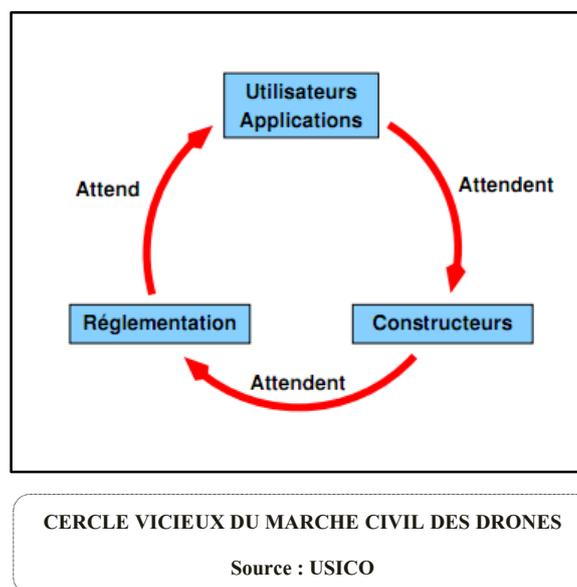
¹²⁵ Entreprise dite « systémier ».

¹²⁶ Cf. page 41

¹²⁷ La division défense et sécurité d'EADS, Cassidian, souhaite créer dans les prochains mois un pôle d'activité spécifiquement dédié aux drones. Ce projet souligne l'importance du sujet traité.

* *

Il reste beaucoup d'incertitudes autour des systèmes de drones. Il est encore difficile de savoir quels seront les services proposés et rentables à l'utilisation. Nous l'avons dit précédemment, c'est le client final qui décidera de l'avenir de la filière. L'intérêt économique est donc primordial mais il ne sera pas le seul critère pris en compte. **Tous ces flous entraînent beaucoup d'attentes simultanées des acteurs amenant**, comme l'avait souligné le projet **USICO** à un « *cercle vicieux* » (cf. ci-dessous).



La Commission Européenne a défini en 2007 les objectifs à atteindre pour permettre l'émergence d'un marché civil des systèmes de drones en Europe¹²⁸ qui résume très bien les enjeux auxquels ils sont confrontés actuellement : « *Le test décisif pour l'avenir du marché est relativement simple : les UAS (drones) doivent montrer qu'ils sont **plus rentables** que les solutions actuelles, **plus efficaces** dans l'accomplissement des tâches spécifiques et ils devront prouver enfin qu'ils sont **aussi sûrs que les systèmes actuellement disponibles**. Finalement, ils devraient être capables d'offrir de **nouvelles capacités** qui n'existent pas actuellement* ».

¹²⁸Dans le texte : «*The litmus test for the future of the market is relatively simple however: UAS must show that they are more cost effective than current solutions, more effective at completing specific tasks, and they should prove at least as safe as presently available systems. Finally, they should be able to offer new capabilities that currently do not exist* » *Study Analysing The Current Activities In The Field Of Uav* – European Commission - 2007 - p. 13

La France est depuis longtemps une terre d'espace et d'aéronautique. Ces secteurs, très techniques, ont toujours été des vecteurs de progrès et d'innovation. Or l'industrie des systèmes de drones doit participer à cette aventure. Nous l'avons vu dans cette première partie : les technologies sont disponibles. Des solutions techniques restent toujours à trouver mais elles le seront si les moyens sont donnés. D'autres besoins sont à combler encore, comme l'harmonisation des normes de circulation, d'utilisation, de matériels etc.

L'avenir des drones dépendra donc entre autres :

- **Des avancées technologiques**

- **Du volontarisme des utilisateurs**

- **Des volontés politiques**

Cependant, il est quasiment certain qu'un jour les drones prendront une place prépondérante dans notre ciel. La crainte d'un « *Big Brother* » que suscitent ces engins ne doit pas cacher les énormes bénéfices pratiques qu'ils peuvent apporter. A ce sujet, une note de la **Fondation pour la Recherche Stratégique (FRS)**¹²⁹ de 2008 prévoyait déjà que « *les opérations de surveillance, de détection et d'analyse de l'environnement devraient représenter dans quelques années 55 % des missions totales des aéronefs* ». Il s'agit du créneau où l'utilisation des systèmes de drones s'avère la plus pertinente... L'enjeu économique paraît donc incontestable d'où la nécessité pour les territoires français de travailler sur le sujet.

¹²⁹ Note de la FRS : L'utilisation civile des drones - problèmes techniques, opérationnels et juridiques (août 2008).

2ème PARTIE : LA FRANCE ET LES DRONES CIVILS

Si une cinquantaine de pays dans le monde conçoivent et fabriquent des systèmes de drones, aucun n'a mis en place une véritable filière industrielle, à l'exception des Etats-Unis et d'Israël¹³⁰. La France en est encore à un stade très précoce mais des avancées sont à relever, en particulier sous l'impulsion de l'Aquitaine et de la **Provence Alpes Côte-d'Azur (PACA)** qui viennent de lancer un organe de gouvernance pour la filière : *Sysdrones*. Son officialisation lors de l'édition 2011 du Salon du Bourget confirme la prise de conscience de l'importance du sujet et que la France a les moyens de se lancer sur cette voie.

C'est ce que nous essayerons de démontrer dans cette seconde partie à travers un diagnostic des principaux territoires concernés¹³¹. Une première sous-partie sera ainsi consacrée exclusivement à l'Aquitaine **(I)** tandis qu'une seconde regroupera les Régions PACA et Midi-Pyrénées **(II)**. Ce choix s'explique par le fait que les auditions réalisées pour ce travail l'ont été majoritairement avec des acteurs de ce territoire. Nous analyserons pour chacune d'elles les potentialités en termes d'industries et de recherche (R&D, enseignements etc.). Concernant l'Aquitaine, nous mettrons également en avant l'implication politique de la Région.

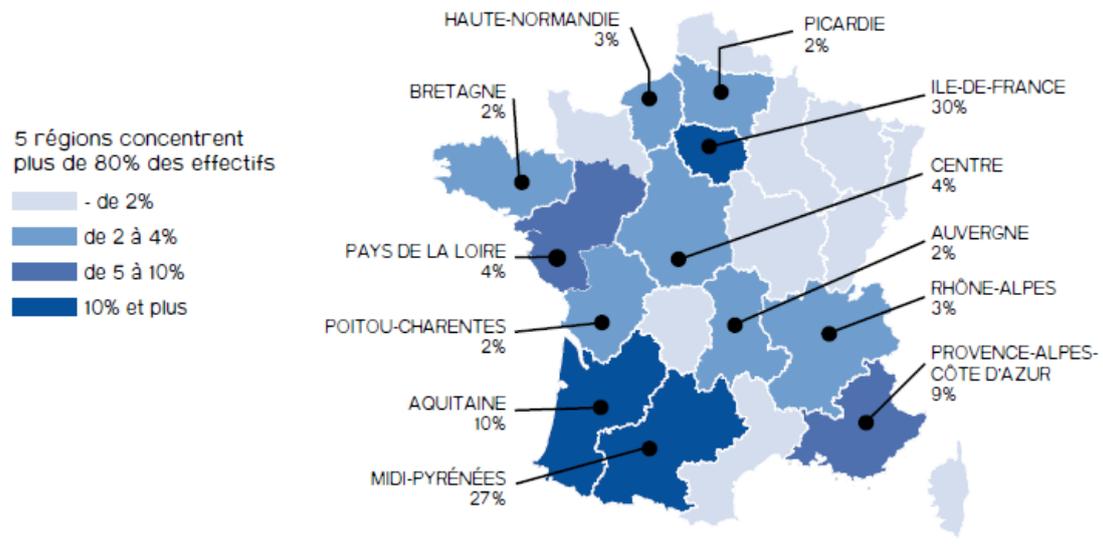
Une remarque cependant : les champs étudiés concerneront surtout le domaine aéronautique (*un panorama de l'activité ASD se trouve sur la page suivante avec des informations fournies par le GIFAS*). Or la conception des drones ne fait pas seulement appel aux techniques de l'aéronautique. D'autres filières technologiques comme l'électronique ou les télécommunications entrent en jeu. Elles sont mêmes d'une très grande importance mais il serait trop fastidieux (dans le cadre de ce travail) d'étudier chacun de ces domaines. Cette remarque est valable pour l'ensemble des régions.

¹³⁰ Les filières mises en place dans ces pays sont avant tout militaires. Le marché civil des systèmes de drones n'étant ouvert encore dans aucun pays. Les Etats-Unis sont toutefois, les seuls à disposer de capacités industrielles sur l'ensemble des éléments constitutifs des systèmes de drones.

¹³¹ La Région Ile-de-France ne fait pas partie du diagnostic car son étude s'avère trop complexe de par le nombre de structures et d'acteurs à prendre en compte. Il existe cependant une étude très complète réalisée en 2005 par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France (**IAURIF**) et la DRIRE Ile-de-France : La filière industrielle aérospatiale en Ile-de-France, état des lieux et enjeux.

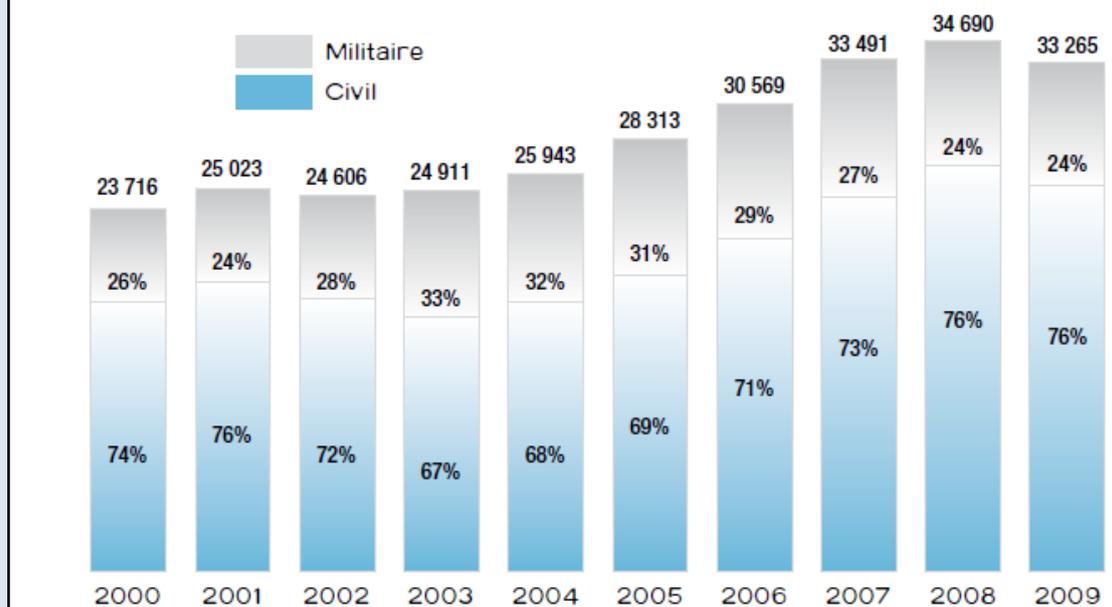
PANORAMA DE L'ACTIVITE ASD EN FRANCE

Effectifs sociétés adhérentes au GIFAS
 Répartition par région au 31 décembre 2009
 (157 000 salariés)



Source : Rapport 2010 du GIFAS

Evolution du chiffre d'affaires civil et militaire (en M€ courants)



Source : Rapport 2010 du GIFAS

I/ L'Aquitaine : une « locomotive » dans la structuration d'une filière des systèmes de drones

L'Aquitaine est devenue en peu de temps un acteur, ou l'acteur incontournable dans le développement des systèmes de drones civils car les initiatives, pour assurer leur promotion, prises sur ce territoire sont nombreuses. De plus, la Région dispose depuis plusieurs décennies d'une importante industrie ASD composée d'établissements des grands groupes français. On y retrouve aussi de nombreuses structures militaires qui se sont installées tout au long du 20^{ème} siècle et même plus tôt pour certaines. Ces éléments sous-entendent que d'importantes capacités technologiques sont présentes dans la région. C'est une opportunité pour le développement des systèmes de drones **(A)**. En revanche, le « point faible » de la Région réside, pour l'instant, dans ses capacités de R&D et ses enseignements aéronautiques **(B)**. Mais de nombreuses évolutions sont en cours et l'on devrait assister à une augmentation de la reconnaissance de ce secteur dans les prochaines années. Ce point négatif est d'autant plus compensé que la Région dispose de divers outils qui servent de soutien à la filière **(C)**. Nous le verrons, ces points sont nombreux et beaucoup sont liés à la **technopole Technowest** dont le rôle est central. Enfin, un dernier point fait que l'Aquitaine est un acteur « unique » sur la scène drone. Il s'agit de l'implication de ses instances politiques **(D)**. Cet investissement politique se traduit par un partenariat entre le secteur public et le secteur privé unique en France dans le domaine des drones civils et peut-être même en Europe. Ce partenariat, qui a pris la forme d'un cluster, est sensé jouer un rôle majeur dans la structuration actuelle de la filière.

A- Une importante industrie Aéronautique – Spatial – Défense (ASD) propice au partage avec le militaire

Si l'industrie ASD n'est pas la seule nécessaire à la fabrication des systèmes de drones, elle reste néanmoins centrale. On le voit très clairement aux Etats-Unis où les principales entreprises fabricantes de drones sont des acteurs de cette filière : Boeing, Northrop Grumman, etc. Beaucoup de ces entreprises ont à la fois des activités civiles et militaires, c'est-à-dire duales. L'Aquitaine a la chance de posséder une industrie ASD de moyenne et haute technologie **(1)** avec une présence du militaire loin d'être négligeable **(2)**. A cela s'ajoute un pôle de compétitivité, Aerospace Valley **(3)** mais aussi une association propre à l'Aquitaine et propice à la collaboration au sein du secteur, le BAAS **(4)**.

1. Un tissu industriel ASD de moyenne-haute technologie

En Aquitaine, l'ASD représente près de 40 000 emplois et un chiffre d'affaires de 4 milliards d'euros répartis de la manière suivante : 2/3 dans l'aéronautique, soit 2,2 milliards d'euros (6,2 milliards en Midi-Pyrénées)¹³² et 1/3 dans l'espace. On dénombre à l'heure actuelle près de 740 établissements liés à la construction aéronautique, parmi lesquels 340 sous-traitants industriels¹³³. L'ensemble de ces activités permet à l'Aquitaine d'être leader mondial dans les domaines :

- Des turbines d'hélicoptères
- Des systèmes de trains d'atterrissage
- Des avions d'affaires haut de gamme
- Des batteries de haute technologie
- Matériaux composites hautes performances

La plupart des grands groupes français du secteur ont ainsi une implantation dans la Région : EADS, Dassault, Thalès, Snecma, Turbomeca, Sabena, etc... Certains ont des centres de R&D de haute importance. C'est le cas par exemple de Thalès, dont le site de Pessac est le centre d'expertise des systèmes de drones du groupe.

¹³² Chiffres INSEE : Enquête – Aéronautique-Espace 2009 ; page 11.

¹³³ Sources : BGI et 2ADI

Cependant, **une faiblesse majeure persiste : l'absence de siège de grands groupes. Il existe principalement des établissements secondaires.** La carte suivante permet de mieux visualiser l'importance de l'ASD en Aquitaine en montrant l'implantation géographique des principales entreprises.



Source : Site internet 2ADI

2. Une région militaire : avantage et inconvénient

L'Aquitaine est un pôle militaire majeur en France. En effet, elle est la 5^{ème} Région d'implantation des armées, la 3^{ème} de l'industrie de la Défense (16 000 salariés) et surtout la 2^{nde} de la **Direction Générale de l'Armement (DGA)**. Cette situation s'explique par des raisons historiques telles que la Seconde Guerre Mondiale¹³⁴, la Guerre Froide et par des volontés gouvernementales de localiser en Aquitaine différentes activités liées à la défense. Cette forte présence constitue à la fois un avantage mais aussi un inconvénient.

UN AVANTAGE

De nombreuses applications créées par l'industrie militaire ont trouvé des débouchés dans le civil par la suite. L'exemple le plus connu de ce transfert est le GPS. Outre cette « avance » technique, l'industrie militaire bénéficie aussi d'investissements très importants, surtout dans un pays comme la France. En effet, en 2008, la production du secteur représentait près de 62 milliards d'euros (57 milliards en 2007) pour un solde commercial excédentaire de 19 milliards d'euros¹³⁵. C'est l'un des soldes commerciaux les plus élevés parmi les industries françaises...

Les industries militaires disposent aussi d'infrastructures et de compétences en R&D très importantes. Les laboratoires et le personnel qui y travaillent sont très qualifiés et ont accès à des financements élevés, en particulier à travers la DGA. Or, **l'Aquitaine est la première collectivité territoriale à nouer un partenariat avec la DGA et dont l'objectif est de développer les activités des industries duales**. Lancé en 2011 et prévu sur une durée de 3 ans, il vise à recenser les PME-PMI de la Région répondant à ce critère. L'intérêt est de pouvoir réaliser des cofinancements¹³⁶. **Des opportunités pour la filière des systèmes de drones seront peut-être à saisir.**

¹³⁴ « (...) s'impose l'idée de la nécessité de réorganiser spatialement l'industrie afin de l'éloigner des frontières allemandes. Face au progrès des bombardiers et chasseurs, le Sud-Ouest devient la zone privilégiée, principalement le Sud de l'Aquitaine avec ses vallées encaissées et Midi-Pyrénées ». Vincent Fringant : Vers une régionalisation de la politique industrielle : l'exemple de l'industrie aérospatiale en Aquitaine - 2007 ; p.5.

¹³⁵ Annuaire statistique de la Défense 2010-2011 – p.11 et p.80.

¹³⁶ Aux Etats-Unis, la **Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)** collabore très régulièrement avec des entreprises civiles dans le développement de technologies duales. Cela permet d'obtenir des financements croisés et des donc des budgets supérieurs à ceux qui existeraient s'il n'y avait pas de collaboration militaro-civil. Les drones sont largement concernés par ces collaborations.

UN INCONVENIENT

Si l'industrie de la défense est certainement l'une des industries les plus en pointes, elle souffre en revanche d'un problème d'image qui « *s'accentuerait* »¹³⁷. En effet, nombre d'ingénieurs et de doctorants ne souhaitent pas travailler pour une industrie qui selon eux, véhicule « *une image de guerre et de mort* ». De plus, le « secret » entourant cette industrie entraîne un manque de reconnaissance et de visibilité. A part les grands groupes industriels (Dassault, etc.), les petites entreprises du secteur sont beaucoup moins connues. Pourtant, selon la DGA près de 4 000 PME en France travaillerait pour ce secteur. S'ajoute à cela un problème récurrent de coordination et de partage entre le militaire et le civil.

Une industrie performante est nécessaire à l'éclosion d'une filière de haute-technologie sur un territoire. Si l'industrie militaire en est un vecteur, l'Aquitaine a la chance d'avoir également un important pôle de compétitivité sur son territoire : **Aerospace Valley**.

3. Un territoire de l'Aerospace Valley

DEFINITION DU POLE DE COMPETITIVITE

Pendant de longues années en France, les politiques d'aménagement étaient basées sur le principe de l'égalité entre les territoires. Or, cela a profondément changé avec la mondialisation grandissante. Les acteurs publics se sont aperçus que le chef d'entreprise était libre de choisir l'emplacement de sa future usine sans qu'ils ne puissent intervenir directement dans son choix. C'est la raison pour laquelle ont été créés en 2005 les pôles de compétitivité (*carte en annexe*) qui prônent la concentration des efforts sur les locomotives de la croissance économique. Ils sont à différencier des clusters, qui comme les pôles de compétitivité, constituent des regroupements entre monde de l'entreprise et monde de la recherche. Afin de les distinguer, nous reprendrons les définitions données par l'Agence d'appui à l'innovation « **Méditerranée Technologie** » pour les clusters et par le Gouvernement pour les pôles de compétitivité :

¹³⁷ Entretien avec Raphaël Royer et Philippe Blanloeuil.

- **Cluster** : « On utilise le terme de "cluster" pour désigner un lieu (géographique) présentant une concentration au-dessus de la moyenne, de sociétés industrielles et d'organismes de recherche et d'enseignement supérieur, opérant dans un domaine particulier à un niveau de classe internationale ou visant à le devenir rapidement ; chaque domaine étant renforcé par la présence d'un capital risque et l'appui de l'état et des collectivités territoriales. L'ensemble de ces acteurs partageant une vision commune de sa dynamique de croissance et de sa stratégie d'innovation (communauté d'intérêt) »¹³⁸.
- **Pôles de compétitivité** : « Un pôle de compétitivité se définit comme la combinaison, sur un espace géographique donné, d'entreprises, de centres de formation et d'unités de recherches publiques ou privées, engagés dans une démarche partenariale destinée à dégager des synergies autour de projets communs, au caractère innovant. Ce partenariat s'organisera autour d'un marché et d'un domaine technologique et scientifique qui lui est attaché et devra rechercher la masse critique pour atteindre une compétitivité mais aussi une visibilité internationale »¹³⁹.

PRESENTATION DE L'AEROSPACE VALLEY

L'Aquitaine compte plusieurs pôles de compétitivité, dont un particulièrement intéressant pour le domaine des systèmes de drones : Aerospace Valley (pôle interrégional entre l'Aquitaine et Midi-Pyrénées). Il est spécialisé dans l'aéronautique, l'espace et les systèmes embarqués et représente le premier bassin d'emploi européen du secteur. Les chiffres donnés par l'Aerospace Valley sont les suivants¹⁴⁰ :

- 120 000 emplois industriels
- 1 600 établissements
- 1/3 des effectifs aéronautiques français

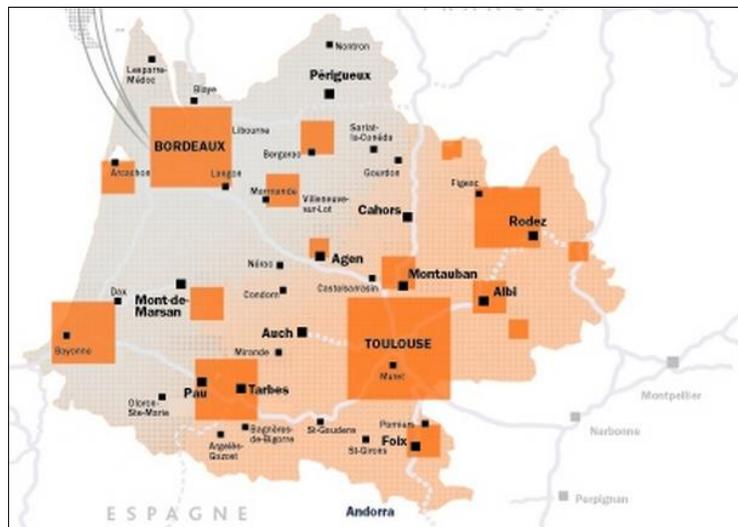
¹³⁸ <http://www.mediterranee-technologies.com/dev/med-tech-fr/clusters/glossaire.htm>

¹³⁹ Circulaire 25 novembre 2004 relative à la mise en œuvre de la politique des pôles de compétitivité.

¹⁴⁰ <http://www.aerospace-valley.com/fr/pole.html>

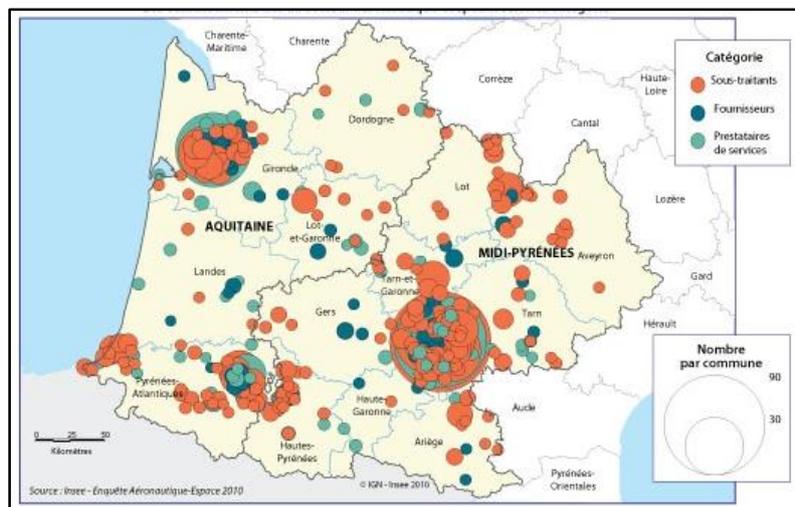
- 8 500 chercheurs
- 2 des 3 Grandes Ecoles Françaises aéronautiques et spatiales

Néanmoins, s'il s'agit d'un pôle interrégional, la Région Midi-Pyrénées concentre la part la plus importante des moyens humains et financiers comme l'indiquent les cartes ci-après.



REPRESENTATION EN VOLUME DES ACTIVITES AEROSPATIALES DANS L'AEROSPACE VALLEY

Source : <http://www.aerospace-valley.com/fr/pole.html>



LES ETABLISSEMENTS LIES AU SECTEUR AERONAUTIQUE ET SPATIAL SELON LA CATEGORIE

Source : Insee - Enquête Aéronautique-Espace 2010

La création de l'Aerospace Valley a connu et continue de connaître quelques difficultés dues à des relations pas toujours aisées entre ces deux régions souvent qualifiées de « *sœurs ennemies* ». Ainsi, nombre de représentants de la région toulousaine ont perçu la création du pôle sur les deux territoires comme un choix plus ou moins forcé par l'Etat.

UN POLE PROPICE AU SOUTIEN DE LA FILIERE SYSTEMES DE DRONES

Si le but d'Aerospace Valley n'est pas de faire parvenir l'Aquitaine au même niveau que Midi-Pyrénées quant à l'industrie aéronautique¹⁴¹, il constitue cependant un levier utile pour développement d'une filière des systèmes de drones. Des financements et des partenariats peuvent en découler et ce, d'autant plus que **l'un des neufs Domaines d'Activité Stratégiques (DAS) du Pôle, Systèmes Autonomes¹⁴² aéronautiques et spatiaux (SA), compte dans ses animateurs Christophe Mazel, le Président de la Société Fly-N-Sense précédemment citée. Ce DAS travaille sur les aspects réglementaires, de sécurité et d'insertion dans le trafic aérien des drones mais aussi de leur maintenance.** Trois « projets drones » représentant un budget inférieur au million d'euros ont ainsi été labélisés :

- **SYMM** (Système de gestion de Mission pour Micro-drone)¹⁴³ : ses objectifs sont d'une part, de développer un système automatisé de gestion de missions assignées aux drones et d'autre part, de mettre en œuvre un réseau communiquant de micro-drones.
- **EXCLUAV** (EXclusion des UAVs de zones prédéterminées)
- **KAGILE** (Kit Avionique Générique pour l'autonomie, la sécurité et la conduite de drones en environnements LibrEs)

¹⁴¹ « *Midi-Pyrénées est plus fort qu'Aquitaine dans ces domaines aéronautique et spatial, OK, euh et l'Aquitaine souhaiterait devenir aussi forte que Midi-Pyrénées. Voilà le deal, ça c'est inacceptable pour Midi-Pyrénées* » Héloïse Peroy : LES ACTEURS PUBLICS DES POLITIQUES DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE : ENTRE COOPÉRATION ET COMPÉTITION - LE CAS DU PÔLE DE COMPÉTITIVITÉ AÉRONAUTIQUE, ESPACE ET SYSTEMES EMBARQUÉS ; entretien avec Jean-Phillipe Hanff, Directeur de Midi-Pyrénées Expansion 2007

¹⁴² DAS qui intéresse les systèmes de drones.

¹⁴³ Midipresse.fr : La start-up toulousaine embarquée dans le projet micro-drone Symm - 24/04/2009

4. Une association fédératrice des industries ASD : le BAAS

Depuis 1983, il existe en Aquitaine une association d'industriels très active dans le soutien à la filière ASD régionale : **Bordeaux Aquitaine Aéronautique et Spatial (BAAS)**. Elle travaille régulièrement avec les différentes autorités étatiques et territoriales mais aussi le **GIFAS (Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales)** qui est le syndicat regroupant les sociétés spécialisées dans le secteur de l'industrie aéronautique.

Sa vocation est de promouvoir et de développer le secteur en Aquitaine et d'assurer une synergie entre ses membres. Cette coordination entre membres du secteur est très importante. En effet, on a longtemps été reproché un manque de collaboration entre les différentes entreprises du secteur en Aquitaine¹⁴⁴. Le BAAS est donc un lieu d'échange et de collaboration non négligeable. De plus, il participe à la sensibilisation du sujet « aéronautique » en Aquitaine par diverses actions de communication.

* *

L'industrie ASD et Aerospace Valley sont clairement des atouts. Le territoire dispose d'établissements de grands groupes industriels, dont les capacités de mobilisations humaine et financière sont importantes. Il dispose en plus d'un lieu d'échange et de collaboration intra-régional. A leurs côtés, de jeunes entreprises innovantes, soutenues par les institutions locales.

¹⁴⁴ « Les relations sont tout d'abord faibles entre les grands établissements eux-mêmes. Si nous restons dans la zone bordelaise, il existe peu de relations entre le complexe spatial d'un côté () et les différents établissements liés à l'aéronautique de l'autre. Même ces derniers entretiennent finalement peu de relations entre eux ». Vincent Fringant : Vers une régionalisation de la politique industrielle : l'exemple de l'industrie aérospatiale en Aquitaine -2007 ; p7.

B- Un territoire de recherche à fort potentiel

Située au 7^{ème} rang national, l'Aquitaine est l'une des régions motrices en France de la recherche et de l'enseignement. Elle est celle qui y consacre (*en pourcentage*) la plus grande partie de son budget par habitant. Cet investissement massif souligne le fait que, si la région bénéficie d'une recherche aux qualités contrastées **(a)**, de nombreuses mutations sont en cours **(b)** à travers ces investissements.

1. Une qualité de recherche « contrastée »

UNE RECHERCHE PERFECTIBLE

En Aquitaine, on compte plus de 6 000 chercheurs, 3000 doctorants et plus de 11 000 personnes exerçant une activité en lien avec la R&D¹⁴⁵. Cette situation permet à la Région d'être dans le peloton de tête des régions françaises comme l'indique l'extrait ci-contre du rapport de l'Observatoire des Sciences et Techniques (OST)¹⁴⁶.

DIRD	=	2,7 %	(7)
Publi	=	3,9 %	(7)
Brev	=	1,8 %	(13)
S&T	=	2,8 %	(10)

Classements de la Région Aquitaine
en part de publications

Aide à la lecture

DIRD = 3,5 % (Rang = 6)	←	DIRD = Part France de la DIRD (Rang)
Publi = 4,1 % (Rang = 6)	←	Publi = Part France de publications (Rang)
Brev = 4,6 % (Rang = 4)	←	Brev = Part France de demandes de brevet européen (Rang)
S&T = 4,3 % (Rang = 5)	←	S&T = Part France de l'activité S&T (Rang)

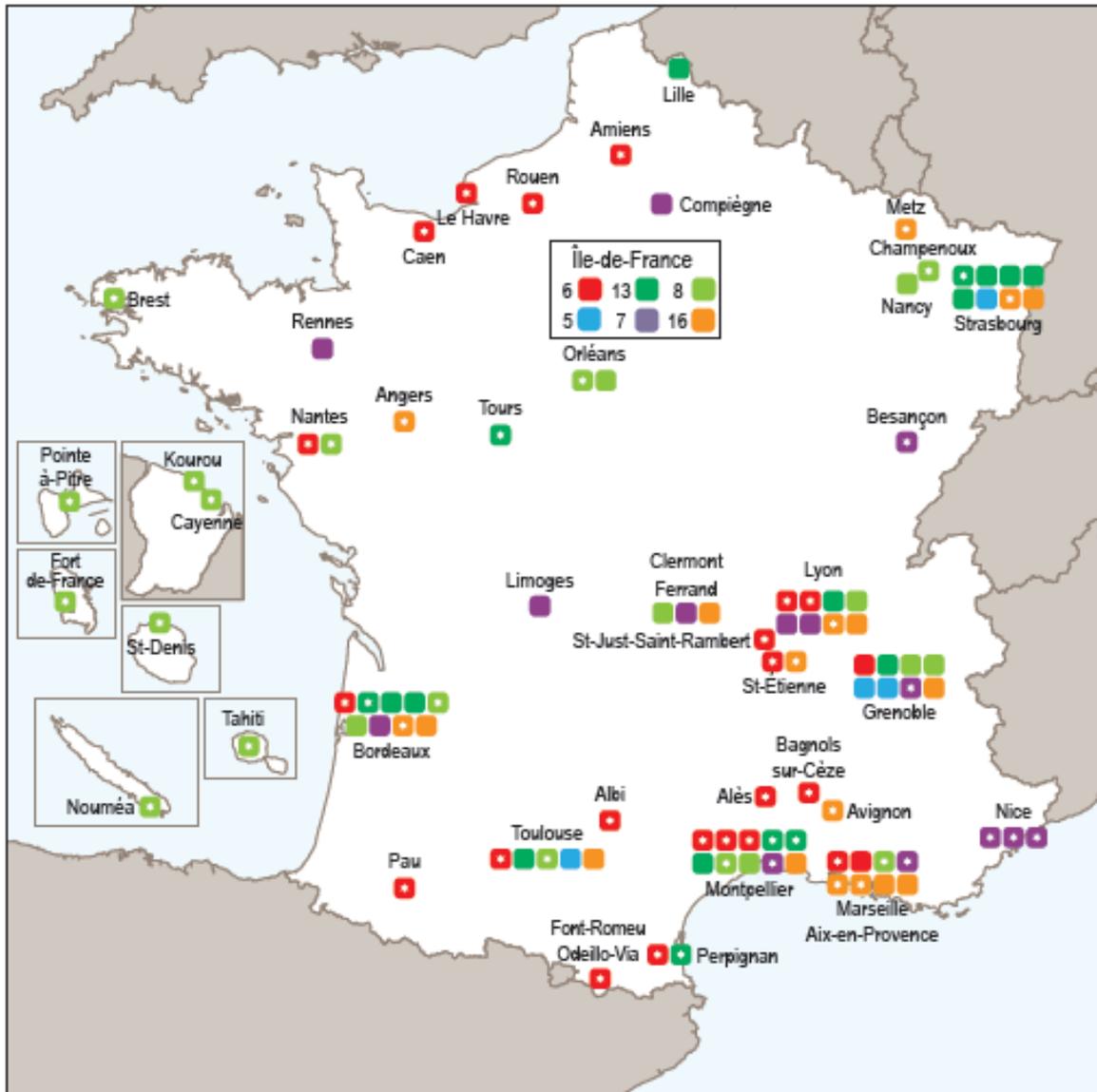
Notons néanmoins que les structures locales de recherche ont quelques difficultés à travailler ensemble de par un « *manque de motivation* »¹⁴⁷. Le *Grand Emprunt* a été le seul vrai moment fédérateur car elle fut obligée de déposer des dossiers de projets de recherche communs afin d'obtenir des financements. Les projets les plus pertinents se sont vus décernés le **label LabEx** (pour « **L**aboratoire d'**E**xcellence »). L'Aquitaine en a obtenu cinq exclusifs et cinq en partenariat avec des Universités d'autres régions (*cf. carte*).

¹⁴⁵ http://www.bordeaux-region.com/fr/IMG/pdf/10_11_08_Les_chiffres_cles_de_la_recherche_en_Aquitaine.pdf

¹⁴⁶ Edition 2010 du *Rapport Indicateurs de Science et de Technologies* – p.26

¹⁴⁷ Entretien avec Raphaël Royer.

Investissements d'avenir Laboratoires d'excellence



mars 2011

Secteur du projet

- Énergie
- Biologie - Santé
- Environnement - Sciences de l'univers
- Nanotechnologie
- Sciences du numérique
- Sciences humaines et sociales
- * Projets en réseau

En Aquitaine, un seul LabEx concerne directement la filière industrielle ASD et donc potentiellement les drones, à savoir le *projet AMADEUS* intitulé « Matériaux Avancés sur Mesure »¹⁴⁸. Les autres LabEx régionaux concernent davantage les domaines de la santé et des sciences humaines. En revanche, deux projets de LabEx situés à Montpellier et à Compiègne en Picardie (*fiches LabEx en annexe*) mentionnent clairement l'industrie du drone dans leurs débouchés. L'aéronautique est un projet de recherche intéressant aussi les structures de la région parisienne¹⁴⁹. Quant à Toulouse, l'université locale se tourne vers la nanotechnologie avec le **Projet NEXT** dont les destinataires restent les entreprises qui composent l'Aerospace Valley. L'Institut de Recherche Technologique (IRT) toulousain confirme cette direction : les nanotechnologies et l'aéronautique.

UNE FAIBLESSE DE L'ENSEIGNEMENT ET LA R&D « AERONAUTIQUES »

Si l'aéronautique mobilise environ 2 500 personnes¹⁵⁰ en R&D, il y a assez peu d'écoles et d'enseignement reconnus dans le secteur en Aquitaine. Les cours dispensés sur le sujet en région restent peu nombreux¹⁵¹. Les régions toulousaine et francilienne concentrent la plus grande partie des structures d'enseignement. En conséquence, **l'Aquitaine n'est pas perçue comme une terre d'accueil pour les ingénieurs et chercheurs intéressés par ce domaine** mais la maintenance aéronautique tire son épingle du jeu.

De plus, contrairement aux Régions Midi-Pyrénées et PACA, l'Aquitaine ne compte aucun établissement de l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA).

¹⁴⁸ « Le projet AMADEus a pour ambition de devenir un centre complet (recherche, formation, valorisation) sur la synthèse et la caractérisation de nouveaux matériaux. Les domaines d'applications sont variés : panneaux solaire de grande taille à partir de cellules solaires organiques, électronique sur support papier, sources d'éclairage flexible et matériaux organiques capables de coopérer activement avec les systèmes vivants » (fiche LaBex du projet).

¹⁴⁹ La Région parisienne a une place centrale dans l'industrie de l'aérospatial. Elle a sur son territoire l'un des trois pôles de compétitivité aéronautique français, Astech.

¹⁵⁰ Chiffre du BAAS

¹⁵¹ Il existe au sein de l'université de Physique de Bordeaux (Bordeaux I), un département dédié aux secteurs de la Mécanique, Aéronautique et Ingénieries.

L'ONERA



Centre français de recherche aérospatiale, l'ONERA est un établissement public regroupant sur huit sites près de 2 000 salariés et 1 500 chercheurs, ingénieurs et techniciens. Les financements (227 millions d'euros de budget en 2010) de l'Office proviennent pour 60%, de prestations de recherches contractuelles pour les agences de programme et l'industrie et pour 40 %, d'une subvention annuelle de l'Etat¹. Ses principales missions sont les suivantes (site Internet de l'Onera):

- *« Orienter et conduire les recherches dans le domaine aérospatial*
- *Valoriser ces recherches pour l'industrie nationale et européenne*
- *Réaliser et mettre en œuvre les moyens d'expérimentation associés*
- *Fournir à l'industrie des prestations et des expertises de haut niveau*
- *Conduire des actions d'expertise au bénéfice de l'Etat*
- *Former des chercheurs et des ingénieurs »*

Il réalise ainsi certaines de ses recherches dans un cadre prospectif afin d'anticiper les évolutions et les besoins technologiques futurs. Il étudie les systèmes de drones depuis plusieurs années et s'avère être un partenaire indispensable sur le sujet.

Enfin, une autre « lacune » est le refus d'une candidature commune avec la Région Midi-Pyrénées pour le projet d'IRT sur le thème de l'aéronautique¹⁵². Il est tout de même légitime de penser qu'Aerospace Valley compensera cela en faisant office de relais. Ces IRT sont, selon le projet de loi de finances rectificative pour 2010, des « *instituts thématiques interdisciplinaires rassemblant les compétences de l'industrie et de la recherche publique dans une logique de co-investissement public-privé et de collaboration étroite entre tous les acteurs* », qui doivent permettre de « *renforcer les écosystèmes constitués par les pôles de compétitivité* ». Ils travailleront en étroite collaboration avec ces derniers. Une enveloppe de deux milliards d'euros leur a été attribuée par l'Etat. Six projets d'IRT ont été validés en mai 2011 mais aucun n'est présent en Aquitaine.

UN SECTEUR DES DRONES ENCORE PEU CONNU

Pour une partie des doctorants, la communication en direction des étudiants scientifiques sur la filière ASD reste assez faible. Ce manque est encore plus flagrant lorsque sont évoqués les systèmes de drones. **Raphaël Royer** déclare d'ailleurs à ce sujet¹⁵³ que : « *Le développement des drones est une bonne chose mais c'est un secteur peu connu encore des universitaires (sauf les initiés dans 2-3 laboratoires) et donc encore moins des étudiants* »¹⁵⁴. Pourtant, le secteur est porteur d'innovations et pourrait attirer de chercheurs. La situation est d'autant plus compliquée que les grandes entreprises aquitaines sont fortement concurrentes, ne permettant pas de faire émerger un leader, comme EADS à Toulouse. Ce manque de synergie affaiblit la « notoriété » du territoire.

Ainsi, bien que de très grande qualité dans certains domaines comme le laser ou la santé, la recherche locale pourrait bénéficier d'une plus grande reconnaissance et de « meilleurs résultats » au niveau aéronautique. Ceux-ci sont cependant compensés par les secteurs de l'électronique et de l'informatique qui sont très investis dans la filière drone à travers Thalès,

¹⁵² Interview d'André Benhamou, Président de l'association Tompasse, dans le magazine Le Club Eco du 01/03/11 sur objectifnews.tv (<http://www.objectifnews.tv/video/23-Politique/487-Le-Club-Eco-du-01-03-11-Invite-Andre-Benhamou-Tompasse.html>).

¹⁵³ Pourtant, en 2007, une association d'étudiants, baptisée Drone Matméca, a disparu après avoir participé au concours de drones organisé par l'ONERA et la DGA, concours qui existe toujours et auquel aucune Ecole aquitaine n'a participé à la dernière édition.

¹⁵⁴ Entretien avec Raphaël Royer.

le LaBri ou l'INRIA par exemple. De plus, des évolutions sont en cours, les services de la Région le rappelle : « *La Région consacre près de 10% de son budget à la recherche, à l'innovation et au transfert de technologie, avec pour l'année 2011 un budget de 124,54 Millions d'euros* »¹⁵⁵. Depuis 2004, ce budget a en effet connu une augmentation de près de 200%.

2. Des développements attendus

DES EVOLUTIONS STRUCTURELLES EN COURS

L'Aquitaine connaît d'importantes mutations au niveau des structures de recherche et des laboratoires. En effet, la création de l'Institut Polytechnique de Bordeaux (IPB) entraîne la fusion au sein d'une même structure de cinq Ecoles d'ingénieurs. Parmi elles, deux Ecoles indépendantes (l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie et de Physique de Bordeaux et l'Ecole Nationale Supérieure d'Electronique, Informatique et Radiocommunications de Bordeaux) et trois Ecoles internes des universités Bordeaux 1 et Bordeaux 2.

Ce regroupement des moyens vise à renforcer la lisibilité des formations d'ingénieurs ainsi que la visibilité nationale et internationale des formations et des activités scientifiques du site bordelais. Il doit aussi faciliter le développement de projets transversaux.

UN APPROFONDISSEMENT DE LA COMMUNICATION ENTRE ETUDIANTS ET ENTREPRISES

Les lieux de rencontre entre les chercheurs et les entreprises voient leur efficacité augmenter d'année en année. En témoigne l'activité des technopoles¹⁵⁶. Elles constituent des interlocuteurs privilégiés en allant directement à la rencontre des doctorants au moins trois fois par an et en organisant diverses actions telles que les visites d'entreprises. Malgré

¹⁵⁵ Communiqué de presse du Conseil régional d'Aquitaine du mardi 12 juillet 2011 (<http://aquitaine.fr/IMG/pdf/CP-CommissionPermanente-110711-Economie.pdf>)

¹⁵⁶ « *Groupements d'organisations de recherche et d'affaires qui s'attachent au développement scientifique en englobant un processus allant de l'étape du laboratoire jusqu'à celle de la fabrication du produit* » <http://fr.wikipedia.org/wiki/Technopole>

cela, la technopole spécialisée en aéronautique et en systèmes de drones « Technowest » n'est pas toujours connue parmi les doctorants. Ainsi, si Raphaël Royer et **Philippe Blanloeuil** connaissent l'Aéroparc¹⁵⁷, le nom de Technowest n'est familier que du premier.

A côté des technopoles, existe depuis 2009 la **Fondation Bordeaux Université**. Elle est présidée par **Jean-René Fourtou** et est très active dans le domaine des relations entre recherche et entreprise¹⁵⁸. Son but est de trouver des financements privés pour l'université. Elle fait suite aux lois LRU de 2007 et à la loi de modernisation de l'économie de 2008 qui donnent la possibilité aux universités et pôles de recherches de créer des fondations disposant de l'autonomie financière et dont les fonds proviennent du mécénat. Elle devrait permettre un accroissement des liens entre monde de l'entreprise et monde étudiant, encore faibles actuellement. C'est d'ailleurs ce qui fait dire à Jean-René Fourtou : « *Les entreprises n'ont pas encore bien perçu tout l'intérêt qu'elles pouvaient trouver dans l'existence d'universités fortes. Quand on m'a sollicité pour devenir président de la fondation et catalyser tous ces aspects, cela m'a paru un devoir, voire un challenge à relever* »¹⁵⁹.

Autre facteur clé : l'association des doctorants d'Aquitaine « **Aquidoc** », qui organise chaque année le **forum Aquidoc**, dont la reconnaissance est grandissante. A tel point que, victimes de son succès, les organisateurs ne peuvent désormais plus accueillir toutes les entreprises qui le souhaiteraient. L'association investit la quasi-totalité de ses financements dans l'organisation de cette manifestation, soit 130 000€ (dont 100 000€ de la Région, le reste étant réparti entre différents acteurs comme la DIRECCTE, etc.).

Si ces liens existent et s'améliorent, ils sont encore considérés comme «insuffisants » ou comme « manquant de visibilité »¹⁶⁰ en particulier dans la filière ASD et drone. Ce sont généralement les grosses entreprises qui tirent leur épingle du jeu pour plusieurs raisons :

¹⁵⁷ Description page 72.

¹⁵⁸ Sud-Ouest : La fac soutenue par le privé – 09/03/2011.

¹⁵⁹ Dépêche AEF n°115669, «Fondation de l'Université de Bordeaux : Jean-René Fourtou veut «créer une relation donnant-donnant avec les entreprises»», Léa Outier, Paris – 17/06/2009.

¹⁶⁰ Entretien avec Raphaël Royer et Philippe Blanloeuil..

- **Elles sont les plus visibles et les mieux informées** : elles profitent très majoritairement des thèses CIFRE qui présentent pourtant des avantages certains pour les petites entreprises industrielles : un doctorant coûte 1 000€ à l'année et 0 euros pendant 2 ans s'il est recruté à la fin. Mais peu sont au courant... Pourtant, comme déclare Raphaël Royer : « *quand une PME a goûté au doctorant, elle ne peut plus s'en passer* ».
- **Elles ont les moyens financiers et humains** : une TPE ou une petite PME, dans bien des cas, ne peut pas participer aux rencontres avec les chercheurs. Elles n'ont pas les moyens d'envoyer un représentant ou bien le prix du stand est trop élevé (1000€ à Matméca par exemple).

VERS UNE RECONNAISSANCE DE L'ENSEIGNEMENT AERONAUTIQUE ET DES DRONES

Malgré les remarques précédentes, il est tout à fait légitime de parler du territoire aquitain comme d'une « terre d'aéronautique ». Cette reconnaissance passe en partie par le milieu académique bien qu'un peu lacunaire sur ce point. Des transformations sont cependant en cours. Nous allons en citer trois principales.

La première est la **création du label France Aerotech** début 2011 par trois Ecoles d'ingénieurs : l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile (ENAC) de Toulouse, l'ENSAM (les Arts et Métiers) qui dispose d'un institut à Bordeaux et l'ENSEIRB-MatMéca de Bordeaux aussi. L'objectif de ce label est de générer un réseau de Grandes Ecoles et d'universités qui forment les diplômés du secteur aérospatial pour accroître leur visibilité à l'international. Plusieurs autres écoles sont intéressées et certaines l'ont déjà rejoint, à l'instar des Ecoles Centrales de Lyon et de Nantes. Le réseau France Aerotech représente ainsi à l'heure actuelle, près de 12 000 élèves, 1 200 chercheurs, 750 doctorants et 50 laboratoires¹⁶¹.

¹⁶¹ Source : <http://www.educpros.fr/detail-article/h/4b1696c827/a/france-aerotech-un-nouveau-reseau-pour-laeronautique-et-le-spatial.html>

La seconde est liée à **la maintenance aéronautique** : l'Aquitaine en est l'un des hauts lieux avec la création récente de **l'Aerocampus** sur le site de Latresnes (33) et l'arrivée de la **SIMMAD**¹⁶² en 2012. Ce secteur d'activité, souvent méconnu, est très important puisqu'il représentait en 2008 un marché mondial de 106 milliards de dollars (dont 45 milliards pour le civil et 61 pour le militaire) et 480 000 emplois dans le monde¹⁶³. Les flottes d'avions ne cessant d'augmenter¹⁶⁴, il s'agit là d'un marché en pleine croissance. L'Aerocampus résulte d'un investissement de plus de 20 millions d'euros par la Région et permettra de concentrer sur un seul site (*de 16 000 m²*) l'ensemble des voies de formation en matière de maintenance aéronautique. Le but est, une fois de plus, d'augmenter la visibilité nationale et internationale de l'aéronautique en Aquitaine.

La troisième concerne **des initiatives culturelles** : elles participent à la reconnaissance du secteur aéronautique local. Plusieurs initiatives sont à relever comme **Mérignac Cap Sciences** au pôle éducatif Ferdinand Buisson. Cette structure, en partenariat avec Technowest, sensibilise les jeunes et très jeunes sur le sujet de l'air et de l'espace. De même, a été créée¹⁶⁵ en 2009 l'association **centenaire2010** destinée à célébrer un siècle d'aéronautique sur l'agglomération bordelaise, la Gironde et l'Aquitaine.

A côté de ces trois mutations en cours, le secteur des drones connaît de nombreuses contributions spécifiques. Parmi elles :

- La **technopole Technowest**
- **Thalès Systèmes Aéroportés** : le site de Pessac (plus de 1 000 emplois) dédie une partie de ses activités de R&D aux drones. Il dispose d'un **Laboratoire Technico-Opérationnel (LTO)** dédié. Thalès partage aussi, depuis 2010, le

¹⁶² Structure Intégrée de Maintien en condition opérationnelle des Matériels Aéronautiques de la Défense. Cette structure est responsable du management global du maintien en condition opérationnelle (MCO) des matériels aéronautiques de l'armée.

¹⁶³ Etude du Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Economiques (PIPAME) : MAINTENANCE ET RÉPARATION AÉRONAUTIQUE, base de connaissances et évolution – Juin 2010 ; p.8

¹⁶⁴ A titre d'information, dans le prix total d'un avion, près de 2/3 sont alloués à la maintenance aéronautique.

¹⁶⁵ A l'initiative de la ville de Mérignac.

Laboratoire HEAL de l'ENSC (Ecole Nationale Supérieure de Cognitique) de Bordeaux dans le cadre du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Albatros.

- **Capgemini et sa filiale Sogeti High Tech** : travaillent depuis 2010 sur l'élaboration de plateformes logicielles à destination des drones. Le projet a été repris en 2011 par le Cluster Aquitain Aetos. Cette plateforme sera mise à dispositions des partenaires du Cluster. Cette plateforme permettra d'expérimenter virtuellement les drones en, générant des trajectoires, en visualisant la consommation énergétique et en testant les algorithmes de décision¹⁶⁶...
- **Des laboratoires** : plusieurs travaillent sur les drones depuis quelques années et participent à des projets. Ces principaux laboratoires sont : le Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (LaBRI)¹⁶⁷ et le laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système (IMS) qui dépendent tous les deux de Bordeaux 1 et l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA).
- **La création en 2010 du Club Eirspace au sein de l'ENSEIRB-MatMéca** : c'est un club aéronautique plutôt axé sur le domaine spatial que drone mais ce dernier est quand même présent. Ainsi, le Club participe à des concours organisés par le CNES ou Planète Sciences.
- **Des enseignements spécifiques** : depuis 2011 des cours dédiés aux drones sont dispensés au sein d'écoles bordelaises à l'image de ce qui est déjà réalisé à l'ENAC ou à l'Ecole Centrale de Nantes. Il s'agit dans ces Ecoles de cours optionnels.

¹⁶⁶ Selon **Philippe Ravix**, Directeur de l'innovation chez Sogeti High Tech : « L'intérêt de cette plate-forme réside dans la souplesse et la rapidité des changements opérés sur les systèmes de drones dans un marché en forte innovation. Cela évite également de recourir aux zones réservées aux essais en vol ». Cette plateforme permettra ainsi la mise en situation virtuelle d'un drone dans son environnement (Source : Communiqué de presse de Sogeti High Tech Juin 2011).

¹⁶⁷ Dont le Chercheur Serge Chaumette (Cv disponible ici : <http://www.labri.fr/perso/chaumett/>) travaille depuis plusieurs années sur les systèmes de drones.

C- De nombreux outils de développement spécifiques à l'Aquitaine

Le premier d'entre eux est la Technopole Technowest **(a)**, déjà plusieurs fois citée dans ce travail. Elle est basée au cœur du territoire de l'Aéroparc que nous présenterons également. C'est une structure de développement économique « connaisseuse » en matière de drones. On remarque aussi qu'en Aquitaine d'étroites relations se sont nouées entre d'un côté, la Région et Technowest et de l'autre, la DGAC et les instances militaires **(b)** ce qui contribue fortement à aider la filière. Elle a permis la création de la première zone française d'essais en vol pour drones. Deux autres points positifs pour la Région sont le fait que la Présidence de l'association UVS-France soit assurée par **Jean-François Gire** et **Jean-Christophe Drai**, responsables à Technowest **(c)** et qu'un partenariat avec le Québec a démarré en 2010 **(d)**.

1. Technowest : une technopole précurseur dans les systèmes de drones

PRESENTATION DE TECHNOWEST

La technopole Technowest a été créée en 1989 à l'initiative de huit communes de la Communauté Urbaine de Bordeaux **(CUB)**¹⁶⁸. Elle intervient dans le secteurs ASD en offrant diverses prestations de développement économique : connexion des entreprises entre elles et avec les acteurs publics, aide aux transferts de technologie, à la recherche de financements publics et privés mais aussi à la création d'entreprises technologiques grâce à son centre d'affaires et sa pépinière-incubateur. Elle est située sur le territoire de l'Aéroparc. Ce dernier s'étend sur trois communes (Mérignac, Le Haillan, Saint Médard en Jalles) et est labélisé Aerospace Valley. Il est le plus grand parc technologique français dédié aux technologies issues de l'aéronautique avec 1 570 hectares dont 700 de domaine aéroportuaire¹⁶⁹. Il accueille sept grands groupes industriels : EADS Astrium, Snecma Propulsion Solide, Dassault Aviation, Thalès, Sabena Technics, EADS Sogerma, SNPE. Ils seront complétés prochainement par la SIMMAD.

¹⁶⁸ Les huit villes sont : Mérignac, Saint-Médard en Jalles, Le Haillan, Martignas, Saint-Jean d'Illac, Saint-Aubin de Médoc, le Taillan Médoc et Blanquefort.

¹⁶⁹ Plaquette de présentation de l'Aéroparc.

Technowest est dirigée par **François Baffou** depuis 2003 et emploie 12 personnes. Son Chef de Projet, Jean-François Gire et son Responsable Innovation, Jean-Christophe Draï sont des acteurs reconnus en matière de drones puisqu'ils sont actuellement les dirigeants de **l'Association UVS-France**. La technopole joue ainsi un rôle primordial dans le développement des drones en Aquitaine mais aussi en France depuis un certain temps. Elle accueille et accompagne, depuis 2005, des PME comme Aeroart ou Fly-N-Sense.

FOCUS ENTREPRISE

Fly-N-Sense (Mérignac – Gironde)

L'entreprise, hébergée par la technopole Technowest, est grandement impliquée dans la structuration d'une filière industrielle de drones en Aquitaine. C'est la raison pour laquelle elle entretient de nombreux partenariats avec divers acteurs (école, entreprises, institutions). Son PDG, Christophe Mazel, est généralement très optimiste dans ses déclarations à la presse quant au développement des drones civils. Fly-n-Sense compte cinq salariés et génère un chiffre d'affaires d'environ 150 000 € (Source : Conseil Régional d'Aquitaine).

L'UAV SHOW EUROPE, LE PREMIER SALON EUROPEEN DU DRONE

Technowest a organisé la convention d'affaires **UAV Show Europe** qui s'est déroulée le 15 et 16 septembre 2010. Ce rendez-vous professionnel, soutenu financièrement par la Région et l'Europe, a été une véritable réussite. Les organisateurs ont pu relever la présence de près de 1 000 professionnels, 59 exposants et plus de 350 spectateurs¹⁷⁰; une importante couverture médiatique¹⁷¹; la venue du Ministre de l'industrie **Christian Estrosi**. Ce sont aussi 1 100 rendez-vous d'affaires qui ont été enregistrés¹⁷².

Ce salon, dont la mise en place a coûté 300 000 euros, est amené à être reconduit tous les deux ans. Il devra néanmoins trouver sa place face au futur **Salon MCO (Maintenance en**

¹⁷⁰ Chiffres donnés par M. Gire et M. Draï et le cabinet Territoires & Co.

¹⁷¹ L'UAV Show a fait le 20h de TF1 (vidéo disponible sur <http://www.vimeo.com/15451025/>).

¹⁷² L'enjeu de ce salon était selon Jean-Christophe Draï d'avoir « un outil de communication, d'identification, de valorisation du territoire au service du développement commercial de la filière. Il nous permettra de présenter les acteurs existants, de développer des partenariats mais aussi de repérer les applications qui, demain, se révéleront économiquement viables. Nous voulons créer des flux d'affaires et faire de l'Aquitaine un territoire identifié et attractif pour le secteur » (<http://www.aecom.org/Vous-informer/Actualites-et-evenements/UAV-Show-Europe-Les-drones-a-la-conquete-du-ciel/>).

Condition Opérationnelle)¹⁷³ qui se déroulera concomitamment au second semestre 2012. De même, il sera nécessaire de trouver une structure capable de gérer l'organisation de la seconde édition de l'UAV Show car « l'évènementiel » n'est pas une attribution à proprement parler de la Technopole¹⁷⁴, bien que celle-ci ait mené avec réussite ce projet.

UN GRAND PROJET STRUCTURANT POUR LA FILIERE : LE CESA

Le Centre d'Essai et de Service sur les systèmes Autonomes (**CESA**) est un projet porté par Technowest depuis plusieurs années. Son budget est estimé à 17 millions d'euros. L'objectif est d'« *apporter des outils techniques, technologiques, stratégiques et contextuels à tous les acteurs de la chaîne de valeur* »¹⁷⁵ et ce, à travers différentes actions :

- « *Accompagner le développement des applications des systèmes autonomes et de leur mise en œuvre (zones).*
- *Créer un véritable référentiel normalisant sur les systèmes autonomes à travers un centre de labellisation (régulateur).*
- *Créer un outil de développement économique au service des PME et de tous les acteurs de la chaîne de la valeur (moyens partagés et base de connaissance).*
- *Fédérer les acteurs (industriels, PME, laboratoires), capitaliser le savoir-faire et confirmer l'avance technologique (R&D et programmes collaboratifs) »¹⁷⁶.*

Le CESA sera une plateforme d'essai¹⁷⁷ et de certification pour les systèmes de drones. Ce projet porté par Technowest n'a pas pour intérêt de se cantonner à l'Aquitaine. L'idée est de

¹⁷³ Salon basée sur la maintenance aéronautique et qui se déroulera entre les sites de Mérignac et de Latresne.

¹⁷⁴ Entretien avec Jean-François Gire et Jean-Christophe Drai.

¹⁷⁵ Dossier de presse UAV Show Europe.

¹⁷⁶ Idem.

mettre en place un réseau de centres CESA en France, où les moyens seront mutualisés (essais, validation, certification), afin que les constructeurs aient la possibilité de procéder à des tests grandeur nature à proximité de leurs sites de production. **Ce projet devrait contribuer à une normalisation de la certification, enjeu central pour le développement de la filière.** Néanmoins, une hiérarchisation entre ces centres est envisagée : celui de la Région Aquitaine primerait sur les autres en ce sens qu'un passage y serait obligatoire pour obtenir une certification « définitive ».

2. Des liens étroits avec la DGAC et le militaire

La DGAC est un acteur central dans le transport aérien en France en intervenant sur de nombreux points touchant à la sécurité, la prévention ou la réglementation. Elle aide ainsi à la définition des conditions d'utilisation de ces appareils en prenant les avis des différents acteurs et en collaborant intensément avec eux aussi bien au niveau national qu'europpéen. En Aquitaine, elle entretient des relations avec les différents acteurs civils et militaires impliqués dans l'industrie du drone.

La meilleure illustration de cette collaboration est la création en 2009 de la première zone d'essai française pour drones. Cette infrastructure est unique en France à l'heure actuelle et a peu d'équivalents en Europe. L'armée a fourni le terrain : **le camp de Souge**. La DGAC a, quant à elle, autorisé pour une durée de trois ans l'exploitation du site par Technowest qui supervise les essais. La Technopole examine (en partenariat avec la DGAC) les demandes de vol. Les entreprises désireuses de tester leurs drones peuvent louer l'espace aérien¹⁷⁷. Un autre exemple qui illustre cette collaboration est le partenariat signé entre la Région Aquitaine et la DGA sur les technologies duales dont nous avons parlé précédemment. Ces synergies sont autant de points forts pour la Région.

¹⁷⁷ Une seule en France pour l'instant, au camp de Souge à Martignas-Sur-Jalles (33).

¹⁷⁸ Les coûts de location sont variables mais aucune tranche n'a pu être définie pour ce rapport.

3. Une implication nationale à travers UVS France

UVS France est une association qui a pour vocation de structurer les échanges entre concepteurs et utilisateurs de drones et de les représenter auprès des autorités nationales et internationales. Elle a été enregistrée en France en avril 2008 et compte trois sortes de membres :

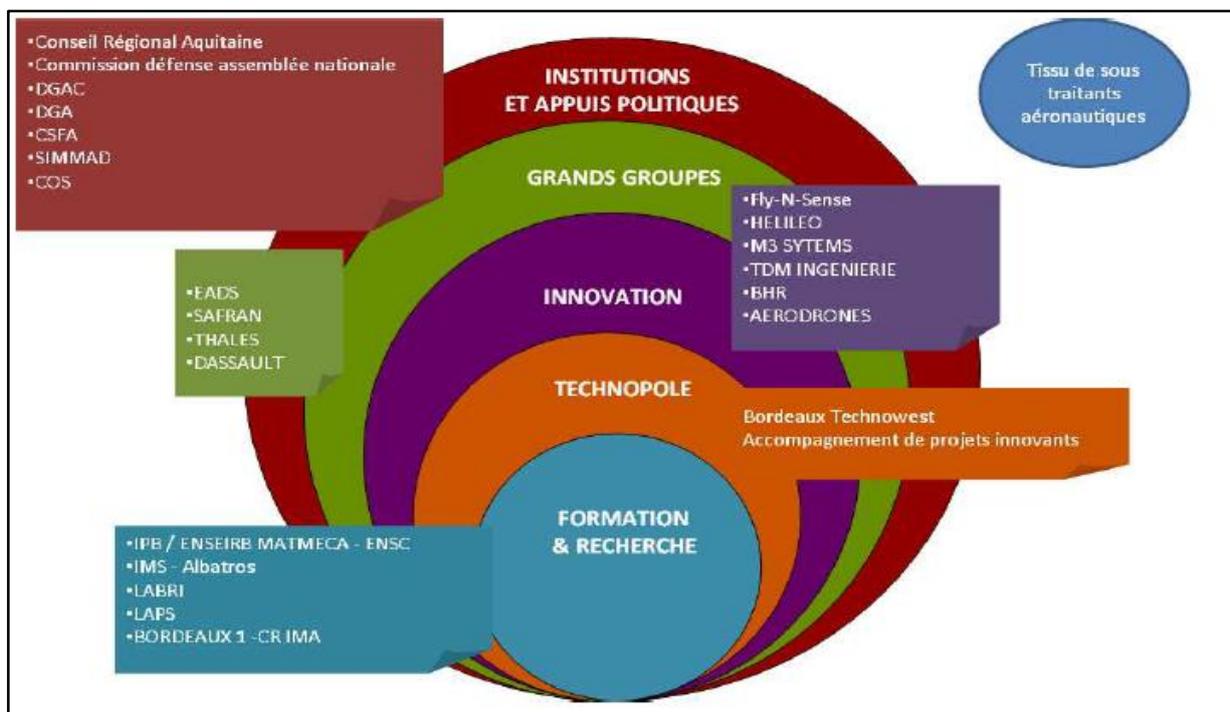
- Les membres actifs : les entreprises fabricantes de drones, les organisations publiques ou privées participant au soutien et à la recherche.
- Les membres associés : les futurs utilisateurs gouvernementaux (civils ou militaires)...
- Les membres affiliés : les journalistes spécialisés...

Elle est l'un des acteurs français des drones les plus visibles à l'international. Elle travaille avec la DGAC sur les questions de réglementation et sur le projet d'arrêté évoqué dans la première partie de ce mémoire. Les Présidents actuels de l'association sont Jean-François Gire et Jean-Christophe Drai de Technowest.

4. Une tentative de rapprochement avec la Province du Québec

Technowest et Aéroparc contribuent fortement au développement des drones en Aquitaine depuis plusieurs années. Pour autant, ces structures ont conscience de la nécessité d'internationaliser la filière, en particulier avec le Québec, Province du Canada qui entretient d'étroites relations avec l'Aquitaine. Un partenariat a été entamé avec plusieurs objectifs : création d'un Comité d'orientation pour mettre en place une stratégie pour la filière, mise en place d'un consortium et d'un partenariat entre tous les acteurs identifiés, mise en place d'outils de développement, retour d'expérience...

Il avait aussi été décidé, avec le soutien de la Région, d'envoyer fin 2010 un étudiant de l'ENSAM, **Jean-Baptiste Mouchel** au Québec dans le cadre d'un V.I.E¹⁷⁹ pour une durée de deux ans au sein du service développement économique de la ville québécoise de Saint-Laurent¹⁸⁰ en tant que chargé de mission aéronautique spécialisé en systèmes de drones. Encadré par le Technoparc de Montréal au Québec, il participait aux différentes missions énoncées plus haut. Cependant, des « soucis » budgétaires et financiers ont plus ou moins contribué à l'abandon du V.I.E qui n'a pu arriver à son terme.



ACTEUR DE LA FILIERE DRONE EN AQUITAINE

Source : Dossier de presse UAV Show Europe

¹⁷⁹ Instaurés par la loi du 14 mars 2000, les V.I.E permettent à des associations ou des entreprises françaises de confier à une personne de moins de 29 ans, une mission professionnelle à l'étranger pour une durée allant de 6 à 24 mois.

¹⁸⁰ « Un des principaux centres de haute technologie au Canada et anciennement la deuxième ville industrielle du Québec, Saint-Laurent est situé au coeur de l'île de Montréal, entre l'aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau (Dorval) et l'autoroute Transcanadienne. Site d'un technoparc consacré aux activités de recherche et de développement, Saint-Laurent regroupe de nombreux sièges sociaux et plus de 4000 entreprises, notamment en pharmaceutique, en aérospatiale et en télécommunications. Saint-Laurent propose aux entreprises toute l'expertise de ses professionnels de Développement économique Saint-Laurent et leurs outils, dont des répertoires de sous-traitance et de bâtiments industriels ». (<http://saintlaurent.ville.montreal.qc.ca/Fr/Deveco/DevecoSL/DevecoSL.asp>)

D- Une réelle volonté politique de développer la filière des systèmes de drones

Cet aspect ne se retrouve qu'en Aquitaine où les autorités régionales ont décidé de mener une politique de soutien au développement de la filière des systèmes de drones. Cette volonté, issue de plusieurs facteurs **(1)**, a été suivie de faits concrets. En effet, en à peine un an, beaucoup d'actions ont été entreprises sous cette impulsion, dont la création d'un cluster dédié aux systèmes de drones **(2)** et la création d'une association de Régions destinée à aider à la structuration de la filière : Sysdrones **(3)**.

1. Les origines de cette volonté politique

La volonté du Conseil régional d'Aquitaine de développer une filière industrielle des systèmes de drones a plusieurs origines¹⁸¹.

D'abord, les instances politiques régionales constatent depuis plusieurs années un désengagement croissant de l'Etat dans la structuration des filières industrielles. Il y a ainsi une absence de politique nationale sur certains domaines d'activité et le dernier Salon du Bourget a confirmé que le Gouvernement n'avait pris aucune position sur la question des systèmes de drones. C'est pourquoi **il revient aux territoires de prendre le relais dans une logique de type down-top, c'est-à-dire où les décisions sont prises au niveau local dans un premier temps pour ensuite remonter au niveau national**¹⁸².

Ensuite, la crise financière qui a débuté en 2008 a des conséquences importantes pour les territoires. Les recettes fiscales diminuent et les institutions augmentent les subventions qu'elles attribuent afin de soutenir le nombre croissant d'entreprises en difficulté. **Il devient nécessaire de redynamiser l'économie locale à travers des investissements dans les activités porteuses en termes d'emplois et d'économie**. Ainsi, différents secteurs sont appuyés par le Conseil régional comme systèmes de drones (mais aussi les énergies renouvelables et la maintenance aéronautique). C'est ce qui fait dire à **Anne-Cécile Petit** que

¹⁸¹ Entretien avec Anne-Cécile Petit.

¹⁸² C'est ce que nous verrons avec la création de Sysdrones.

l'Aquitaine est dans une « *logique de projet* » et non dans une « *logique de guichet* » où le Conseil régional ne ferait que répondre aux demandes de subventions.

Elle est la première Région de France voire d'Europe à soutenir de la sorte les systèmes de drones¹⁸³. Ce point de vue semble corroboré par les réunions qui se sont tenues au début de l'été 2011 à la Commission Européenne et portant sur les drones. Parmi les nombreux participants, une seule délégation régionale, la délégation Aquitaine... Les autres membres étaient des fonctionnaires européens et des industriels.

2. Un cluster dédié au système de drones : Aetos

Le cluster Aetos (« Aigle » en grec) a été lancé en juillet 2010 par deux principaux partenaires : la Région Aquitaine et Thalès. C'est un cluster, à vocation principalement commerciale, qui s'appuie sur des structures existantes telles que Technowest, 2ADI (l'agence de développement économique de la Région), etc. Son animation revient à **Trang Pham**, ingénieure déléguée à 100% par Thalès. Elle bénéficie du soutien de la Région dans la réalisation de sa mission :

- **Soutien aux entreprises du cluster** : investissement de R&D, développement international...
- **Soutien à l'animation du cluster** : financement du programme d'animation, mise à disposition des moyens des agences régionales....
- **Soutien à l'environnement du cluster** : mise en place d'infrastructures d'accueil, moyens mutualisés de R&D...

¹⁸³ Les investissements financiers réalisés par la Région depuis 2009 sont estimés à 3-4 millions d'euros, ce qui est raisonnable et en-dessous de ce qui est investi dans les autres secteurs aidés (éolien ou photovoltaïque).

Feuille de route du cluster (Source : Région Aquitaine)

2011	2012
Lancement de Sysdrones Appel à projets Aquidrones Démonstrateur « Carus » 1 ^{ères} formations initiation aux systèmes de drones Forum technique utilisateurs	Démarrage des essais CESA 1 ^{ers} projets utilisateurs aquitains Grand programme de systèmes de drones pour l'Aquitaine Complément de formations de type master 2 ^{ème} Edition de l'UAV Show Europe

En un an à peine, le cluster a réussi à regrouper une cinquantaine de partenaires actifs représentant aussi bien le secteur académique, les PME, les grandes entreprises et les acteurs institutionnels. Des partenariats ont aussi été institués avec des structures extérieures à l'Aquitaine comme le Pôle de compétitivité Pégase basé en Région PACA. Il compte plusieurs projets de R&D concernant les drones parmi lesquels :

- **CARUS** : le vol en essaim de drones¹⁸⁴. Il s'agit du premier projet lancé dans le cadre du cluster.
- **STAFF** : pour la cartographie du front de flammes et l'appui aux pompiers.
- **UAV'ITI** : en partenariat avec monde viticole, son objectif est de permettre une meilleure surveillance de l'état sanitaire de la vigne et du degré de maturité du raisin¹⁸⁵.
- **TOM** : pour la surveillance du littoral et du support au sauvetage en mer¹⁸⁶.

¹⁸⁴ Les Echos : [Les drones apprennent à voler en formation](#) (13/05/2011)

¹⁸⁵ Charente Libre : [Des drones survolent les vignes du Bordelais](#) (22/04/2011)

¹⁸⁶ <http://www.veterans-jobs-center.com/vjc/le-coin-des-chronique/un-drone-contre-les-dechets-flottants-.html>

Un appel à projet, baptisé **Aquidrone**, a également été lancé au début de l'été 2011. C'est la Région Aquitaine qui a lancé cette initiative d'une grande importance pour le développement de la filière. Son objectif est de favoriser l'usage des drones à travers un soutien à l'expérimentation. Cette dernière est sensée démontrer leur utilité. Plusieurs grandes entreprises publiques ou privées seraient intéressées. C'est un appel à projet est très important pour la « démocratisation » des drones.

Ce cluster¹⁸⁷, unique en France, a pour ambition de promouvoir et de développer les compétences régionales. Il devra aussi faciliter l'accès au marché national comme au marché international à travers la coordination des actions et la proposition d'offres globales par exemple. Nonobstant cette importante activité, la Région a franchi un pas supplémentaire lors du Bourget 2011, en annonçant la création de Sysdrones en partenariat avec la Région PACA.

3. La création d'un organe de préfiguration d'une filière nationale des systèmes de drones en partenariat avec PACA : Sysdrones

C'est le Président de la Région Aquitaine, **Alain Rousset**, qui a annoncé le 21 juin 2011, la création entre les Régions Aquitaine et PACA de l'**association Sysdrones**. Cette annonce a été faite en présence de Christophe Castaner (Vice-Président du Conseil régional PACA), Pierre Eric Pommellet (PDG de Thalès Systèmes Aéroportés et cofondateur du cluster AETOS) Gérard Goninet (Président du pôle de compétitivité PEGASE) et Jean-Marc Thomas (Président du pôle de compétitivité Aerospace Valley)¹⁸⁸.

L'association Sysdrones est un organe de préfiguration destiné à organiser la future gouvernance d'une filière nationale de drones. Nous retrouvons ici la logique down-top, en vertu de laquelle les territoires sont à l'initiative d'une politique. Elle vise à rassembler le plus grand nombre d'acteurs français concernés par les drones et constitue le prolongement des actions déjà entreprises à l'image du cluster Aetos.

¹⁸⁷ Site internet du cluster : www.aetos-aquitaine.fr .

¹⁸⁸ Communiqué de presse du Conseil régional d'Aquitaine du mardi 12 juillet 2011 (<http://aquitaine.fr/IMG/pdf/CP-CommissionPermanente-110711-Economie.pdf>)

L'association ne regroupe pour l'instant que deux régions mais ce chiffre pourrait croître rapidement. Plusieurs autres territoires, en effet, seraient intéressés pour participer¹⁸⁹. Parmi eux, la Bretagne. **Il est certain aussi, que l'adhésion de la Région Ile-de-France et de son pôle de compétitivité Astech serait une étape intéressante, voire indispensable, pour l'association.**

* *

L'Aquitaine compte jouer un rôle majeur en France, et même en Europe, dans l'industrie des systèmes de drones. Elle dispose de nombreux atouts et d'une réelle volonté politique. A l'heure actuelle, la région est donc la « *locomotive* »¹⁹⁰ dans l'organisation et la structuration de la filière. Le schéma ci-dessous, extrait du dossier de presse de l'UAV Show Europe, représente l'ensemble des acteurs régionaux impliqués. Mais une Région ne peut se lancer seule dans le développement des systèmes de drones. Les investissements nécessaires sont trop conséquents. Ils imposent une collaboration entre les territoires. En-dehors de la Région Ile-de-France, ce sont les Régions PACA et Midi-Pyrénées qui disposent le plus de compétences en France en matière de drones. Nous verrons ainsi que PACA souhaite elle aussi jouer un rôle de premier plan au même titre que l'Aquitaine. D'ailleurs, cette situation est de nature à créer un risque en se faisant s'affronter les deux régions dans une lutte territoriale contre-productive.

¹⁸⁹ Entretien avec Trang Pham.

¹⁹⁰ Entretien avec Trang Pham.

II/ PACA et Midi-Pyrénées : des territoires indispensables au développement des systèmes de drones

Les Régions PACA et Midi-Pyrénées jouent un rôle très important dans l'industrie, encore balbutiante, des systèmes de drones en France. Si cela s'explique par des raisons communes aux deux Régions, d'autres en revanche sont spécifiques à chacune d'elle. En effet, leurs « histoires » sont différentes. Il est ainsi mondialement reconnu que Midi-Pyrénées, avec sa capitale Toulouse, est le territoire aéronautique par excellence. Cependant, PACA est la troisième région aéronautique de France mais cela est peu connu même au sein même de notre pays. Une certaine logique aurait donc voulu que ce soit Midi-Pyrénées qui s'investisse le plus dans les systèmes de drones. Or il semble que la volonté soit plus importante au niveau de la Région PACA. En effet, cette dernière souhaite jouer un rôle de premier plan¹⁹¹ **(1)** à travers son pôle de compétitivité aéronautique Pégase. A l'inverse, Midi-Pyrénées, dont la « force de frappe » en matière aéronautique est immense, semble peu disposée à s'investir fortement dans cette filière pour l'instant **(2)** mais des signes récents tendraient à lui montrer un intérêt croissant.

A- PACA : une volonté de jouer un rôle de premier plan

Si le tourisme est généralement le secteur économique le plus connu de la Région, il cache un paysage industriel très varié **(1)** mais surtout un territoire de recherche et d'innovation majeur en France **(2)**. En effet, une part importante des publications et des brevets français proviennent de cette Région. Ces éléments suggèrent qu'il y existe un « terreau » propice au développement d'une filière technologique comme celle des systèmes de drones et ce d'autant plus que cette filière est tirée par un pôle de compétitivité très investi dans le sujet drone : Pégase **(3)**.

¹⁹¹ D'où les risques énoncés précédemment vis-à-vis de l'Aquitaine.

1. Une industrie multisectorielle propice à la transversalité

La Région PACA, bien que troisième région de France par sa population, n'est que la treizième par le poids humain de son industrie avec ses 135 000 emplois¹⁹² et 4 000 entreprises industriels or aéronautique. Elle dispose cependant de neuf pôles de compétitivité, signe de sa diversité industrielle. Si cette dernière est parfois une faiblesse (en termes de lisibilité), elle constitue aussi une force car elle peut être source de transversalité.

L'industrie ASD est le secteur industriel le plus important¹⁹³ en termes d'emplois juste devant l'alimentaire et la fabrication de composants électroniques. Elle représente 5 milliards d'euros de chiffre d'affaires et emploie plus de 35 000 personnes. Elle compte huit donneurs d'ordre de rang mondial, dont deux qui y ont leur siège social : Eurocopter et Thalès Alenia Space. C'est aussi la région la plus militarisée de France avec près de 45 000 militaires, ce qui a contribué au développement d'un tissu de PME technologiques implantées autour des grands donneurs d'ordres locaux comme la DCN, les **CNIM** (Constructions Navales et Industrielles de la Méditerranée) et ECA.

Concernant les drones et selon le Pôle de compétitivité Pégase, il y aurait dix constructeurs en PACA. Cependant, cette affirmation doit être prise avec précaution. En effet, nous avons vu précédemment qu'il était très difficile de définir ce qu'était un « droniste ».

Cependant, l'industrie de la Région PACA « souffre » d'un certain manque de reconnaissance. **Son territoire est assimilé principalement à une terre de tourisme et d'activités tertiaires. L'aéronautique est particulièrement touchée par cette absence d'image, alors que c'est la première industrie de la Région...** Ainsi, beaucoup d'ingénieurs formés localement vont travailler sur d'autres territoires. Les Etats Généraux de l'industrie ont soulevé ce problème et le groupe de travail sur l'aéronautique a recommandé la mise en place d'un pilotage devant établir une coordination régionale sur le sujet¹⁹⁴ afin qu'elle trouve la place qui lui est due.

¹⁹² La région PACA ne représente que 3,5 % de l'effectif industriel national (3,6 % pour l'Aquitaine). Toutefois, selon le Registre européen des rejets de polluants (PRTR), l'industrie de la Région PACA était la plus polluante de France en France, en rejetant près de 17% des rejets industriels de CO² française.

¹⁹³ PACA est la troisième région aéronautique, hors Ile-de-France, derrière Midi-Pyrénées et l'Aquitaine

¹⁹⁴ Etats Généraux de l'Industrie ; compte-rendu du lancement du 25 novembre 2009.

2. Une R&D importante mais dispersée

Troisième pôle français de recherche avec 10 000 chercheurs et 90 000 étudiants, 30% de la R&D de la Région PACA est destinée à l'aéronautique¹⁹⁵. La Région compte sur son territoire d'importantes Ecoles et universités mais aussi de nombreuses structures spécialisées en aéronautique. **Elle est en particulier un territoire propice à l'expérimentation grâce à ses nombreux terrains d'essais.**

DIRD = 6,8 % (4)
Publi = 7,6 % (3)
Brev = 5,9 % (3)
S&T = 6,7 % (3)

Classements de la Région
PACA en part de publications

Certaines lacunes persistent cependant, en particulier le manque de structure permettant un rapprochement « libre » entre organismes publics et privés. En effet, si le secteur aéronautique rassemble la part la plus importante des dépenses de R&D privées, on remarque que la recherche publique s'oriente sur d'autres domaines : les sciences de la vie et de l'univers. Ainsi, **recherche privée et recherche publique ne coïncident pas en PACA**. De plus, et toujours en matière d'aéronautique, il est reconnu que le niveau de compétences est à améliorer¹⁹⁶. Beaucoup de PME ont des besoins d'ingénieurs qu'elles n'arrivent pas à combler à cause en partie du manque d'attractivité du tissu industriel.

Toutefois, comme en Aquitaine, des évolutions importantes sont en cours dans le domaine de l'enseignement et de la recherche en aéronautique. La plus importante d'entre elles est sans doute le futur **Flying Capabilities Campus**. Ce projet est porté par l'ONERA, qui dispose d'un établissement dans la Région et cinq autres partenaires¹⁹⁷. L'ambition est « *d'accueillir et de former des professionnels spécialisés dans la mise en œuvre des systèmes aériens et spatiaux toujours plus innovants tels que les systèmes de drones, les missions spatiales et également de former tous ces nouveaux opérateurs (pilotes, spationautes...)* »¹⁹⁸. Cette structure a défini quatre premiers axes de recherches. Les systèmes de drones en font partie mais la lecture du communiqué de presse réalisé pour le lancement du campus indique

¹⁹⁵ Dossier de presse de labélisation du Pôle Pégase.

¹⁹⁶ Problème soulevé par les Etats Généraux de l'Industrie en PACA.

¹⁹⁷ L'Ecole des Officiers de l'Armée de l'Air et son centre de recherche, le Pôle Pégase, la DGA – Essais en vol, l'Agglopolo Provence et la Mairie de Salon-de-Provence

¹⁹⁸ Communiqué de presse disponible ici : <http://www.onera.fr/actualites/pdfs/2011-0309-communique-presse-flying-capabilities-campus.pdf?article6493>

cependant un fort intérêt pour le domaine spatial. De plus, **l'ONERA basée à Salon-de-Provence est très actif sur les systèmes de drones**¹⁹⁹ et accomplit de multiples expérimentations. Ainsi, elle a réalisé dernièrement des tests avec des planeurs afin de recueillir des signatures infrarouges en vue de spécifier des capteurs optroniques pour l'anticollision. Ce projet est destiné à favoriser l'insertion des drones dans le trafic aérien en augmentant leur capacité à « *voir et éviter* ». Son importance est donc majeure.

Enfin, l'un des points forts de la Région est son **CEV (Centre d'Essai en Vol)** d'Istres qui est le plus grand d'Europe. La base aérienne y propose une plateforme que les grands leaders du monde aéronautique utilisent. C'est d'ailleurs ici que commence à être assemblé le futur démonstrateur de drones de combat furtif européen : le NeuRon. Ce CEV constitue une opportunité de développement pour le Pôle Pégase tout la plateforme technologique partenariale mise en place en 2010.

Une plateforme technologique partenariale depuis 2010 : INOVSYS

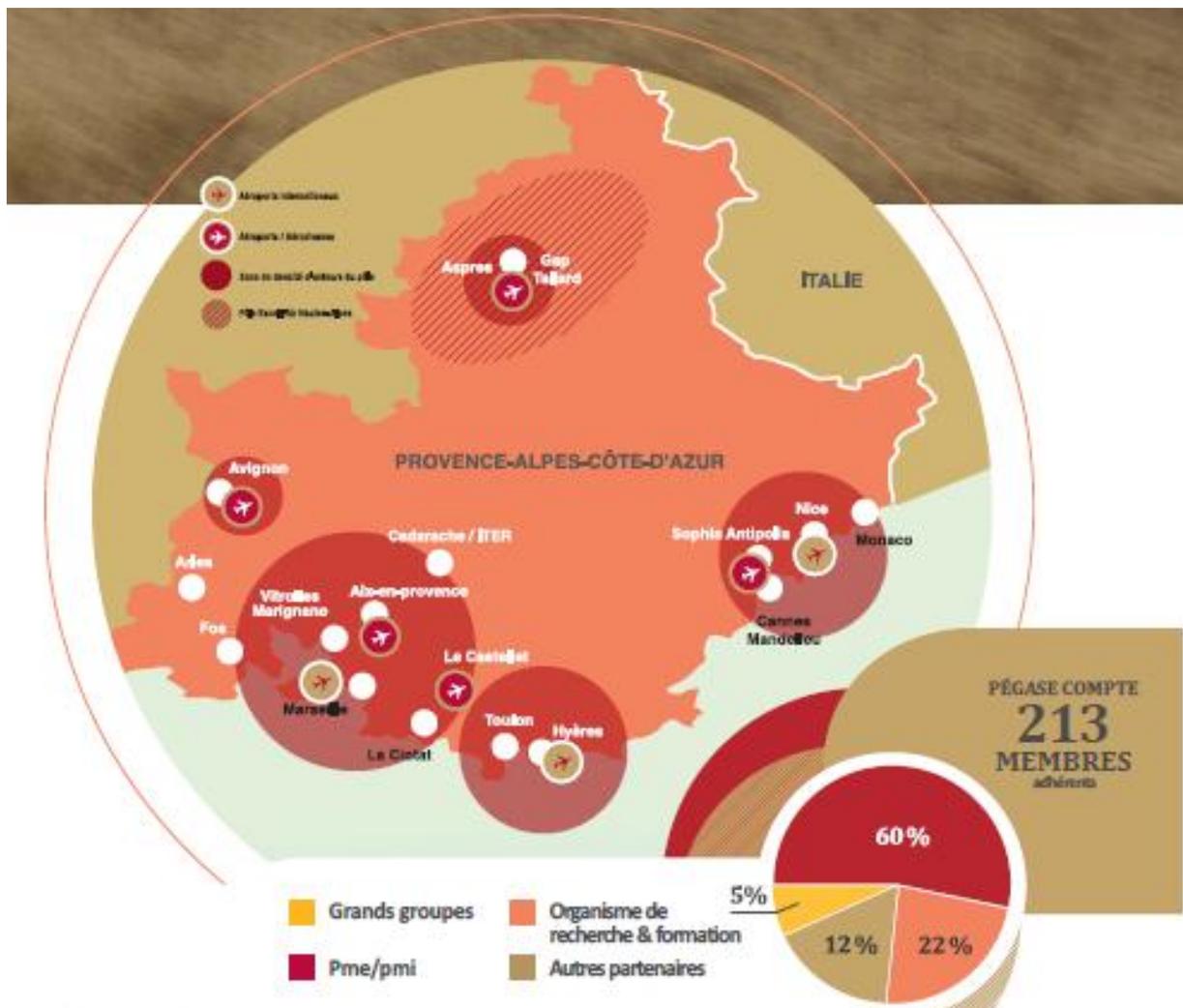
La plate-forme d'**ING**énierie et des **prO**cédés **aV**ancés pour le prototypage des **SYSt**èmes complexes est portée par le pôle de compétitivité PEGASE et colabellisée par le pôle CapEnergies. Elle a été inaugurée à la fin de l'année 2010. Son objectif est de soutenir les entreprises du secteur de la mécanique et de la production en accroissant la réactivité et l'efficacité du tissu industriel. *« Inovsys s'incarne en des équipements de pointe et des compétences mutualisées hébergés au sein de sites universitaires et de Grandes écoles, accessibles à des coûts réduits, aux entreprises, en particulier les plus petites qui ne peuvent supporter les investissements lourds nécessaires à leur compétitivité »* (<http://www.info-economique.com>).

¹⁹⁹ Son ancien responsable, **Joël Fritz** est d'ailleurs devenu dirigeant d'une entreprise fabricante de drone.

3. Un pôle de compétitivité actif sur les systèmes de drones

Présentation du Pôle Pégase

Le pôle de compétitivité Pégase est l'un des trois pôles de compétitivité français du secteur aéronautique. Ses entreprises fondatrices sont : Eurocopter, Thales Alenia Space, Dassault Aviation et AREVA TA. Créé en 2006, il compte plus de 250 membres dont 213 adhérents²⁰⁰ actuellement (140 en 2007). Parmi eux, huit grandes entreprises, 120 PME et 47 laboratoires dont la carte suivante nous indique la répartition.



Source : plaquette de présentation du Pôle Pégase

²⁰⁰ Pour rappel, le pôle de compétitivité Aerospace Valley compte plus de 550 adhérents parmi lesquels 270 PME.

Il est dirigé depuis mai 2011 par **Gérard Goninet**, directeur des sites français d'Eurocopter. Sa particularité est de s'orienter vers les nouveaux usages aérospatiaux. **A travers son slogan « Inventer le ciel de demain », le pôle souhaite exprimer son envie d'anticiper l'évolution des besoins sociétaux qui sont liés aux activités aéronautiques et spatiales.** Il participe donc au développement de nouvelles générations d'aéronefs : dirigeables, avions légers, les aéronefs stratosphériques et les drones. L'ensemble de ces appareils se situent sur des marchés émergents. Une autre particularité de Pégase concerne ses membres. Si le pôle est localisé en PACA, une partie de ses adhérents est issue d'autres régions de France comme la Corse, Rhône-Alpes et même l'Île-de-France. On peut penser que cette stratégie va à l'encontre de « l'esprit » pôle de compétitivité qui consiste à concentrer sur un « territoire donné » (Cf. définition donnée par la loi) les différents acteurs d'une filière.

UN SOUTIEN IMPORTANT AUX SYSTEMES DE DRONES

Si le pôle Pégase n'a pas le poids économique des autres pôles aéronautiques français, l'association reste très investie, en particulier dans l'accompagnement et les financements des projets. Ainsi, 71 projets de R&D ont été accompagnés pour un budget de 193 millions d'euros depuis 2007²⁰¹. Parmi eux, plusieurs concernent les systèmes de drones²⁰² :

- **DRON'XO** : il s'intéresse à la surveillance et la prévention des feux de forêt. C'est la société DroneExplorer, dirigée par **Joël Fritz** (ancien responsable du centre ONERA de Salon de Provence et Président du Comité Scientifique de Pégase), qui porte le projet dont le budget est évalué à 988 000 euros.
- **DIAMANT** (partagé entre Pégase et Astech): ce projet, porté par l'entreprise **RFtronic** (bureau d'étude spécialisé en radiofréquences et électronique numérique), doit amener au développement d'une solution de détection d'obstacles pour sécuriser les systèmes de drones mais aussi d'autres aéronefs. Son budget est de 2,2 millions d'euros.

²⁰¹ Chiffres donnés par le site internet du Pôle Pégase.

²⁰² Les quatre projets présentés représentent un budget de 10 millions d'euros

- **ADOPIC** : le projet porte sur l'inspection des ouvrages d'art. Il est censé mettre au point un nouveau mode d'observation à l'aide d'un mini-drone équipé d'une caméra et d'un logiciel adapté. C'est l'entreprise **Infotron** qui porte ce projet estimé à 3,6 millions d'euros.
- **SHARE** : ce projet d'une grande importance est porté par Opéra Ergonomie et soutenu par les principaux donneurs d'ordres (Thalès et Eurocopter). Prévu pour un budget de 3 millions d'euros, il vise à concevoir et réaliser une station-sol universelle de nouvelle génération qui permettrait à un opérateur unique d'opérer sur divers types de drones emportant des charges utiles variées. C'est donc un projet à suivre avec une grande attention.

Afin d'approfondir cette accompagnement de la filière drone, Pégase s'est doté depuis mai 2011 d'un « Comité Drone ». Ce dernier est une sorte de Think Tank composé par des acteurs du monde universitaire et industriel. Il est segmenté par domaines d'intérêt. Il aura deux principales missions que sont d'une part, identifier les meilleures solutions technologiques conçues en Région PACA et d'autres part, participer à la structuration et au développement d'une filière nationale dans le cadre de Sysdrones. L'ambition clairement affichée est de faire de Pégase et de la Région PACA un centre d'expertise unique reconnu au niveau national et international.

FOCUS ENTREPRISE

NOVADEM (Meyreuil – Bouches-du-Rhône)

En 2007, Novadem réalisa un CA de 200 000€. Trois ans plus tard, elle a multiplié par quatre ce chiffre pour atteindre 800 000 €. Au milieu de l'année 2010, l'entreprise a déclaré dans un communiqué de presse qu'elle visait les 15 millions d'euros pour 2015 et donc multiplié par 18 en 5 ans son CA. Elle compte actuellement 5 salariés.

UNE PARTICIPATION ACTIVE A LA RECONNAISSANCE DU « PHENOMENE DRONE »

Le pôle Pégase joue aussi un rôle de sensibilisateur. En effet, s'il travaille sur cinq « filières »²⁰³ aéronautiques, le pôle a déjà rédigé pour deux filières (les dirigeables et les systèmes de drones) un document très complet baptisé « **Cahier** »²⁰⁴, qu'il remet au Gouvernement. Ils sont le fruit de différents « workshops » regroupant industriels, chercheurs et utilisateurs de ces appareils. L'objectif est que ces ouvrages deviennent des références et des outils de base pour les décideurs et les utilisateurs potentiels. Le premier a été réalisé en 2008 et porte sur les dirigeables ; le second, en 2009, s'intéresse aux systèmes de drones.

La lecture du Cahier drone révèle de manière très précise l'état actuel des réglementations et des contraintes qui empêchent le développement d'une industrie des systèmes de drones. De nombreuses données techniques permettent de visualiser les difficultés existantes (réglementation, certification, question des fréquences). Si ce document « vieillit » assez vite de par les évolutions importantes que connaissent les drones actuellement, il a le mérite d'être clair et d'appréhender le sujet dans dans une certaine globalité.

Le pôle Pégase semble vouloir aller plus loin dans cette « éducation » en organisant a l'été 2012 une manifestation assez comparable à celle organisée à Mérignac en septembre 2010 (l'UAV Show Europe). Ce « salon » serait localisé au Centre Européen d'Aéromodélisme à Pourrières dans le Var. Parmi les animations, il y aurait, entre autres, des expositions de drones dont le poids est inférieur à 150 kilos, des démonstrations en vol de drones dont le poids est inférieurs à 25 kilos, des conférences sur le thèmes... Cette idée paraît quelque peu déraisonnable lorsque l'on sait qu'une manifestation du même type est prévue à l'automne 2012 en Aquitaine. Nous retrouvons ici l'exemple des « luttes » territoriales qui peuvent nuire à la structuration de la filière.

²⁰³ Ces filières sont les systèmes de drones, les dirigeables, les plateformes stratosphériques, l'hélicoptère et l'avion léger.

²⁰⁴ Ces cahiers sont téléchargeables à l'adresse suivante : <http://www.pole-pegase.com/innovation/les-domaines-d-intervention/les-aeronefs-de-demain-129.html>

* *

En région PACA, le moteur de la structuration de la filière drone est le pôle de compétitivité Pégase. Celui-ci est clairement investi sur le sujet depuis plusieurs années. Le territoire régional a beaucoup d'atouts à proposer à la filière entre ses entreprises, son potentiel de recherche et ses moyens d'essais. Son rôle est donc indéniable et il serait extrêmement dommageable de ne pas le prendre en compte. La question importante reste néanmoins le positionnement de PACA vis-à-vis de l'Aquitaine et inversement.

Les deux régions ont des envies de premiers rôles au niveau national mais aussi européen. **A elles de trouver des complémentarités et d'éviter autant que possible les concurrences destructrices. C'est par des soutiens appropriés des pouvoirs publics et des structures de financements que cette équation se résoudra.**

A titre d'exemple, Pégase a sans doute une opportunité intéressante dans la production de systèmes de drone de type stratosphériques que l'Aquitaine n'a peut-être pas. Il serait alors peu judicieux d'investir de l'argent public en Aquitaine dans ce type de drone.

B- Midi-Pyrénées : un poids lourd centré sur l'aviation traditionnelle

Midi-Pyrénées est la troisième région française sur laquelle ce travail se penche. Si elle ne fait pas partie de l'association Sysdrones, elle joue un rôle important. En effet, l'économie locale repose en grande partie sur le milieu aéronautique qui est avant tout centré sur l'aéronautique « traditionnelle » **(1)**. Pour autant, si la prédominance de cette dernière est certaine, le secteur des drones n'est pas inexistant et ces dernières années montrent un intérêt croissant des grands industriels pour ce sujet. Les capacités importantes de R&D et d'enseignements qu'offre la Région **(2)** font de celle-ci une référence et un acteur incontournable dans la recherche sur les systèmes de drones. Enfin, s'ajoute un autre atout local très intéressant pour une filière technologique en émergence, à savoir la proximité existante entre les étudiants et les entreprises et institutions **(3)**.

1. Une industrie centrée sur l'aéronautique traditionnelle

L'AERONAUTIQUE : CŒUR DE L'ECONOMIE REGIONALE

En Midi-Pyrénées, plus de 85 000 salariés travaillent dans l'aéronautique et le spatial. Cela signifie que près d'un salarié midi-pyrénéen sur huit travaille dans ce secteur. Ils se répartissent de la manière suivante : 30 000 travaillent dans l'un des 60 établissements de construction aéronautique²⁰⁵ et spatiale, presque tous localisés en Haute-Garonne (Tableau ci-dessous) ; 55 000 dans l'un des 900 établissements de sous-traitants, fournisseurs et prestataires de services²⁰⁶. Ces chiffres font de Midi-Pyrénées la première région aéronautique de France (hors Ile-de-France).

²⁰⁵ La société Airbus emploie à elle seule 17 400 personnes.

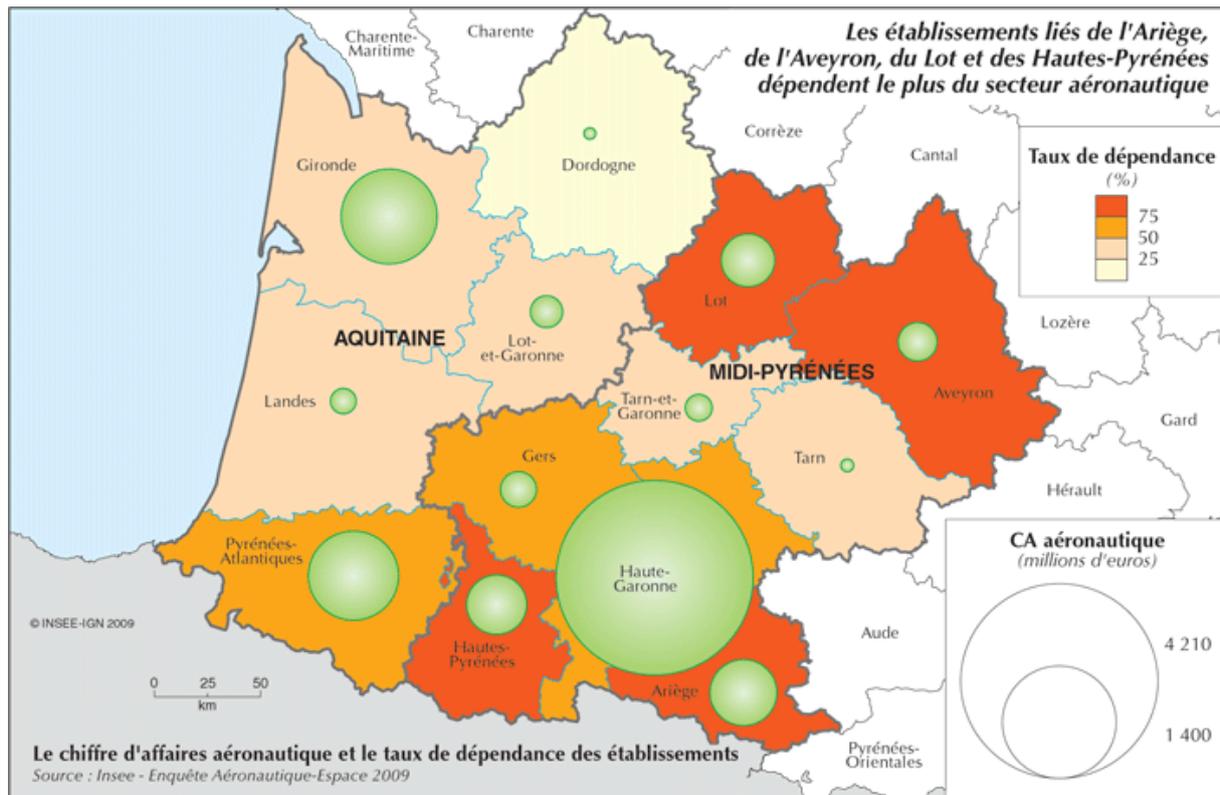
²⁰⁶ Chiffres INSEE.

Source : OBSéco - Fchiers CCI	Construction aéronautique et spatiale		
Au 01/01/2010	Etablissements	Effectifs salariés	% Salariés
Ariège	5	419	1%
Aveyron	3	62	0%
Gers	9	222	1%
Haute-Garonne	59	25 358	89 %
Haute-Pyrénées	7	1 328	5%
Lot	2	995	3%
Tarn	5	3	0%
Tarn et Garonne	7	91	0%
Total	97	28 478	100%

Source : <http://www.toulouse.cci.fr>

L'industrie aéronautique représente donc une part très importante de l'activité économique de la Région. Son implantation est due en grande partie, comme en Aquitaine, aux choix faits par les gouvernements successifs du 20^{ème} siècle. La création de l'Aéropostale et ses grandes figures comme Antoine de Saint-Exupéry ont aussi grandement contribué à faire de Toulouse une capitale européenne de l'aviation.

En 2008, l'aéronautique et le spatial représentaient un chiffre d'affaires de 6,2 milliards d'euros pour la Région (2,2 milliards en Aquitaine). La contrepartie de cette prédominance est que l'économie locale est peu diversifiée et donc très dépendante du secteur. Cependant, depuis quelques années, les politiques tentent de réduire cette dépendance en soutenant le développement d'autres secteurs économiques. Le tableau ci-dessous indique d'une part, les chiffres d'affaires aéronautiques des différents départements du Grand Sud-Ouest et d'autre part, le taux de dépendance des établissements aux secteurs. Celui-ci est flagrant en Midi-Pyrénées.



Source : Insee - Enquête Aéronautique-Espace 2009

L'industrie aéronautique est toujours fortement soutenue par les politiques locales. Depuis le début des années 2000, différents plans ont été mis en place afin de soutenir la filière : les Plans ADER de 2000 et 2005 par exemple. Ils sont complétés par un nouveau plan qui s'étalera de 2011 à 2014 pour un montant de 130 millions d'euros. L'un de ses principaux objectifs est de « *favoriser la modernisation, le développement des PME, les accompagner dans leur structuration pour accroître le nombre d'Entreprise de Taille Intermédiaire (ETI)* »²⁰⁷.

²⁰⁷ Source : Conseil régional Midi-Pyrénées. Les ETI sont des entreprises de taille intermédiaire qui comptent entre 250 et 4999 salariés. Leur nombre est limité en France en comparaison avec d'autres pays. Or, elles sont d'une très grande importance dans les économies nationales comme le souligne un rapport du Conseil Economique, Social et Environnemental : « *Pourtant, cette catégorie participe activement de l'armature de toutes les économies car ces entreprises qui se caractérisent par le souci de contrôler la structuration de leur capital en privilégiant le capital pérenne, ont la taille critique pour supporter le coût de l'innovation et se lancer sur les marchés extérieurs élargissant ainsi leur horizon géographique* » (Conseil Economique, Social et Environnemental : Le développement des entreprises de taille intermédiaire – 2008)

UNE ACTIVITE DRONE SOUS-JACENTE

Parmi cette industrie aéronautique, une activité drone s'est développée. En effet, la Région Midi-Pyrénées est à la pointe de l'enseignement et de la recherche en systèmes de drones avec ses différents laboratoires et écoles dédiés. Ainsi, plusieurs petites entreprises en conçoivent à l'instar de **Delair-tech** (drones civils pour surveillance d'infrastructures linéaires), d'autres travaillent principalement sur la charge utile comme **Vodéa** (spécialisée dans le traitement vidéo) et d'autres enfin sur les liaisons entre station-sol et drone comme **Sigfox Wireless** (radio-communication numérique).

Si l'ensemble des « filières » touchant aux systèmes de drones est représenté, un acteur majeur sort du lot. Il s'agit de **Cassidian**²⁰⁸, une division d'EADS. L'entreprise construit des systèmes de défense et de sécurité parmi lesquels des drones. Ainsi, c'est Cassidian qui produit des systèmes de drones actuellement utilisés par l'armée française comme le Harfang (drone MALE) ou le DRAC (Mini-drone qui se lance à la main). Si l'activité de l'entreprise est axée sur le militaire et la défense, elle n'est cependant pas exclusive. Ainsi, **Luc Boureau**, responsable de l'activité drone chez Cassidian déclarait au Salon du Bourget en 2011 à propos des drones civils : « *Cela va servir à la surveillance des feux de forêt ou à protéger les populations qui tentent de traverser la Méditerranée sur des esquifs très fragiles. On les détectera et on pourra leur porter assistance* »²⁰⁹. **Signe de cette volonté de s'engager dans la filière des drones civils, Cassidian vient de racheter le fabricant de drones légers Surveycopter** (basé en Rhône-Alpes - 30 salariés et 3 millions de CA) car elle "*envisage de lancer un nouveau pôle industriel consacré aux drones tactiques et aux drones légers*"²¹⁰.

L'activité drone est présente en Région Midi-Pyrénées mais elle représente un intérêt moindre que l'aviation traditionnelle. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquelles Midi-Pyrénées ne fait pas partie de l'association Sysdrones malgré ses atouts indéniables. Toutefois, cette remarque doit être nuancée puisque des lieux de collaboration existent déjà avec l'Aquitaine à travers l'Aerospace Valley.

²⁰⁸ Cassidian connaît actuellement une grave crise due principalement à des réorganisations. L'entreprise est franco-allemande mais nombre d'ingénieurs et d'employés français localisés à Elancourt ont l'impression d'être « délaissé » au profit de la partie allemande de l'entreprise (voir l'article des Echos du 02 mars 2012 : [EADS : le blues des salariés de la branche Défense en France](#))

²⁰⁹ <http://m.sfr.fr/home/u/news/c/alaune/a/urn:wpwid:595829/article-news-cat.html>

²¹⁰ Source : [communiqué de presse de Cassidian du 19 octobre 2011](#)

2. Un potentiel de recherche et d'innovation considérable

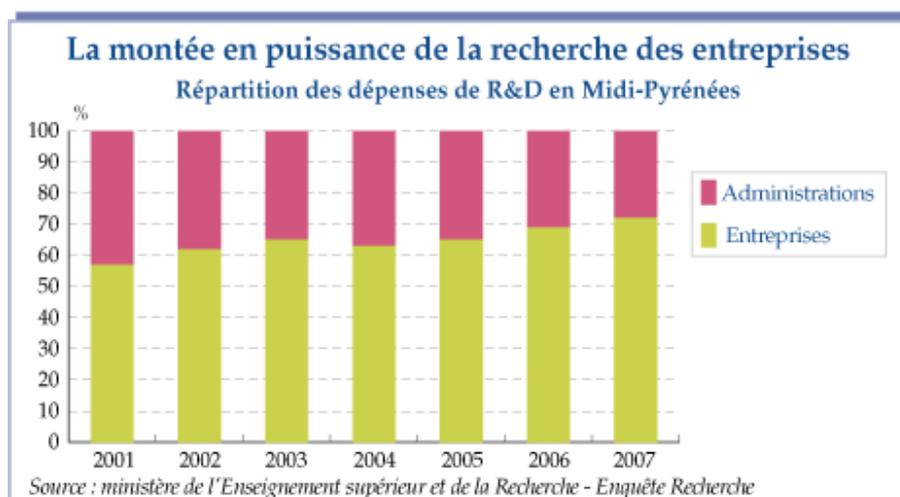
UNE R&D TIRÉE PAR LE PRIVE

La Région Midi-Pyrénées compte plus de 110 000 étudiants répartis entre quatre universités, 14 Ecoles d'ingénieurs et cinq Ecoles internationales. Ces chiffres font de la Région un pôle étudiant majeur en France auquel s'ajoute un potentiel de recherche et d'innovation considérable. En effet, Midi-Pyrénées est la première région française pour l'intensité de la R&D. Le ratio utilisé pour calculer cet indicateur (Dépense R&D/PIB) affichait une valeur de 4,18% en 2007, ce qui fait d'elle l'une des dix premières d'Europe.

DIRD - 8,2 % (3)
Publi - 5,3 % (4)
Brev - 3,7 % (6)
S&T - 4,5 % (4)

Classements de la
Région Midi Pyrénées en
part de publications

Les dépenses de R&D en Midi-Pyrénées ont augmenté de 1,7 milliards d'euros en 2001 à 3,1 milliards en 2007. **Cette augmentation est due en grande partie aux entreprises** (cf. graphique ci-dessous). Elles sont passées durant cette même période de 955 millions d'euros à 2,2 milliards d'euros. Les dépenses publiques ont connu un accroissement bien moindre : de 760 à 881 millions d'euros²¹¹. Tout de même, en France, un chercheur public sur quinze²¹² est dans la Région. En effet, la recherche occupe 23 000 personnes en Midi-Pyrénées dont 9 900 emplois publics.



Source : Insee - La recherche en Midi-Pyrénées

²¹¹ La Dépêche : [La recherche : Midi-Pyrénées en tête des régions françaises](#) – 22/04/2011

²¹² Deux Régions font mieux seulement : l'Île-de-France (un sur trois) et PACA (un sur douze).

LE SECTEUR AERONAUTIQUE : GRAND BENEFICIAIRE DE LA R&D LOCALE

Une partie importante de ces investissements sont dédiés à l'aéronautique puisque 45% des dépenses de R&D effectuées par la Région sont à destination de ce secteur et près de 60% pour le secteur privé (*graphique ci-dessous*). Ainsi, en Midi-Pyrénées, 30% des effectifs de la recherche privée travaillent dans le secteur aéronautique soit 4 500 personnes (dont 2 700 chercheurs). Dans le secteur public, l'aéronautique représente 6 000 personnes dont 2 300 chercheurs²¹³.



Source : Insee - La recherche en Midi-Pyrénées

Ce secteur aéronautique ne cesse de croître d'années en années, tiré principalement par Airbus et ses sous-traitants. **Cela devrait s'accroître dans les prochaines années avec la création de l'Institut de Recherche Technologique Aéronautique Espace et Systèmes Embarqués (IRT AESE).** C'est Jean-Marc Thomas, Président d'Aerospace Valley qui est le Président du Comité d'Orientation Stratégique de l'IRT. Cette Institut a de grandes ambitions puisqu'il est estimé que le budget nécessaire à sa mise en place est de 1,2 milliards d'euros ce qui fait de lui le plus important des six projets d'IRT sélectionnés au mois de mai 2011. Il permettra de créer des plateformes technologiques dans quatre domaines clés :

²¹³ <http://www.midipyrenees-expansion.fr/page980.htm>

- Les technologies aérothermodynamiques
- L'énergie embarquée
- Les nano et micro-technologies
- Les structures et matériaux innovants

Ces plateformes devront permettre une accélération et une mutualisation des efforts de recherche entre les entreprises et les laboratoires publics. Pour évaluer l'ampleur de ces plateformes, il est estimé que de 300 à 600 chercheurs pourraient intervenir sur certains projets. Elles devraient disposer d'infrastructures conséquentes : 11 000 m² de locaux auxquels s'ajouteront 2 000 m² de pépinière d'entreprises. L'IRT sera situé sur le site de Montaudran Aerospace²¹⁴ à Toulouse.

En Midi-Pyrénées, et à Toulouse surtout, de nombreuses thèses (*CIFRE ou non*) sont proposées. Les administrations des Ecoles essayent alors de trouver les profils adaptés parmi les étudiants. **Cette volonté de faire participer les jeunes chercheurs à la R&D des entreprises conduit à une situation plutôt flatteuse pour la recherche aéronautique Toulousaine : il y a plus de thèses proposées que de doctorants²¹⁵.** Des raisons existent pour expliquer ce manque : l'absence de volonté, le fait que certaines thèses proposées ne peuvent intéresser que des passionnés et une question de rémunération. De plus, la reconnaissance des docteurs dans les entreprises souffre encore de lacunes en France... Il se révèle plus avantageux pour les étudiants de se tourner à la sortie de l'école vers une carrière d'ingénieur que de doctorants.

²¹⁴ Projet urbain du Grand Toulouse destiné à accroître la reconnaissance à l'internationale du secteur aéronautique toulousain.

²¹⁵ Entretien avec Nicolas Boucheron.

UN POTENTIEL DE RECHERCHES SUR LES DRONES UNIQUE EN FRANCE

La métropole Toulousaine bénéficie d'une large palette d'Écoles et d'unités de recherche orientées, aéronautiques. Parmi eux, de nombreux laboratoires²¹⁶ travaillent aussi sur les systèmes de drones. **Il existe d'ailleurs un laboratoire de renommée mondiale au sein de l'ENAC.** Sa notoriété est en grande partie due à l'un de ses membres, **Pascal Brisset**. Ce professeur a créé « PAPERAZZI » qui est un logiciel open-source (donc libre) permettant de créer un système de pilote automatique puissant et polyvalent pour des drones-avions et drones-hélicoptères. La technologie utilisée par Fly-n-Sense est, par exemple, basée sur Paparazzi. Pour illustrer le fait que les drones sont un secteur de recherche à part entière, l'image ci-contre, tirée du site internet de l'ENAC nous montre que des thèses sur le sujet sont possibles²¹⁷.



Source : <http://www.enac.fr/profile/recherche>

Cette dynamique universitaire sur les drones se retrouve aussi à un autre niveau : celui des associations et des clubs de drones que l'on retrouve au sein des Ecoles. Elles ont l'habitude de participer aux concours organisés conjointement par l'ONERA et la DGA mais aussi de réaliser divers projets de micro-drones. L'un des plus importants, baptisée **Fly 2 Corsica**, est réalisé par l'ENAC (pour la charge utile et le système de transmission) et l'ISAE (pour le vecteur aérien). Son objectif était de rallier la Corse en partant des Alpes-Maritimes. Malheureusement, le contact avec le drone a été perdu durant la traversée.

²¹⁶ Le CNES ou l'ONERA ou encore l'Université Paul Sabatier ont des laboratoires travaillant sur les systèmes de drones.

²¹⁷ Il y a sans doute peu d'établissements en France proposant des offres similaires.

3. D'étroites relations entre « monde étudiants » et « monde de l'entreprise »

La grande force du territoire toulousain est liée à la synergie existante entre les Ecoles d'un côté et les entreprises de l'autre. D'une manière générale, les Ecoles aéronautiques toulousaines sont très attachées à Airbus car beaucoup d'intervenants proviennent de la société. Ils sont nombreux aussi à venir de Thalès qui recrute régulièrement des étudiants stagiaires pour son site bordelais²¹⁸.

Mais au-delà de ces deux grandes entreprises, les petites PME locales entretiennent des liens très forts elles-aussi. D'une part, de nombreux stages y sont réalisés et d'autre part, il est très courant que des salariés de ces PME travaillent à « mi-temps » dans les laboratoires des Ecoles. On remarque ainsi **un échange permanent entre recherche et monde de l'entreprise, qu'il s'agisse aussi bien de grands groupes que d'entreprises de taille bien plus modeste.**

Cette proximité est symbolisée chaque année par le **Forum Toulouse Technologies (FTT)**. La manifestation est organisée par une association d'élèves regroupant 6 Ecoles toulousaines²¹⁹. Toutes les entreprises sont conviées, de la multinationale à la TPE. Ce forum nécessite un investissement important mais il connaît un très grand succès. C'est un lieu de rencontre entre le monde étudiant et le monde de l'entreprise mais aussi un lieu de recrutement²²⁰. Son atout considérable est que le nombre, mais surtout la diversité des entreprises présentes, permet aux étudiants d'avoir une très bonne connaissance des entreprises locales. **Cette caractéristique permet à de nombreux jeunes diplômés de faire des « grands sauts », c'est-à-dire de passer d'une entreprise à une autre, bien que ces dernières aient des activités totalement différentes.** Sans cette participation au FTT cela est, semble-t-il, moins facile à réaliser. L'information reste donc fondamentale.

²¹⁸ A noter qu'EADS et THALES sont perçus comme deux entreprises complémentaires plutôt que concurrente au niveau du territoire toulousain

²¹⁹ L'ENAC (aéronautique), l'INP - ENSEEIHT (électrotechnique, électronique, informatique, hydraulique, télécom), l'INP - ENSIACET (arts chimiques et technologiques), l'INSA (sciences appliquées), l'ISAE (aéronautique).

²²⁰ Le site internet du Forum (<http://www.forum-toulouse.fr>) offre d'ailleurs une plateforme de recherche d'emplois

L'implication du monde étudiant et du monde de la recherche dans les systèmes de drones en Midi-Pyrénées est réelle. C'est sans doute au sein de cette région qu'elle est la plus importante. La présence des principales structures d'enseignements aéronautiques sur ce territoire le confirme. Ainsi, les étudiants de la région ont de très bonnes connaissances sur les systèmes de drones. De nombreux « potentiels » vont donc sortir de ces Ecoles. Il reviendra aux entreprises des régions Aquitaine et PACA travaillant sur les drones de savoir les attirer sur leur territoire mais pour l'instant les places sont encore très limitées...

* *

Chacun des territoires étudiés présente ses caractéristiques propres, avec ses atouts et ses faiblesses. Pour rappel, l'Aquitaine, Midi-Pyrénées et PACA sont les trois plus importantes régions aéronautiques de France en termes d'emplois et de chiffres d'affaires (toujours à l'exception de l'Île-de-France). Rappelons aussi ce qui a été précisé en introduction de cette partie : le secteur aéronautique n'est pas le seul à participer à la filière des drones. Toutefois, son influence est dominante lorsque l'on parle de drone « aérien ». **Un travail plus approfondi nécessiterait que l'on se penche sur les domaines des télécommunications, primordial pour les systèmes de drones tout comme l'électronique ou l'informatique.** D'autres régions seraient alors propices à l'étude comme la Bretagne ou le Rhône-Alpes en particulier.

Cette variété des technologies nécessaires à la production des drones nous rappelle qu'un territoire ne peut se lancer seul dans l'aventure et que la collaboration est indispensable. C'est pourquoi Sysdrones est un outil qui doit permettre les échanges nécessaires à la création de synergies et non d'antagonismes. La « lutte des territoires » ne peut se faire au stade actuel de développement de la filière : **les régions et les financeurs doivent soutenir des programmes de développement qui se complètent et non qui se confondent.** Un trop grand retard accumulé mettrait en péril tous les investissements réalisés jusqu'ici. En effet, si au moment de l'ouverture du marché, les systèmes de drones étrangers présentent des fiabilités et des qualités supérieures aux produits français pour un prix inférieur à ces derniers, alors il sera trop tard...

Ce diagnostic des principaux territoires français impliqués dans les systèmes de drones aura permis de comprendre que de nombreuses évolutions étaient en cours sous l'impulsion principalement des Régions Aquitaine et PACA. Elle a aussi montré que le territoire français dispose de réels atouts pour la structuration d'une filière civile. Cependant, beaucoup de points restent encore à éclaircir. Des outils de soutien à la filière apparaissent comme indispensables à l'instar de zones d'essais voire de couloirs aériens. Néanmoins, des projets comme CESA devraient à plus ou moins court terme pallier, en partie, ces manques.

Toutefois, des menaces pèsent toujours sur l'émergence d'une filière industrielle de grande échelle, ce qui pourrait presque sembler paradoxal étant donné que la France est l'un des pays les plus avancés sur le sujet. Le domaine militaire travaille depuis longtemps au développement de ces appareils. Il serait dommageable à l'industrie civile du pays de ne pas profiter de l'expertise acquise ces dernières décennies. **De nombreux secteurs économiques pourraient être impactés si un cadre favorable permettait l'utilisation massive des drones. C'est pourquoi il paraît indispensable de soutenir la filière tout en prenant conscience qu'il y a de nombreux facteurs décisifs tant au niveau national qu'international : le développement technologique, la réglementation et la certification, le positionnement des territoires, leurs capacités, les rapprochements et collaborations possibles, etc.**

3^{EME} PARTIE : LES STRUCTURATIONS DE FILIERE A L'ETRANGER

Si des pays comme l'Inde mais surtout la Chine réalisent d'importants investissements dans la filière, le nombre de « menaces » industrielles directes est encore limité pour les entreprises françaises. Seuls deux pays sont bientôt prêts à fournir à grande échelle des systèmes de drones civils : Israël et les Etats-Unis. D'ailleurs, de nombreux signes visibles chez ces derniers indiquent l'imminence de l'ouverture d'un marché civil de systèmes de drones **(I)**. La FAA annonce même le chiffre de 30 000 drones survolant les Etats-Unis d'ici 2020. Toutefois, Israël, qui a développé les possibilités des drones, compte jouer un rôle de premier plan ces prochaines années. Si le pays ne dispose pas des capacités des Etats-Unis, il garde toutefois une capacité d'innovation considérable **(II)**. A côté de ces deux mastodontes, d'autres Etats ont les capacités de jouer un rôle de second plan **(III)**.

I/ Les Etats-Unis : leaders incontestés des drones

Les Etats-Unis sont les leaders mondiaux des systèmes de drones depuis de nombreuses années. Dans le domaine militaire, leur supériorité n'est plus à démontrer. Le pays produit des drones appartenant à l'ensemble des catégories existantes et précédemment décrites. On y retrouve les grands noms du secteur : General Atomics, AeroVironment, AAI Compagny, Boeing, Lockheed Martin, etc... Ainsi, ce sont près de 101 modèles de drones américains qui seraient prêts à l'emploi ou en cours de développement. L'entreprise Northrop Grumman aurait vendu à elle seule plus de 100 000 drones ces 60 dernières années²²¹. Leurs ambitions sont grandes comme l'attestent les chiffres. Le site internet de l'Université de Salinka dans le Kansa, laquelle propose un cursus « drone », met en avant les succès technologiques des drones américains. L'image ci-dessous nous montre que la quasi-totalité des records détenus par des drones, le sont par des drones américains. Aux Etats-Unis, et comme en France, le marché civil des systèmes de drones ne s'est pas encore

²²¹ Note d'analyse du Groupe de Recherche et d'Information sur la Paix (GRIP) : Les drones : succès commercial d'un outil controversé – 02/02/2011 (Mehdi Mekdour).

ouvert. Si les dronistes travaillent principalement dans le domaine militaire, des « signes » annonciateurs suggèrent que les autorités américaines aident les entreprises à se préparer pour un futur marché civil et ce à quatre niveaux principalement : dans la réglementation aérienne **(A)**, dans la mise en place de moyens techniques aux systèmes de drones **(B)**, dans le développement des formations académiques **(C)** et plus subtilement, par l'intermédiaire culturel et en particulier cinématographique **(D)**, que nous tenterons de démontrer. Ce dernier niveau est lié au « soft power » américain, c'est-à-dire à leur logique « d'influence ».



LES RECORDS BATTUS PAR LES DRONES (nom du drone et pays producteur)

Source : Site internet de l'université de Salinka au Kansas

A- Un important soutien des pouvoirs publics aux drones

1. Le « *FAA Modernization and Reform Act of 2012* » : un accès à l'espace aérien américain pour tous les drones en 2015

Au début du mois de février 2012, le Congrès Américain a validé un texte de loi préparé par la **Federal Aviation Administration (FAA)**, la DGAC américaine) concernant la transformation dans les prochaines années du système de contrôle du trafic aérien américain. **Ce texte, le FAA Modernization and Reform Act of 2012 prévoit, l'intégration totale des drones dans ce trafic aérien.** Il est d'autant plus ambitieux qu'il sous-entend que cette intégration sera achevée en 2015. Dans cette optique, **un budget de 63 milliards de dollars est accordé sur quatre années à la FAA dont 11 milliards²²² juste pour la modernisation du système de gestion du trafic²²³. Ce dernier qui repose actuellement sur la technologie du radar va être remplacé par un système recourant au GPS²²⁴.** C'est une petite révolution technologique sensée permettre aux Etats-Unis d'améliorer mais aussi de « digérer » efficacement l'augmentation importante du trafic de la prochaine décennie mais aussi de pouvoir intégrer les drones.

Toutefois, il est possible de constater à travers la presse américaine que de nombreuses inquiétudes ont été soulevées par ce vote du Congrès. En effet, le texte vise clairement à contribuer au développement des drones en facilitant leur utilisation à la condition toutefois que la FAA puisse, en matière d'évitement de collision, « *s'assurer de la sécurité des systèmes et des procédures de navigation... avant l'intégration dans l'espace aérien national* ». Si cette condition est très importante, elle constitue cependant quasiment l'unique barrière de protection que le texte met en place quant au déploiement des drones dans l'espace aérien. Pourtant, de nombreuses inquiétudes liées aux atteintes aux libertés et aux risques accrus d'accidents se font sentir. Beaucoup voit le poids du lobbying des industriels de la Défense désirant vendre à tout prix leurs drones pour des applications de sécurité intérieure et au mépris de certaines libertés. Ces craintes sont d'autant plus élevées que la

²²² Washington Post : [Congress passes bill to speed air traffic control switch to GPS, open skies to drone aircraft](#) – 7/02/2012

²²³ Voir dans la 1^{ère} partie, la sous-partie intitulée La modernisation des ATM européen et américain.

²²⁴ Schématiquement, le radar permet de donner la position d'un aéronef toutes les 6 à 12 secondes alors que le GPS permet de l'avoir seconde par seconde ce qui permet une sécurité accrue car une réactivité plus importante.

FAA distribue depuis plusieurs années des autorisations de vol à des drones. Ainsi, en 2011 elle a délivré près de 313 certificats dont 295 devraient être activés en 2012. Le problème provient du fait qu'elle refuse généralement de dire à qui sont distribués ces certificats et surtout dans quel but ce qui accentue de fait l'effet « Big brother » que développent chez les gens ces appareils.

Les principaux points remarquables du texte, entré en vigueur le 15 février 2012 après ratification par le Président Obama, sont les suivants :

- **La FAA devra fournir dans les 9 mois un plan complet de l'intégration des drones.**
- **Autorisation de vol pour tous les drones de moins de 2kg respectant les conditions définies dans les 90 jours.**
- **La mise en place de six sites test pour les drones**
- **Autorisation de vol pour les drones de moins de 20 kgs dans les 27 mois ainsi que la création de six centres d'essais.**
- **Les autorités publiques auront un accès plus rapide à l'espace aérien.**
- **L'ouverture de l'espace aérien à l'ensemble des six catégories de drones définies par le texte d'ici septembre 2015.**

Ce texte, voté à plus de 75% est l'aboutissement de cinq années de débats et d'opposition durant lesquelles 23 mesures provisoires ont été prises. Il s'intègre au programme **Nextgen** (*Next Generation Air Transportation System*) qui est le pendant américain du Ciel Unique Européen (ou *Single European Sky*) et de son volet technologique **SESAR**. Tous les deux vont constituer le début d'une nouvelle ère pour leur espace aérien respectif avec le recours au GPS pour la gestion du trafic. Il constitue le début d'une nouvelle ère pour le trafic aérien américain mais aussi pour l'industrie des drones du pays. C'est pour cette raison qu'à l'occasion du vote, le Sénateur démocrate Jay Rockefeller a déclaré que ce texte était « *the best news that the airline industry ever had* ».

2. L'initiative participative de la Federal Aviation Administration en matière de drones

Rien que depuis 2005, la FAA a réalisé plus de 50 programmes de recherches sur les systèmes de drones. Elle a ainsi pris l'habitude de travailler avec des partenaires divers et variés dont les compétences de chacun se complètent.

Une autre preuve de cette capacité de collaboration est très récente et fait suite à l'entrée en vigueur du *FAA Modernization and Reform Act of 2012* et concerne la mise en place des six sites de test pour les drones. Ces derniers devront permettre les expérimentations « finales », en quelques sortes, afin de pouvoir intégrer correctement les appareils dans l'espace aérien. Or, la FAA a décidé de mettre en place une collaboration avec les citoyens en leur demandant leur avis durant 60 jours (à compter du 9 mars) sur ces sites. Cette démarche participative est assez remarquable. Les citoyens pourront donc donner leurs avis, sur des questions comme :

- « 1) *Qui devra gérer et mettre en œuvre les sites tests de la circulation des drones ?*
- 2) *A quels besoins généraux de recherche devront-ils répondre ?*
- 3) *Quelles considérations, au-delà de l'infrastructure et du financement, devront être prises en compte ?*
- 4) *Quelles caractéristiques opérationnelles des drones ces sites devront-ils permettre de tester ?*
- 5) *Quelles devront être les caractéristiques de ces sites ?*
- 6) *Quelles devront être les qualifications des opérateurs de ces sites et à quelles exigences devront-ils satisfaire ?*
- 7) *Selon quels règlements de la FAA ces sites devront-ils opérer ?*
- 8) *Comment la gestion de leur volume d'espace aérien et leur efficacité opérationnelle seront-elles évalués ? »²²⁵*

²²⁵ Source : <http://lesdrones.20minutes-blogs.fr/>

B- Des Etats américains en mouvement : l'exemple de l'Oklahoma

Nous nous pencherons ici sur l'Etat de l'Oklahoma, dont le secteur aéronautique présente des similitudes intéressantes avec l'Aquitaine. **Il souhaite devenir une référence mondiale des systèmes de drones** comme le souligne Stephen McKeever, secrétaire d'Etat aux sciences et à la technologie²²⁶. Pour des considérations stratégiques (une situation géographique centrale), l'US Air Force a installé pendant la Seconde Guerre Mondiale une grande partie de ses organes de maintenance et de soutien dans l'Oklahoma et plus précisément sur la « Tinker Air Force Base ». Celle-ci emploie aujourd'hui près de 27 000 personnes et a transformé le secteur en un cluster aéronautique militaire complété depuis par un pôle aéronautique civil. Ainsi, l'Etat va se développer sur son territoire une très forte activité de maintenance aéronautique civile et s'installer un établissement de la FAA. L'Oklahoma est devenu un haut-lieu de la certification indispensable au développement des nouveaux appareils. Aujourd'hui, la filière aéronautique y représente plus de 143 000 personnes et 500 entreprises. Ces dernières réalisent un chiffre d'affaires de 11,7 milliards de dollars par an (soit 8,1 milliards d'euros)²²⁷.

Une activité drone (militaire et civile) s'est aussi fortement développée. D'ailleurs, l'Oklahoma procède actuellement à la mise en place d'un centre d'essai en vol « *où il faut venir pour mener à bien la recherche, le développement, les essais, les évaluations en vol, la formation et l'éducation universitaire dans le domaine des engins sans pilote* »²²⁸. Feront aussi partie de cet ensemble, huit bases d'expérimentation disséminées sur le territoire de l'Etat.

Cette volonté de s'illustrer dans le secteur des systèmes de drones est visible: **c'est dans l'Oklahoma que le premier centre dédié uniquement aux drones américains (à Fort Still dans la ville de Lawton) a vu le jour. Aussi, en avril 2011, a eu lieu à Oklahoma City, le premier UAV invitational Airshow and Speedfest**. La manifestation à destination du grand public visait à faire connaître les applications civiles des systèmes de drones (ils étaient

²²⁶ "We hope that when people think of UAS, they think of Oklahoma. Even if initially they only come to test and evaluate the technology, we hope eventually that they will at least establish some presence within the state, and even move". (Flight Daily News : [AUVSI: Oklahoma aims high with UAS business push](#) – 19/08/2011).

²²⁷ Le Figaro : [L'Oklahoma attire Boeing sur ses terres](#) – 11/03/2011

²²⁸ Air & Cosmos n° 2264 : [L'Oklahoma conforte son aéronautique](#) – 06/05/2011

accompagnés d'engins d'aéromodélisme). Elle a attiré 750 personnes et une seconde édition est prévue en 2012.

Dans sa démarche, l'Oklahoma est soutenu depuis 2006 par le gouvernement fédéral et le Pentagone. On remarque aussi l'existence de plusieurs zones de vol ségréguées à l'image de celle de Camp de Souge en Aquitaine. Mais un nouveau cap devrait être franchi prochainement sur la question de l'intégration des drones dans le trafic aérien **grâce à la mise en place d'un couloir aérien, long de 110 kilomètres, réservé aux drones civils entre les villes de Lawton et Clinton**²²⁹. Ils pourront voler à des altitudes élevées sans qu'une demande d'autorisation soit nécessaire à chaque vol.

L'exemple de l'Oklahoma nous montre bien que les Etats-Unis s'investissent dans le développement d'une filière civile des systèmes de drones. Les multiples zones d'essais et la création du couloir aérien de 110 kilomètres offriront d'importantes capacités d'expérimentation. Or, ce sont les tests grandeur nature qui permettront de valider définitivement les « produits » qui seront mis sur le marché. Le projet CESA en France porté par Technowest doit amener, dans une moindre mesure, à la mise en place d'un système similaire de bases d'expérimentation.

*

* *

Ce développement des infrastructures de soutien s'accompagne de la création de filières universitaires dédiées aux activités liées aux systèmes de drones. Il ne s'agit pas là d'évoquer des formations dispensant uniquement des enseignements d'ingénierie des drones mais aussi de comment les « utiliser ». Cette différence est fondamentale : **on ne forme plus seulement des concepteurs de drones aux Etats-Unis, des opérateurs aussi.**

²²⁹ Defense System : [Oklahoma wants to establish UAV-friendly air corridor](#) – 13/07/2011

C- Le développement de cursus « drones »

Un second élément laisse présager que les Etats-Unis misent sur l'ouverture prochaine d'un marché civil des systèmes de drones : le développement de parcours académiques axés sur les drones. Un site internet, celui de l'**Aviation Schools Online**²³⁰, répertorie les formations et les Ecoles américaines portant sur les systèmes de drones. On peut y lire : « *Il y a peu de doutes que (...) les pilotes et mécaniciens UAV seront dans les années à venir des forces majeures de l'aéronautique* »²³¹. Ces formations visent à entraîner les futurs pilotes et opérateurs ainsi que les personnes en charge de leur maintenance. A l'heure actuelle, quatre Ecoles spécialisées sont répertoriées :

- **L'Ecole d'Aviation de Traverse City dans le Michigan** (Northwestern Michigan College Aviation) : l'Ecole prépare les étudiants aux métiers d'opérateurs sur systèmes de drones. Comme à Salina dans le Kansas, les principaux cours sont : *contrôle de vol électrique, principe du pilote automatique, commande de contrôle, essai en vol, enseignement des règlements fédéraux, restrictions des espaces aériens et certifications.*
- **L'Université de Salina dans le Kansas** (Kansas State University) : la formation que propose cette université est récente et vise à former les instructeurs de pilotage de drones. Elle doit aussi faciliter et promouvoir une intégration dans l'espace aérien grâce à un travail collaboratif entre pilotes, régulateurs, industriels, etc.
- **L'Université du Dakota du Nord à Grand Forks** (University of North Dakota) : l'université est l'une des plus reconnues au monde dans le domaine des formations liées à l'aviation. **Elle est d'ailleurs la première à diplômer ses étudiants d'un « Bachelor » en systèmes de drones.**

²³⁰ <http://www.aviationschoolsonline.com/> : site Internet très intéressant et très bien fait qui recense près de 2 900 écoles ou formations aéronautiques aux Etats-Unis.

²³¹ Sur le site <http://www.aviationschoolsonline.com/school-listings/uav-training/24.php> : "There's little doubt that UAS, and UAV pilots and mechanics, will be a major force in the aviation industry in the years to come".

- **Le Centre de Maintenance et d'Entrainement pour aéronefs sans pilote à Thief River Falls dans le Minnesota** (NCTC Unmanned Aircraft Systems Maintenance Training Center) : c'est la première formation du pays destinée à la maintenance sur systèmes de drones. En effet, les drones, comme sur les avions traditionnels, devront faire l'objet d'une maintenance régulière.

La création de ces cursus sous-entend clairement qu'un cap a été franchi. Il existe depuis longtemps sur le territoire américain de nombreux laboratoires qui travaillent sur les volets développement et conception (MIT, Pennsylvanie, Georgia Tech, Harvard, etc.). En revanche, les formations présentées ci-dessus s'intéressent, quant à elle, aux questions en lien avec les activités et les missions des drones. En clair, **la formation à « moyenne échelle » des futurs opérateurs a commencé**. Ainsi, une véritable filière académique émerge et un véritable diplôme, un « Bachelor » (l'équivalent d'une licence en France), existe. Bien entendu, une partie de ces « étudiants » se destinera au militaire et une autre au civil, mais des va-et-vient entre les deux secteurs devraient être possibles.

*

* *

Plusieurs indices aux Etats-Unis suggèrent que les systèmes de drones seront bientôt un domaine de l'aéronautique à part entière et qu'il ne sera pas uniquement militaire. En effet, nous avons vu que les moyens structurels et financiers étaient présents et soutenus par une véritable vision prospective des politiques. De plus, peut-être est-il possible de voir une confirmation de tout cela à travers la naissance de cursus académiques propres à la filière mais aussi et pourquoi pas à travers un prisme culturel : le cinéma.

D- Le cinéma américain et la promotion des drones... américains

Parler de culture, même si l'on ne s'intéresse qu'à son volet cinématographique, nécessiterait des développements conséquents tant le sujet est riche. C'est la raison pour laquelle l'hypothèse abordée ici le sera de façon très superficielle.

Avant de l'exposer, rappelons que depuis le 20^{ème} siècle, le cinéma est devenu la forme d'art la plus répandue au monde. Les salles de projection sont au même titre que les livres ou la peinture des lieux d'échanges et d'apprentissage. Elles sont des vecteurs de communication et des canaux de diffusion de l'information d'une redoutable efficacité. Ainsi, pour **Zachary Louis**, « *la force de l'industrie du cinéma consiste à considérer le film, son concept, ses personnages, comme des produits, lesquels sont l'objet de campagnes marketing parfois surpuissantes* »²³². Les films, américains en particulier, permettent donc à des concepts ou des produits d'être connus du grand public. Ils deviennent alors des moyens de promotion. Mais le terme d'« *influence* » serait sans doute ici plus juste car l'influence consiste à provoquer des comportements ou des attitudes favorables sans avoir à recourir à la force (physique ou mentale).

L'hypothèse proposée est que le cinéma américain est en train de réaliser (consciemment ou inconsciemment, le sujet mériterait beaucoup de temps pour être traité) une véritable « promotion » des drones depuis deux voire trois ans. Pour l'instant, celle-ci se cantonne avant tout au domaine militaire et met en avant, bien entendu, la technologie américaine²³³. Cette hypothèse découle d'une observation : le mot « drone » est cité de manière croissante et les appareils sont de plus en plus visibles à l'écran. Ainsi, dorénavant la plupart des Blockbusters mettent en scène des drones. Pour ne citer que quelques un des plus « importants » : *Mission Impossible 3*, *Le Jour où la Terre s'arrêta*, *Iron-man 1 et 2*, *Transformers 1,2 et 3*, *L'Agence tous risques*.... Il est aussi possible de remarquer que généralement le nom des entreprises fabricant ces drones est bien mis en avant par la caméra car très visible (Boeing, Northrop, etc.). Cette croissance à l'écran indique que les scénaristes prennent conscience de l'évolution technologique qui se déroule actuellement avec les drones.

²³² <http://iletaitunfoislecinema.com> : *Le Cinéma américain à l'assaut du monde* – Publié le 05/09/2006 par Zachary Louis.

²³³ Cela correspond à une logique de soft power, le pouvoir par la séduction.

E- Des évolutions sous la surveillance des organismes de protection des libertés des citoyens

L'accélération du recours aux drones sous la Présidence Obama suscite de nombreuses craintes tant sur les théâtres militaires que sur le territoire américain lui-même. En effet, nous venons de voir que les initiatives récemment prises par les autorités de ce pays devraient considérablement accroître le nombre de drones survolant le sol américain. Cette éventualité a fait réagir un grand nombre de personnes et d'organismes bien que le texte du FAA Modernization and Reform Act of 2012 propose des verrous de sécurité.

L'American Civil Liberties Union (ACLU) est certainement l'une des organisations les plus impliquées dans la protection des libertés fondamentales des citoyens américains face aux risques de dérives que peuvent générer les drones. Toutefois, celle-ci n'est pas dans le schéma d'une opposition frontale avec l'industrie des drones mais plutôt dans celui d'un accompagnement. Bien qu'en décembre 2011, à travers son rapport Protecting Privacy From Aerial Surveillance, l'organisation montrait que le cadre réglementaire actuel n'était pas encore prêt pour un recours massif aux drones, la délégation de l'Etat de Washington proposait en avril 2012 de créer un guide de « bonne conduite ». Rédigé en collaboration avec les instances politiques locales, il permettrait de s'assurer que les autorités policières de la ville de Seattle respectent les conditions inhérentes à la démocratie lorsqu'elles auront recours aux drones.

II/ Israël : Une capacité d'innovation considérable

Israël est le premier pays à avoir démocratisé l'utilisation des drones. Il dispose grâce aux importants investissements de ces dernières années de très nombreux atouts industriels. **Cependant, une « faiblesse » se fait jour vis-à-vis des Etats-Unis : la technologie des liaisons satellites.** Cette « faiblesse » s'explique par la configuration géographique d'Israël dont le territoire est assez restreint contrairement aux Etats-Unis. Toutefois, l'industrie du drone en Israël a deux grandes forces. La première est la collaboration permanente de son secteur industriel avec le militaire **(1)** ce qui lui permet l'accès à des moyens financiers, humains et technologiques conséquents. La seconde repose sur la stratégie des entreprises « dronistes » de collaborer avec des entreprises étrangères **(2)** leur offrant un accès aisé au marché de l'export. Il est certain que lors de l'ouverture du marché civil, les entreprises israéliennes dronistes **(3)** seront capables de proposer une offre digne de ce nom.

A- Des échanges importants entre secteurs militaire et civils

De par sa situation géopolitique, l'industrie israélienne du drone est fortement imprégnée du militaire²³⁴. Or, il est important de le savoir mais en Israël, les technologies développées par l'Armée ne tombent pas sous le sceau de la propriété industrielle : **une entreprise civile souhaitant récupérer une brique technologique d'un projet militaire doit seulement demander une autorisation aux autorités compétentes.** C'est l'une des principales raisons qui expliquent le nombre très élevées de sociétés de haute-technologie dans le pays. Le domaine des drones ne fait pas exception à la règle. Israël a développé les capacités opérationnelles de ces appareils dans les années 70 et 80. A cette époque, de nombreux avions étaient abattus par les batteries anti-aériennes ennemis (près de 40%), il fut alors décidé par l'armée de développer de nouveaux engins permettant d'économiser la vie des pilotes. Le succès a été tel, qu'aujourd'hui, un tiers des missions aériennes de l'armée israélienne est mené par des drones.

Cette stratégie a abouti à la mise en place d'une puissante industrie du drone faisant du pays le leader, puis avec l'arrivée des Etats-Unis sur le marché, co-leader des drones. Les appareils

²³⁴ " Tsahal ponctionne 10% du PIB israélien mais l'industrie high-tech sur laquelle règnent les anciens soldats des unités d'élite, crée 55% de la richesse du pays" (Le Monde Magazine : [La guerre télécommandée](#) – 04/09/2010)

produits ont la réputation d’être robustes car destinés à évoluer dans un environnement rude (poussière, climat sec et désertique, etc.). C’est sans doute l’une des raisons aussi qui explique pourquoi de plus en plus de gouvernements africains achètent des drones israéliens²³⁵. **C’est environ huit constructeurs de drones qui cohabitent dans le pays et dont les succès commerciaux ne sont plus à démontrer : les clients proviennent de 42 pays différents.** La grande partie des ventes est de nature militaire mais le chiffre d’affaires civil croît régulièrement d’autant plus que des sociétés développent actuellement des projets extrêmement innovants pour le secteur. Le tableau qui suit présente quelques-unes des principales ventes réalisées par les entreprises israéliennes ces dernières années. Beaucoup de ces ventes sont gardées « secrètes » par les entreprises Israéliennes qui ne divulguent parfois ni le client, ni le montant de la transaction. Une compilation de ces ventes à l’export (dont sont extraites celles-ci-dessous) est réalisée par **Jimmy Johnson**. Il en a dénombré plus de 150. Elles sont consultables sur le site www.negedneshek.org/exports/uavs/uav-exports.

ACHETEUR	DATE	VENDEUR	TRANSACTION	PRIX (EN M\$)
Etats-Unis	1992	IAI	Vente de 10 plateformes Hunter avec 62 drones à destination des forces militaires américaines	1 000
Brésil	2009	IAI	Vente d’une station-sol plus 14 drones Héron à destination des forces de police brésiliennes	350
France	2004	IAI	Transfert de technologies : fourniture à EADS de plateforme Heron pour transformation en Harfang	200
Canada	2008	Elbit et IAI	Vente de drones Héron et Skylark à destination des forces militaires canadiennes	125
Australie	2009	IAI	Vente de plateformes Héron à destination à destination des forces militaires australienne	91
Pays-Bas	2009	Aeronautics	Vente de plateformes Aerostar à destination des forces militaires hollandaises	50
Corée du Sud	2010	Elbit	Vente de plateformes Skylark à destination des forces militaires coréennes	35
Turquie	2010	Elbit et IAI	Vente de 10 drones Héron à destination des forces militaires Turques	35
Royaume-Unis	2006	Elbit	Vente de plateforme Hermès 450 à destination des forces militaires anglaises	35
Pologne	2010	Aeronautics	Vente de deux plateformes Aerostar à des forces militaires polonaises	30

²³⁵ Selon plusieurs sources, entre 2010 et 2011, l’Ethiopie, l’Ouganda ou encore l’Angola auraient acheté ou seraient sur le point de le faire des drones israéliens.

B- Des collaborations régulières avec les entreprises étrangères

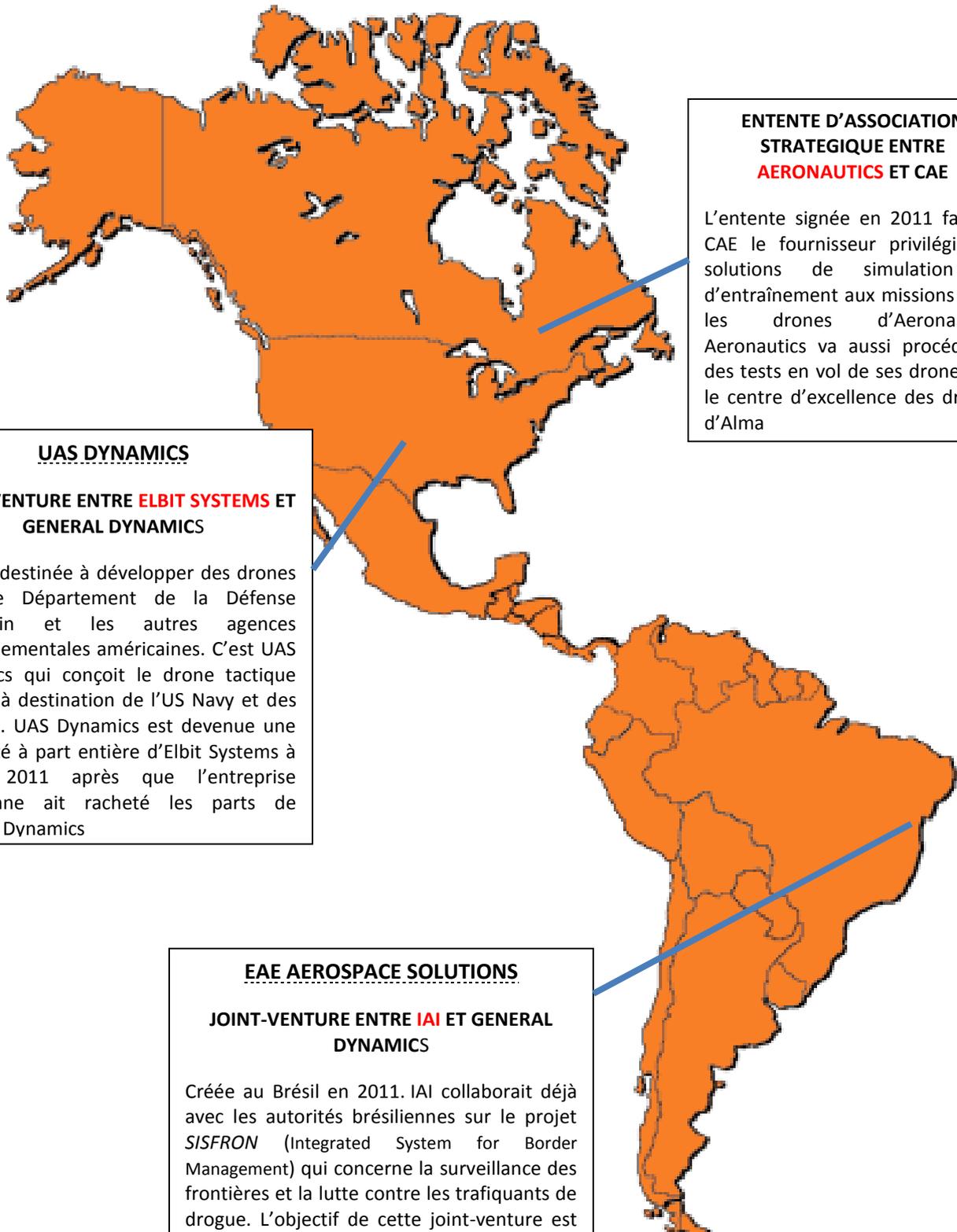
Les entreprises israéliennes fabricantes de drones sont les premières à avoir mis en place une véritable industrie du drone militaire. C'est pourquoi de nombreuses entreprises étrangères collaborent avec les entreprises israéliennes afin de bénéficier de leurs connaissances et savoir-faire. Ces collaborations ont commencé dès les années 80 quand Israël Aerospace Industries (IAI) a aidé l'*US Army* à concevoir son premier drone le RQ-2 Pioneer. Depuis, ces collaborations qui se traduisent généralement par des joint-ventures (des co-entreprises) ou des partenariats stratégiques se sont multipliées et ce, sur l'ensemble du globe.

Deux remarques à propos de cet accroissement : d'une part, on constate une nette accélération ces dernières années de ces collaborations. D'autre part, si ces collaborations sont avant tout destinées au marché des drones militaires à court terme, nombre d'entre elles sont faites aussi dans l'optique d'un accroissement très important du marché civil des drones dans les prochaines années. Cet objectif est clairement affiché par exemple à travers la joint-venture de Sagem et d'Elbit Systems²³⁶.

Cette stratégie industrielle « collaborative » permet aux entreprises étrangères de gagner plusieurs années de R&D d'un côté, de l'autre elle facilite aussi l'implantation des sociétés israéliennes sur leurs territoires et donc leurs marchés. On peut noter aussi que la loi américaine exige un certain pourcentage de composants construits aux Etats-Unis d'où la création régulière de Joint-ventures (ou coentreprise) de sociétés étrangères avec des sociétés américaines.

²³⁶ Nous pouvons nous rappeler ainsi qu'en 2009, le PDG de Sagem, Jean-Lin Fournereaux avait déclaré que sa société était intéressée par la collaboration avec d'autres grands groupes industriels pour le développement de drones militaires et civils, c'est-à-dire duaux.

LES PRINCIPALES COLLABORATIONS ISRAÏEENNES EN MATIERE DE DRONES EN AMERIQUE



ENTENTE D'ASSOCIATION STRATEGIQUE ENTRE AERONAUTICS ET CAE

L'entente signée en 2011 fait de CAE le fournisseur privilégié de solutions de simulation et d'entraînement aux missions pour les drones d'Aeronautics. Aeronautics va aussi procéder à des tests en vol de ses drones sur le centre d'excellence des drones d'Alma

UAS DYNAMICS

JOINT-VENTURE ENTRE ELBIT SYSTEMS ET GENERAL DYNAMICS

Elle est destinée à développer des drones pour le Département de la Défense américain et les autres agences gouvernementales américaines. C'est UAS Dynamics qui conçoit le drone tactique STORM à destination de l'US Navy et des Marines. UAS Dynamics est devenue une propriété à part entière d'Elbit Systems à l'hiver 2011 après que l'entreprise Israélienne ait racheté les parts de General Dynamics

EAE AEROSPACE SOLUTIONS

JOINT-VENTURE ENTRE IAI ET GENERAL DYNAMICS

Créée au Brésil en 2011. IAI collaborait déjà avec les autorités brésiliennes sur le projet *SISFRON* (Integrated System for Border Management) qui concerne la surveillance des frontières et la lutte contre les trafiquants de drogue. L'objectif de cette joint-venture est de concevoir et développer des produits drones liés à la défense et sécurité.

LES PRINCIPALES COLLABORATIONS ISRAÏELIENNES EN MATIÈRE DE DRONES EN EUROPE

UAV TACTICAL SYSTEM (U-TACS)

JOINT-VENTURE ENTRE **ELBITS SYSTEMS** ET **THALES UK**

La joint-venture développe depuis 2005 le système de drone Watchkeeper qui selon les deux entreprises serait le programme le plus important jamais développé par l'Europe en matière de drones.

JOINT-VENTURE ENTRE **IAI** ET **OBORONPROM OPK**

Les autorités russes auraient commencé à s'intéresser aux drones lors du conflit avec la Géorgie en 2008. Une joint-venture a été créée en 2010 entre IAI et OPK avec plusieurs points : construction de drones Heron « made in Russia », formation de 50 pilotes russes de drones en Israël, livraison de trois types de drones...

COLLABORATION ENTRE **PLUSIEURS ENTREPRISES ISRAÏELIENNES** ET **L'UE**

Les entreprises israéliennes collaborent avec l'Union Européenne depuis le début des années 2000 sur divers projet de R&D dans le cadre des PCRD (CAPEON, UAVNET, ...)

COLLABORATION ENTRE **IAI** ET **DASSAULT ??**

Collaboration, très controversée, sur le développement d'un nouveau Système Intérimaire de Drone MALE en remplacement du Harfang, basé sur la cellule d'un drone Héron TP.

JOINT-VENTURE ENTRE **ELBITS SYSTEMS** ET **SAGEM**

Cette jeune joint-venture vise à proposer des produits dérivés des deux entreprises (Sagem propose plusieurs gammes de drones à usage militaire et civil) mais aussi à développer des drones militaires tactiques, des mini-drones pesant jusqu'à une tonne, pour le marché européen principalement.

JOINT-VENTURE ENTRE **IAI** ET **EADS**

Créée pour le développement du *Harfang*, basé sur la cellule d'un drone Héron. Il fut appelé aussi Système Intérimaire de Drone MALE (SIDM). Le Harfang est entré en service en 2008 mais a très vite montré ses limites opérationnelles d'où la volonté d'acheter un nouveau système de drone intérimaire pour la période 2014-2020 en attendant l'arrivée à cette date d'un drone MALE de conception européenne.

C- Une UAS Academy fondée par IAI

Israël Aerospace Industries, dans un communiqué de presse du 9 février 2012, a annoncé l'ouverture d'un centre de formation de pilotes, d'opérateurs et de techniciens de drones. Il a été baptisé l'IAI UAS Academy. Il est destiné aussi bien à un public militaire, que paramilitaire ou civil et sera situé dans les locaux de l'entreprise près de l'aéroport Ben-Gourion. Le public accueilli pourra aussi bien être débutant, qu'expérimenté.

Cette création permettra sans nul doute de réaliser de grandes avancées dans le domaine de la certification et de l'harmonisation des procédures. Or, IAI travaillant avec de nombreux pays, il est certain qu'une partie de leurs utilisateurs viendront se former dans cette « Académie » accroissant au passage l'aura israélienne en matière de drone.



Visuel de présentation de l'Academie

(Source : IAI)

D- Fiches des principales entreprises Israéliennes conceptrices de drones

<p>ISRAËL AEROSPACE INDUSTRIES (IAI)</p>	
<p>Entreprise publique, acteur de renommée mondiale et plus gros employeur « technologique » d’Israël, IAI a déjà vendu des systèmes de drones à plus de 48 clients différents. Depuis les années 70, l’ensemble de ces drones a cumulé plus de 900 000 heures de vol selon l’entreprise.</p> <p>IAI a développé un modèle économique pour s’implanter sur les marchés étrangers du drone. Il consiste à s’associer avec des entreprises locales (par l’intermédiaire d’une joint-venture ou non). Ensuite, IAI construit des « kits » de systèmes de drones qui sont expédiés dans les pays associés pour être montés et adaptés aux demandes du client final. Cette stratégie a été mise en œuvre aux Etats-Unis, en Russie, au Brésil et en France par exemple.</p> <p>Aujourd’hui, le marché militaire représente 70% de l’activité d’IAI mais Yaïr Shamir, Président de l’entreprise jusqu’à l’été 2011, avait reconnu lors d’une interview au journal Globes, que l’avenir de l’entreprise était le civil. IAI pourrait profiter de ses compétences acquises au cours des derniers décennies pour travailler dans ce secteur qui est le plus à même de croître alors que le marché militaire est plus compliqué.</p> <p>Majoritairement publique, l’entreprise est sur la voie de la privatisation. Le remplacement de Yaïr Shamir par Dov Baharav mi-2011 a été fait dans ce but.</p>	
<p>Localisation : Lod</p> <p>Salariés : 17 000</p> <p>CA : 3 milliards de dollars (80% à l’export)</p> <p>Dirigeant : Dov Baharav</p> <p>Date de création : 1953</p>	<p style="text-align: center;">REFERENCES</p> <p>Tsahal, Inde, Brésil, Turquie, France (versions francisés des produits), Canada...</p>
<p style="text-align: center;">PRODUITS</p>	
<p>Spécialisée dans le drone militaire, IAI propose pas moins de huit familles de drones différents allant du mini-drone (Mosquito) au drone HALE (Eitan). C’est elle qui produit le fameux drone Héron vendu déjà à plusieurs centaines d’exemplaires dans le monde et très apprécié des forces de police pour les missions de sécurité intérieure.</p>	

<h2>ELBIT SYSTEMS</h2>	
<p>Plus grande compagnie privée israélienne d'armement, Elbit Systems est un concurrent sérieux à IAI dans le domaine des drones. Comme IAI, l'entreprise a développé une stratégie consistant à s'allier avec des entreprises étrangères afin de s'implanter sur leurs marchés. Les principaux programmes drones que mène Elbit ont des visées militaires et sécuritaires.</p>	
<p style="text-align: center;">Localisation : Haïfa</p> <p style="text-align: center;">Salariés : 12 000</p> <p style="text-align: center;">Chiffre d'affaires : 3,8 milliards d'euros</p> <p style="text-align: center;">Dirigeant : Elad Aharonson (UAS division)</p> <p style="text-align: center;">Date de création : 1960</p>	<p style="text-align: center;">REFERENCES</p> <p>Ventes quasi-exclusivement à des fins militaires ou sécuritaires (les drones skylark sont très appréciés par les forces spéciales du monde entier)</p> <p>Tsahal, Croatie, Singapour, Australie, Canada, République Tchèque, Géorgie, Etats-Unis, Grande-Bretagne...</p>
<h3>PRODUITS</h3>	
<p>La gamme de produit qu'elle propose est moins variés qu'IAI et est composé de trois gammes de produits :</p> <p>Hermès Skylark watchkeeper (avec Thalès).</p> <p>Les deux premières gammes de produits sont utilisées par une quinzaine d'armées dans le monde. Récemment encore, Elbit a signé un important contrat avec un Etat sud-américain d'environ 50 millions de dollars pour fournir des systèmes de drone Hermès 900.</p>	

BLUEBIRD AERO SYSTEMS



Petite entreprise fondée aux débuts des années 2000 par un ingénieur aéronautique, Ronen Nadir, BlueBird Aero System a depuis fait de grandes avancées. Si ses principaux contrats sont signés dans le domaine de la défense, elle espère jouer un rôle de premier plan mondial sur le marché civil.

Le groupe d'investissement financier Athlone Global Security qui est entré au capital de la start-up en 2007 est clairement dans cette optique. Selon son directeur, Don Almog qui déclarait à cette occasion : « Notre vision est une plus large utilisation de ces drones sur le marché civil. (...) Actuellement, les petits avions comme le Cessnas ou les hélicoptères sont souvent utilisés pour contrôler le trafic ou pour couvrir des grands événements comme des matches de football ou des visites de Premier Ministre. Ces activités peuvent être réalisées par des drones. Ils sont bien meilleur marché. Leur coût unitaire est de 9000 à 10000 dollars. Il reste seulement à résoudre les problèmes de législation et de permis ».

Localisation : Kadima

Salariés : environ 15

Chiffre d'affaires : n.c

Dirigeant : Ronen Nadir

Date de création : 2001

REFERENCES

Depuis sa création, l'entreprise n'a vendu que quelques dizaines de mini-drones. Elle semble développer des produits innovants dans l'attente de l'ouverture prochaine d'un marché civil.

PRODUITS

BlueBird Aero Systems propose actuellement quatre systèmes de drones dont deux présentent des caractéristiques très intéressantes pour le domaine civil :

Le mini-drone MicroB : il pèse un kilo à peine mais cela n'affecte pas ses performances puisqu'il est capable de voler plus de deux heures à une portée de 10 kilomètres. Sa grande force est sa facilité de mise en œuvre puisqu'elle s'effectue en sept minutes. Sa charge utile d'un poids maximum de 240 grammes l'autorise à transporter une caméra gyrostabilisée TV ou infrarouge de haute qualité.

Le mini-drone Boomerang : commercialisé depuis 2009 et destiné au marché civil, il utilise une pile à hydrogène comme mode propulsion. Pesant à peine 10 kilos, il est capable avec cette technologie de voler pendant 10 heures tout en transportant une charge utile d'environ 1,5 kilo. Cela est extrêmement rare pour un drone de ce gabarit. Il est peut-être à l'heure actuelle le seul sur le marché des mini-drones à en être capable de telles performances.

<h1>URBAN AERONAUTICS</h1>	
<p>UrbanAeronautics est une jeune société fondée par d'anciens membres d'Israël Aircraft Industries (IAI) qui souhaitent développer des concepts de véhicules aériens totalement novateurs. En effet, ils travaillent sur le développement de drones destinés à évoluer en milieu urbain et à transporter des personnes. Cette ambition est née durant la guerre du Liban en 2006. Le concept de base est un drone à rotors mais contrairement à un hélicoptère ses pales sont intégrées à la structure du véhicule ce qui permet un gain de place considérable.</p> <p>Destiné en premier lieu au marché militaire (UrbanAeronautics bénéficie du soutien financier de Tsahal), le concept devrait très fortement intéresser le secteur civil et en particulier le secteur médical (évacuations médicales) et le transport de marchandises. Il pourrait presque être possible d'y voir le transport urbain de demain. A noter aussi que les moteurs de l'appareil sont produits en France par Turboméca.</p> <p>Les premiers essais en vol d'un AirMule ont eu lieu en 2010. Un deuxième prototype est en cours de construction. Les premières présentations commerciales sont prévues en 2012 et son entrée en service aux alentours de 2014.-2015</p>	
<p>Localisation : Yavné</p> <p>Salariés : environ 15</p> <p>Chiffre d'affaires : n.c</p> <p>Dirigeant : Rafi Yoeli</p> <p>Date de création :</p>	<h2 style="text-align: center;">REFERENCES</h2> <p style="text-align: center;">A l'heure actuelle, aucune vente n'a été enregistrée car les produits sont en phase de conception ou d'expérimentation. Lors de sa présentation au Bourget 2011, l'OTAN a fait part de son intérêt pour le concept AirMule. De même, des services médicaux israéliens se sont aussi montrés intéressés</p>
<h2 style="text-align: center;">PRODUITS</h2>	
<p>La gamme de produits développer par UrbanAeronautics regroupe trois appareils :</p> <p>AirMule :</p> <p>Centaur : l'objectif est de pouvoir transporter jusqu'à 4 personnes</p> <p>X-Hawk : l'objectif est de pouvoir transporter jusqu'à 10 personnes</p>	

AERONAUTICS DEFENSE SYSTEMS	
<p>L'entreprise Aeronautics Defense Systems est généralement appelée « Aeronautics Ltd». Elle a été créée en 1997 et est spécialisée dans la vente de solutions de défense et dans les drones aériens et terrestres.</p> <p>Elle produit des drones à vocation principalement militaire mais ne s'exclue pas pour autant du marché civil. Elle a d'ailleurs réalisé quelques ventes au profit de ce dernier. Le site Internet de l'entreprise rappelle ainsi les nombreuses missions civiles réalisables par ces appareils (surveillance de pipeline, observation de pollution, soutien à la police, etc...).</p> <p>Un drone Aerostar a même été utilisé par une chaîne de télévision pour diffuser en direct des vidéos d'une élection politique. L'appareil suivait le véhicule d'un des candidats qu'il retransmettait à la télévision.</p> <p>Une collaboration a été entamée entre l'entreprise Canadienne CAE et Aeronautics au centre d'excellence des drones d'Alma à Lac Saint-Jean. Un drone, à vocation militaire, dominator produit par Aeronautics va en effet réaliser sur place toute une série de tests à partir de 2012.</p>	
<p>Localisation :</p> <p>Salariés : 750</p> <p>Chiffre d'affaires : 150 millions de dollars</p> <p>Dirigeant : Avi Leumi</p> <p>Date de création : 1967</p>	<p style="text-align: center;">REFERENCES</p> <p style="text-align: center;">Israël, Etats-Unis, Pays-Bas, Pologne</p>
PRODUITS	
<p>Aeronautics propose six gammes de produits allant du mini-drone (Orbiter) au drone MALE (le Dominator qui est un avion dronisé dont la cellule est un avion autrichien Diamond DA42). L'entreprise produit aussi des drones à rotor (Picador).</p>	

III/ D'autres pays dans la course

A- Le Canada : un centre d'excellence drone prometteur

Après deux ans de réflexion et de négociations, le centre d'excellence drones a été créé au milieu de l'année 2011 sur le site de l'aéroport d'Alma. La ville située au Québec compte 30 000 habitants. Le centre a pour objectif de devenir « *un des seul centres à travers le monde en mesure de fournir de la formation, de l'entraînement ainsi que de la recherche et développement* »²³⁷ selon le directeur de l'aéroport Nicol Minier. Le site permettra ainsi la réalisation d'essais en vol. Plus d'une vingtaines de partenaires sont engagés dans ce projet dont la compagnie CAE l'un des leaders mondiaux dans le domaine des technologies de simulation et de modélisation destinées à l'aviation civile et militaire. **En octobre 2011, un important partenariat a été signé entre le centre d'excellence avec l'entreprise Israélienne Aeronautics Defense Systems** qui viendra réaliser les tests de ses drones Dominator à partir de janvier 2012.

Les autorités locales conscientes des craintes que peuvent susciter la présence à venir des drones dans le ciel des environs, ont décidé d'organiser des réunions publiques à partir du mois de novembre 2011 afin d'expliquer à la population les objectifs du centre et les conditions de sécurité mises en place. Bien entendu, ces autorités locales attendent aussi d'importantes retombées économiques.

Des similitudes sont à remarquer entre le centre d'excellence drone d'Alma et la technopole Technowest de Mérignac qui grâce au projet CESA est censé devenir dans les prochaines années un centre de test et d'expertise de grande importance en France voire en Europe. Le site canadien semble réussir pour l'instant avec succès son démarrage, c'est pourquoi il sera important de suivre ses évolutions ainsi que son mode de fonctionnement. Des idées intéressantes peuvent en découler.

²³⁷ <http://www.l'elacstjean.com/Actualit%C3%A9s/2011-10-31/article-2791965/Centre-dexcellence-des-drones-Israel-regarde-du-cote-de-l'aeroport-dAlma/1>

B- La Chine : Un accroissement rapide des compétences

La Chine conçoit des drones depuis plusieurs décennies. Il semblerait même qu'elle ait commencé cette activité dans les années 60. L'industrie n'a cependant pas évolué comme aux Etats-Unis ou en Israël. D'ailleurs, nombre de leurs modèles de systèmes de drones sont issus d'une ingénierie inversée effectuée sur des appareils de ces deux Etats. Toutefois, ces dernières années semblent marquer un tournant tant les progrès réalisés sont considérables. Le pays serait dorénavant capable de produire ses propres drones.

Cette évolution fait suite à la prise en compte par les autorités chinoises de la mutation de la stratégie militaire américaine et l'accroissement massif du recours à ces appareils. A cela s'ajoute la prise de conscience des enjeux financiers que représente cette technologie dans un futur proche. Certaines sources suggèrent d'ailleurs que la Chine proposera ses drones militaires aux acheteurs auxquels les Etats-Unis et Israël se refusent de vendre. Néanmoins, le marché civil n'est pas oublié et les industriels chinois commencent à proposer des produits très intéressants en particulier pour les activités de sécurité intérieure et de surveillance. On remarque ainsi que de plus en plus de drones issus des usines de ce pays sont présentés lors de salons spécialisés (salon aéronautique de Singapour, Salon du Bourget, etc.). L'intérêt porté aux appareils chinois croît lui aussi régulièrement.

Si la technologie chinoise semble avoir encore des avancées à faire dans les domaines de la propulsion et de l'électronique embarquée, les progrès sont conséquents et rapides. De plus, le pays conçoit actuellement des drones de toutes les catégories : mini-drone, MALE, HALE, UCAV, à rotors, à ailes battantes... En Chine et comme aux Etats-Unis et en Israël, les connexions entre militaire et civil sont très importantes. C'est le cas en particulier entre les industries de défense et les milieux académiques. Les premiers sont d'ailleurs « friands » des seconds et c'est la raison pour laquelle les autorités ont mis en place deux systèmes de financements afin de développer les recherches qui peuvent alimenter le secteur militaire comme le secteur civil (*les drones entrent bien entendu dans cette définition*). Ces deux mécanismes sont les suivants :

- **Projet 863** : programme de subventions financé par l'Etat qui a pour objectif de stimuler les industries de haute-technologie et ceux liés à la sécurité nationale. Ce programme existe depuis 1986 et a été renouvelé cinq fois.
- **Le Fonds National des Sciences Naturelles** : il finance les sciences appliquées et la recherche technologique.

En 2011, 70 instituts de recherches militaires et instituts de cartographie ont présenté 52 drones²³⁸. Il paraît certain que le pays développe en masse ces appareils.

La grande opportunité pour l'industrie du drone chinoise (comme pour beaucoup d'autres d'ailleurs) réside dans la taille du marché domestique qui n'a pas d'équivalent dans le monde. Il est certain que les agences gouvernementales utiliseront des drones pour effectuer de la surveillance maritime (très important pour la Chine), de frontières et autres. En 2011, la Province du Liaoning est devenue la première du pays à utiliser des drones pour surveiller son espace maritime composé de 506 îlots et s'étalant sur plus de 150 000 km². Ils viennent compléter les satellites. Les autorités de la province ont prévu d'investir plus de 5,7 millions d'euros supplémentaires en 2012²³⁹. Les acteurs privés devraient eux-aussi utiliser ces appareils de manière intensive quand la technologie sera au point. **Les effets d'échelle induits par la taille du marché intérieur permettront sans doute aux entreprises chinoises de proposer à l'export des produits à des coûts bas.** Le groupe China Aviation Industry qui a connu une croissance de plus de 18,8% en 2011 a ainsi prévu d'investir dans les systèmes de drones de type hélicoptère. La société développe déjà un drone MALE baptisé Pterodactyl.

FOCUS ENTREPRISE

ASN Technology Group (Xi'an - Shaanxi)

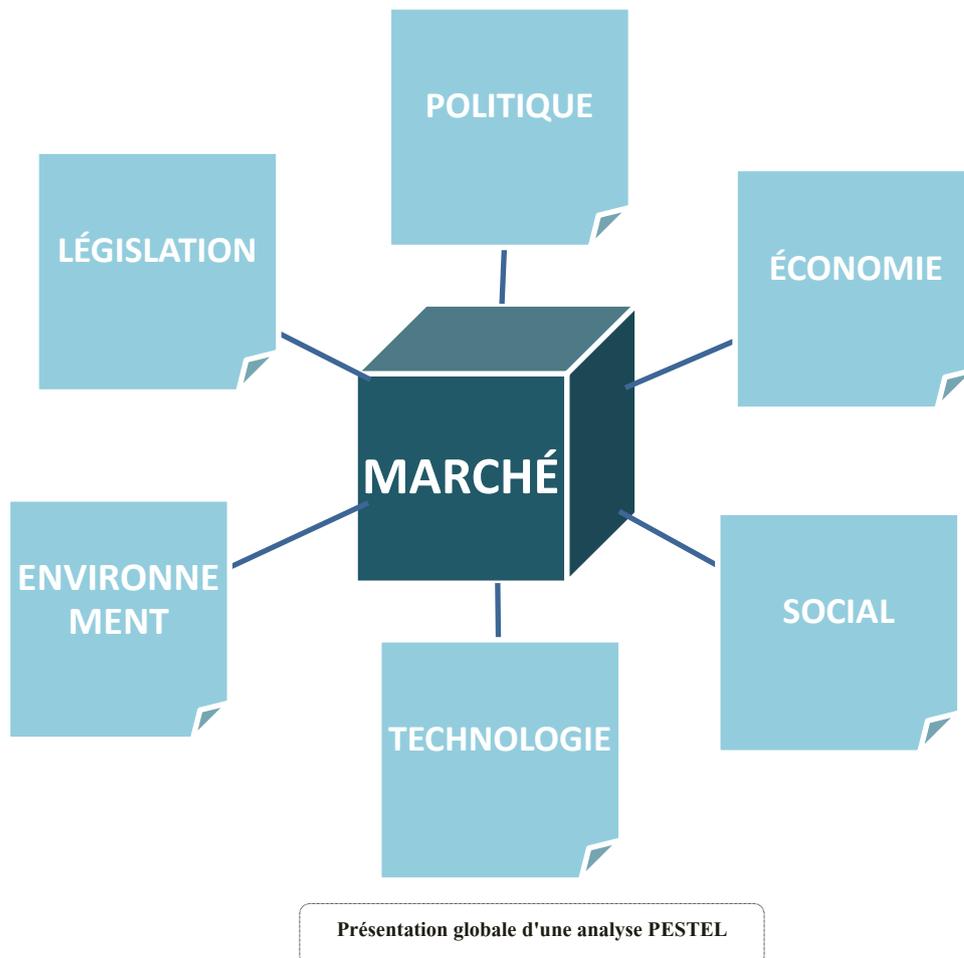
C'est l'acteur industriel emblématique du pays en matière de drone. L'entreprise fabrique des drones depuis 1958 et revendique plus de 90% du marché chinois. Selon son site Internet, elle emploie quelques 500 personnes travaillant uniquement sur les systèmes de drones. Elle a fabriqué 40 types d'appareils et en a vendu plus de 1 500 aux forces armées chinoises principalement.

²³⁸ China Daily : PLA's UAVs achieve 'combat effectiveness' – 10/06/2011

²³⁹ Shanghai Daily : [China uses unmanned aircraft for marine surveillance](#) – 29/11/2011

Analyse PESTEL

Dans un but de diagnostic stratégique, le modèle PESTEL aide à déterminer quelles tendances Politiques, Economiques, Sociologiques, Technologiques, Ecologiques et Légales peuvent affecter un marché et les organisations. On tente, en clair, d'analyser les grandes forces structurantes de l'environnement du marché comme le montre le schéma ci-dessous.



Il convient d'analyser ensuite chaque force structurante afin de détecter les points positifs et les points négatifs pour le développement d'une filière industrielle des systèmes de drones en France.

	POINTS POSITIFS	POINTS NEGATIFS
	<p>Besoin de nouveaux investissements pour relancer la croissance auxquels s'ajoute une volonté de réindustrialisation du territoire français.</p> <p>Des Régions commencent à s'intéresser sérieusement à la filière (Aquitaine et PACA) en soutenant des projets structurants et utiles à son développement.</p>	<p>Crise de la « gouvernance » : les rapports entre acteurs politiques et économiques restent compliqués.</p> <p>Pas de stratégie nationale en France pour la filière, seulement un embryon avec Sysdrones.</p> <p>Période électorale : manque de stabilité sur le sujet et difficulté pour anticiper.</p>
	<p>Bonne image du secteur aéronautique civil français (avion de transport de passagers et d'affaires tout particulièrement).</p> <p>Apparition de nouvelles sources de financement propice aux secteurs industriels dits stratégiques. Exemple : le Fonds Stratégique d'Investissement (FSI).</p>	<p>Crise économique : réduction de la consommation, des commandes publiques et privées, des financements, etc....</p> <p>Rapport euro/dollar défavorable pour l'export.</p>
		<p>« Peurs » accrues du chômage des pilotes: craintes du remplacement par des robots → suppression d'emplois par la robotisation (épandages agricoles, etc...).</p> <p>La question de l'acceptation de nouvelles technologies robotiques : peur d'une déshumanisation de certaines activités.</p>
	<p>Connaissances des technologies nécessaires à la conception des drones : pas de rupture technologique.</p> <p>Nombreux projets en cours.</p> <p>Nouvelles découvertes potentielles (brevets...)</p> <p>La qualité de l'enseignement dans les établissements universitaires français.</p>	<p>Les investissements importants pour mettre au point les technologies liées aux drones.</p> <p>Les contraintes de sécurité liées à la certification et à la régulation aérienne augmenteront les coûts de développement.</p> <p>La vitesse de transfert des technologies.</p>
	<p>L'image « clean » des drones : beaucoup d'entre eux utilisent des sources d'énergie propres.</p>	
	<p>Implication importante des acteurs français de la régulation aérienne dans la création de normes de circulation et de certification.</p>	<p>La sévérité des normes et règles dans l'aéronautique.</p>

Analyse SWOT

STRENGTHS (Atouts)	WEAKNESSES (Faiblesses)
<ul style="list-style-type: none">● Ce n'est pas une technologie de rupture : si fabriquer des drones est compliqué, pour autant les technologies nécessaires sont connues.● Coût d'achat et d'utilisation en comparaison avec les avions classiques²⁴⁰ : il n'existe pas encore beaucoup de comparaisons sur le sujet mais il est probable que l'utilisation de drones dans certains contextes plutôt que d'un avion ou d'un hélicoptère, peut contribuer à faire des économies conséquentes.● La réalisation de missions suivant la règle des trois « D » : l'aéronautique peut franchir un nouveau cap en permettant la réalisation de tâches qui étaient jusque-là inenvisageables pour un engin volant.● Le champ des acheteurs potentiels : l'infinité du champ d'intervention possible sous-entend que le nombre d'acquéreurs potentiels est élevé.● Facilité d'utilisation et maniabilité : les systèmes de drones civils devant être dirigés par des non-pilotes, ils se doivent d'être davantage automatisés que les militaires afin d'éviter des accidents.● « L'irrigation » de nombreux champs technologiques : une production de masse de systèmes de drones entrainerait l'apparition de nouveaux champs de recherche de très haut niveau constituant un atout pour la compétitivité d'un pays.	<ul style="list-style-type: none">● Le développement des technologies nécessaires implique des investissements importants : concevoir et développer des drones implique la mobilisation de moyens financiers, de nombreuses connaissances techniques et d'infrastructures suffisantes.● La dispersion des acteurs : l'industrie du drone n'est pas encore mise en place. Cette dernière est compliquée car la production des engins doit faire appel à des entreprises de divers secteurs.● Le manque de coordination européenne : des travaux sont en cours au niveau européen sur le sujet mais ils restent embryonnaires, à l'exception de la question des bandes passantes.● Les transmissions de données dans un environnement déjà saturé en onde : cette situation implique elle aussi de nombreux efforts financiers et matériels pour la surmonter.● Le manque de culture globale sur les drones : si les gens connaissent le terme de drone, ils ne peuvent clairement le définir et en ont généralement une mauvaise image puisqu'ils considèrent avant tout que ce sont des « engins de mort ».● La fiabilité actuelle : les incidents techniques restent encore élevées en comparaison des avions pilotés.

²⁴⁰ Par exemple, l'Institut agronomique de Paris VI avait chiffré à 30% l'économie réalisée en produits phytosanitaires grâce à l'utilisation d'un engin à voilure contra rotative (que l'on trouve sur certains modèles de drones) par rapport à une voilure classique d'hélicoptère.

OPPORTUNITIES (opportunités)	THREATS (Menaces)
<ul style="list-style-type: none"> ● L'augmentation du prix des carburants : c'est un fait, le prix du pétrole augmente et continuera d'augmenter dans les prochaines années. Les drones qui n'utiliseront pas cette énergie et qui réaliseront des missions actuellement remplies par des avions classiques auront un avantage certain. ● Le renforcement des mesures environnementales : les fabricants d'avions et d'hélicoptères doivent faire beaucoup d'efforts très coûteux pour respecter les normes environnementales de plus en plus drastiques. ● Le perfectionnement des technologies liées aux drones : l'industrie des drones contribue mais aussi profite des avancées technologiques réalisées dans le domaine informatique, électronique, etc. ● La RGPP : l'Etat est depuis plusieurs années dans une logique de RGPP où les « économies » sont le maître mot. L'utilisation de drone dont l'un des avantages est son faible coût par rapport à d'autres matériels utilisés par l'Etat (hélicoptères, etc.), pourrait être une des solutions pour parvenir à l'objectif de réduction des dépenses. ● Une législation et une réglementation adéquates : une « bonne » législation permettra de créer le climat de confiance propice pour le recours aux drones. ● Possibilité d'être prêt à temps pour l'ouverture des marchés : la France a certes du retard vis-à-vis des Etats-Unis et d'Israël et la Chine réalise des avancées impressionnantes. Pour autant, ses capacités industrielles sont très importantes sous réserve d'une bonne coordination au sein du secteur. ● Des business models efficaces : une offre lisible doit pouvoir être rapidement proposée aux clients. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Le manque de soutien au développement de la filière : la France accuse un certain « retard » face aux Etats-Unis et dans une moindre mesure face à Israël. Un soutien des pouvoirs publics est indispensable. ● Les risques de dérive quant à l'utilisation des drones : la miniaturisation devrait sans doute faire d'importants progrès dans l'industrie des systèmes de drones dans les prochaines années. Elle devra être contrôlée. ● La création de lobbies anti-drones : il en existe déjà comme ce collectif baptisé « stop-drones » qui a vu le jour à Saint-Martin d'Uriage. Il regroupe des parents qui souhaitent limiter l'utilisation du drone de loisir AR Drone de Parrot dans les lieux publics. ● Un retard trop important du développement de la filière française face à la concurrence étrangère : si la filière française des systèmes de drones ne parvenait pas à se mettre en place dans un futur proche (quelques années), les « produits » étrangers seront pour leur part, déjà prêts. Il n'y aurait donc plus qu'à les acheter sur étagère. Développer des produits français coûterait alors trop cher. ● Une législation trop contraignante : les règles de certification, d'insertion dans l'espace aérien et de limitation dans l'utilisation des drones sont trop compliquées ou inadéquates. ● Taux de change dollar/euro : un euro fort risque d'entraver les exportations. ● Une pluralité d'acteurs drones aux offres « trop » hétéroclites : il deviendrait difficile aux clients potentiels d'avoir une lisibilité claire des services proposés. ● Risque de perte d'emplois pour les pilotes ou perçu comme tel.

ANNEXES

Annexe 1 : Auditions réalisées

Ont été successivement entendus :

M. ANTHONY MENSIER : **Consultant-Analyste en intelligence stratégique, Contre piraterie chez Triskel** – Auteur d'un mémoire lors de sa 4^{ème} année à Science Po Bordeaux : *Les drones au sein de l'industrie de l'armement : Etat des lieux et perspectives.*

M. JEAN-CLAUDE VIOLLET : **Député de la 1^{ère} circonscription de Charente** - Co-auteur d'un *Rapport d'Information Parlementaire sur les drones* en 2009.

M. PHILIPPE BLANLOEUIL : **Doctorant à l'Institut I2M de Bordeaux 1**, département acoustique/physique. Thèse en cours : *propagation d'ondes acoustique dans un milieu non-linéaire*

M. RAPHAËL ROYER : **Doctorant au Laboratoire de Mécanique physique de Bordeaux 1, Commissaire chez Aquidoc et trésorier d'Eurodoc** (Conseil Européen des Doctorants et Jeunes Docteurs).

M. NICOLAS BOUCHERON : **Ingénieur aéronautique chez Airbus** à Toulouse.

M. JEAN-FRANÇOIS GIRE : **Chef de projet Aéroparc**, co-président d'UVS France.

M. JEAN-CHRISTOPHE DRAI : **Responsable innovation à Technowest**, co-président d'UVS France.

Mme. ANNE-CECILE PETIT : **Chargée de mission - Aéronautique - Spatial – Défense à la Région Aquitaine en charge des questions liées aux drones.**

Mme. TRANG PHAM : **Responsable du Cluster AETOS** en Aquitaine.

Annexes 2 : Projets de LaBex mentionnant les systèmes de drones

INTITULE DU PROJET		Maîtrise des Systèmes de Systèmes Technologiques
PORTEUR		Université de Technologie de Compiègne
SECTEUR / DISCIPLINE(S)		Sciences du numérique / Sciences et technologies du matériel
DESCRIPTION		Le projet vise un champ d'application large, avec de très forts enjeux socio-économiques dans les domaines du transport et de la mobilité (voiture électrique intelligente, systèmes de transports multimodaux), de la sécurité (mini-drones), de l'ingénierie pour la Santé (rééducation fonctionnelle, micro-nano technologies pour les systèmes biologiques) et de l'environnement (gestion en temps réel de l'évacuation des eaux pluviales).
APPORTS POUR	LA SCIENCE	De nouvelles approches pour la conception et l'optimisation de systèmes hétérogènes et multi-échelles seront explorées, avec pour objectif d'améliorer leur sécurité et la robustesse, ainsi que de développer les coopérations et interactions entre systèmes et entre les hommes et les systèmes. Le projet est construit autour de trois axes principaux : - interaction et coopération entre systèmes : gestion des flux d'information dans les réseaux, traitement distribué de l'information ; - gestion des incertitudes : modélisation des incertitudes, robustesse aux incertitudes et intégrité, prise en compte des incertitudes en modélisation numérique ; - conception optimisée des Systèmes de Systèmes technologiques (SdST) : optimisation multi-niveau et multi-physique, ordonnancement et synchronisation de sous-systèmes mobiles, sûreté de fonctionnement des SdST.
	LE CITOYEN	Les avancées scientifiques et technologiques au niveau des systèmes se traduisent par de nouvelles fonctionnalités ayant un impact dans la vie de tous les jours, comme la gestion intelligente des transports (moins d'attente par exemple), ou encore, dans le domaine de la rééducation, la mise à disposition de nouveaux systèmes robotiques miniaturisés.
	LE SYSTEME DE RECHERCHE	Le projet proposé est structurant et transformant pour le site universitaire de Compiègne autour du Collégium dans le domaine de l'ingénierie. Il se traduit par une masse critique sur des sujets transverses et va permettre d'aborder des sujets de recherche plus ambitieux dans le futur avec un bras de levier significatif concernant le partenariat avec le monde industriel.
	LA FORMATION	Les liens en termes de formation s'inscriront notamment dans le cadre du pôle de compétitivité interrégional I-TRANS.
	L'ECONOMIE	Le projet concerne des enjeux socio-économiques très importants dans les domaines du transport et de la mobilité (voiture électrique intelligente, systèmes de transports multimodaux), de la sécurité (mini-drones), de l'ingénierie pour la Santé (rééducation fonctionnelle, micro-nano technologies pour les systèmes biologiques) et de l'environnement (gestion en temps réel de l'évacuation des eaux pluviales).
LOCALISATION	REGION(S)	Picardie
	VILLE(S)	Compiègne

INTITULE DU PROJET		Solutions Numériques, Matérielles et Modélisation pour l'Environnement et le Vivant
PORTEUR		Université Montpellier 2
SECTEUR / DISCIPLINE(S)		Sciences du numérique / Sciences et technologies du matériel
DESCRIPTION		<p>Le projet Numev développera les technologies de l'information et de la communication pour les domaines de l'environnement et du vivant, selon plusieurs axes : modélisation, algorithmes et calculs, données scientifiques (traitement, intégration, sécurisation) et systèmes, modèles et mesures.</p> <p>Deux grands projets intégrés sont planifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observation de l'environnement et du vivant : conception de capteurs et leur mise en réseaux, développement de systèmes de spatialisation (drones, micro-satellites), traitement des données ; - Aide à la personne malade ou déficiente : neuro-prothèses, robotique médicale, capteurs physiologiques "embarqués".
APPORTS POUR	LA SCIENCE	Ce projet exploitera les avancées en matière de traitement de l'information et de la communication pour des applications dans les domaines de la santé et de l'environnement. Les avancées sont attendues non seulement dans les domaines de la modélisation, du traitement des données massives et hétérogènes ou de l'algorithmique mais aussi dans le domaine des capteurs et des actionneurs pour l'environnement et la santé.
	LE CITOYEN	Ce projet aura deux retombées majeures concernant d'une part l'environnement avec des mesures et des analyses plus précises de l'environnement et d'autre part, des avancées dans le domaine du médical au travers d'une robotique spécialisée.
	LE SYSTEME DE RECHERCHE	Il s'agit du seul laboratoire européen engagé sur cette voie en couvrant à la fois les architectures matérielles et les architectures logicielles avec des objectifs liés à l'environnement et à la santé. Ce projet s'insère de plus complètement dans l'écosystème de Montpellier et sa région et va amener un caractère transformant très marqué.
	LA FORMATION	La forte articulation des forces de recherche avec la formation est l'un des atouts de ce projet, au travers de l'école doctorale "Information, Structures et Systèmes" (I2S), des masters en interaction avec cinq composantes de formation, et la mise en place récente des masters interdisciplinaires "STIC Santé" (développement d'un partenariat université de Montpellier 1, université de Montpellier 2, Institut TELECOM, Ecole des Mines d'ALEX) et "STIC Environnement". Il est prévu pour les doctorants, la systématisation des écoles d'été, des manifestations "docteurs et entreprises", la participation à des actions de R&D, etc. Les actions ciblées sur les niveaux master et doctorat seront complétées par des actions au niveau licence ainsi que par des formations par apprentissage.
	L'ECONOMIE	L'environnement et la santé sont deux domaines prioritaires et la France dispose à la fois des grands groupes et d'un tissu de PME qui pourront bénéficier des innovations matérielles et logicielles et consolideront ainsi leur position dans la compétition mondiale.
LOCALISATION	REGION(S)	Languedoc-Roussillon
	VILLE(S)	Montpellier