



The Association of  
United States and European  
Aerospace Industry Representatives

et



AN EADS COMPANY



présentent

## USAIRE Student Award 2013

Avec le parrainage de Madame Fleur PELLERIN  
Ministre déléguée chargée des Petites et Moyennes Entreprises, de  
l'Innovation et de l'Economie numérique

*En 2040, y aura-t-il un  
pilote dans l'avion ?*

*Les applications drones  
civiles et militaires*

*2040 AIRPLANE! Will  
there be a pilot on board?*

*Civil and military drone  
applications*

# Aidez ASF à voler au secours des populations en détresse



Aviation Sans Frontières  
FRANCE

## Aviation Sans Frontières en 2012

La voie des airs pour secourir la Terre

- 700** bénévoles sur tous les terrains
- 1847** heures de vol en Afrique
- 1167** enfants en urgence de soins accompagnés vers l'Europe
- 1140** réfugiés escortés vers de nouveaux horizons
- 7777** colis acheminés vers des structures isolées
- 10** tonnes de lait ou produits nutritionnels distribués
- 15** tonnes de fret humanitaire expédiées
- 1122** baptêmes de l'air pour des personnes handicapées

Vous trouverez un bulletin d'adhésion ci-après  
[www.asf-fr.org](http://www.asf-fr.org)



## À la rencontre des bénéficiaires des actions d'Aviation Sans Frontières



**Jour 1-** Il est un peu plus de 10h lorsque notre avion AIR FRANCE quitte la grisaille locale à destination de Madagascar. Le but ? Rencontrer les bénéficiaires des actions d'Aviation Sans Frontières dans le cadre de la mission effectuée du 18 Mars au 6 Avril par M.O.I (Médecins de l'Océan Indien) et dont l'objectif est d'apporter des soins gratuits à des populations locales dans le besoin. À l'arrivée, Léontine, correspondante d'ASF à Madagascar nous accueille très chaleureusement.

**Jour 2-** Après 9h de route, nous arrivons enfin à Fénérive-Est, à 450km au nord-est de la capitale, où nous rencontrons le président de M.O.I, le Docteur Firoze Koytcha et toute son équipe de médecins.



**Jour 3-** Nous accompagnons les médecins afin de découvrir leur environnement de travail et rencontrer les patients bénéficiaires du matériel et des médicaments envoyés par la Messagerie Médicale d'Aviation Sans Frontières. Malgré l'heure matinale, ils sont déjà nombreux à attendre lorsque nous arrivons (surtout des jeunes enfants et leur famille). La journée peut alors commencer. Une fois opérés, les

patients sont transportés par leur famille dans une salle de repos où ils sont suivis quelques jours par un médecin de M.O.I avant que des médecins locaux prennent la relève. Nous repérons facilement les nombreux envois d'ASF stockés dans la plupart des salles de l'hôpital.

Une chaîne logistique importante a été mise en place par M.O.I pour permettre l'acheminement de ce matériel médical : envoi par ASF des colis qui transitent jusqu'à la Réunion sur des vols AIR France. Ils prennent ensuite la voie maritime entre l'île de la Réunion et l'île de Sainte-Marie avant d'emprunter des bateaux de pêche entre Sainte-Marie et Soanierana Ivongo. Ces trajets sont judicieusement négociés par le Docteur Koytcha afin de réduire les coûts : les navires partent vers la Réunion remplis de marchandises, et au lieu de repartir à vide, se chargent de nos colis contenant le matériel médical vers Madagascar.

À l'hôpital, la journée est encore loin d'être terminée et se finira ce soir-là vers 22h (il n'est en effet pas rare que les médecins opèrent et soignent jusqu'à des heures très tardives!).

**Jour 4-** Alors que de nombreux Malgaches sont vêtus de leurs plus beaux vêtements pour célébrer la messe de Pâques, il est déjà temps pour nous de repartir vers l'aéroport, des images plein la tête... Parce que malgré 20h d'avion, 20h de voiture et 36h sur place, cela valait réellement la peine de rencontrer les équipes soignantes françaises et locales et de nous assurer de la traçabilité des envois de matériel médical depuis Orly jusqu'aux centres de santé malgaches.

### **Un bilan chargé d'émotions**

La générosité, le savoir-faire et la simplicité des médecins nous ont beaucoup touchés tout comme nous gardons en mémoire les sourires des enfants ainsi que la bonne humeur des malgaches.



Cette mission nous a permis de constater in situ l'importance du travail effectué par la Messagerie Médicale et ses bénévoles. En effet, leurs contributions aux actions de M.O.I ont permis sur cette mission, la prise en charge de plus de 230 interventions chirurgicales et le traitement de près de 10 300 malades, toutes pathologies confondues (de l'ophtalmologie à la cardiologie, en passant par la gastro-entérologie ou l'O.R.L.). Le docteur Koytcha et toute son équipe apprécient cette collaboration avec ASF pour sa qualité logistique et l'engagement des bénévoles. Ils parlent déjà de la prochaine mission et ASF sera bien sûr présente à leurs côtés

**Christelle Longo**

**Prix Spécial  
Aviation Sans Frontières -  
Student Award Usaire 2012.**



## Bulletin d'Adhésion

Document à renvoyer à :

**Aviation Sans Frontières  
Orly Fret 768  
94398 Orly Aéroport Cedex**

Nom :  
Prénom :  
Adresse :

Code Postal :                      Ville :  
Pays :  
Tél. :                                  Mobile :  
E-mail :

Adhésion annuelle : 35 €

Je souhaite faire un don d'un montant de :

25 €

40 €

65 €

115 €

Autre : \_\_\_\_ €

J'accepte de recevoir mon reçu fiscal par e-mail

Je règle par :

Chèque bancaire ou postal (à l'ordre d'Aviation Sans Frontières)

Carte Bancaire (Visa, MasterCard, American Express...)

N° \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Cryptogramme : \_\_\_\_ Expire fin : \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Paiement en ligne sur [www.asf-fr.org](http://www.asf-fr.org)

Prélèvement automatique :

Etablissement teneur du compte à débiter :

Banque :

N° du compte :

Adresse :

USAIRE

Code Postal : \_\_\_\_\_ Ville :

Date : \_\_\_\_\_

Signature (obligatoire)

66% de votre don sont déductibles de vos impôts dans la limite de 20% de votre revenu imposable.  
Un don de 35€ vous revient à 11,90€  
(un reçu fiscal vous sera envoyé)

*Premier Prix*  
**Mickael Boisard & Kevin Humbert**  
**IPSA**

**Page 10**

*Deuxième Prix*  
**Samuel Auzols**  
**ESC Troyes**

**Page 21**

*Troisième Prix*  
**Coralie Elmaleh & Gaël Fournier**  
**Université Pierre et Marie Curie & ESTACA**

**Page 33**

*Quatrième Prix*  
**Nadia Mtarrah**  
**ESSEC**

**Page 46**

*Prix Aviation Sans Frontières*  
**Nadia Mtarrah**



### *Premier Prix*

Deux billets aller-retour Paris-Singapour offerts par Singapore Airlines et visite du site de Rolls-Royce à Singapour

Deux appareils photo offerts par Panasonic

Deux abonnements d'un an offerts par Air & Cosmos

Deux chèques de 250 euro offerts par USAIRE

### *Deuxième Prix*

Visite des usines de São José dos Campos offerte par Embraer avec deux allers-retours Paris-São Paulo

Un appareil photo offert par Panasonic

Un an d'abonnement d'un an offert par Air & Cosmos

Un chèque de 250 euro offert par USAIRE

### *Troisième Prix*

Un séjour pour deux personnes avec Air Méditerranée

Deux abonnements d'un an offerts par Air & Cosmos

Deux chèques de 250 euro offerts par USAIRE

### *Quatrième prix*

Une semaine d'immersion dans le bureau de design de Marshall Aerospace and Defence Group à Cambridge

Un an d'abonnement offert par Air & Cosmos

Un chèque de 250 euro offert par USAIRE

### *Prix ASF*

Une découverte des activités d'Aviation Sans Frontières



## *Les Membres du Jury 2013*

**Jean CARON**

Cassidian

**Carl CHEVILLON**

Raytheon

**Jean-François COUTRIS**

CCInt

**Jean-Pierre DEVAUX**

Direction Générale de l'Armement

**Nathalie DOMBLIDES**

Direction Générale de l'Aviation Civile

**Jean-Marc FRON**

Boeing

**Guy GIRIER**

Armée de l'Air

**Pascal HUET**

Airbus

**Henri HURLIN**

Aviation Sans Frontières

**Guillaume LECOMPTE-BOINET**

Air & Cosmos

**Pascal PARANT**

AAR Corp.

**Olivier PEDRON**

Rockwell Collins

**Romain POLY**

Rolls-Royce

**Jean-Philippe RIEUF**

Moog

*Mickael BOISARD*  
&  
*Kevin HUMBERT*

*Nous sommes en 2040, le paysage aéronautique propose des avions sans pilote, civils et militaires.*

## UN BESOIN D'EDUCATION

Dans les années 2010, la population n'était pas radicalement opposée à l'usage de drones pour le transport de personnes. Néanmoins, elle exigeait des garanties en termes de sécurité et de fiabilité et se disait à plus de 40% prête à prendre place à bord d'aéronefs sans pilote dans des conditions de sécurité satisfaisantes et ils étaient plus de 55% prêts à utiliser ces systèmes drones si aucun autre moyen de transport n'était envisageable. L'éloge et le rôle rassurant que l'on accorde généralement aux pilotes ne peut vraisemblablement pas être substitué à une machine, aussi « intelligente soit-elle ».

## CHIFFRES CLEFS (décembre 2039)

**75%** Des personnes sont prêtes à prendre un avion sans pilote

**25%** Refusent catégoriquement de prendre place à bord d'aéronefs sans pilote

**10%** Accepteraient l'usage de drones civils si le coût est significativement inférieur aux autres modes de transports plus standards



## LES NOUVEAUX INGENIEURS EN DRONISTIQUE

Ces 30 dernières années, la croissance exponentielle en matière de technologie drone a nécessité des experts techniques performants capables de concevoir et d'optimiser des systèmes drones innovants.

Les écoles d'ingénieurs françaises de l'Air et de l'Espace ont alors répondu à cette demande industrielle en proposant des cycles de spécialisation exclusivement réservés à l'apprentissage de ces nouvelles techniques. On a alors assisté dès le début des années 2015 à l'émergence d'une nouvelle science, la dronistique, qui s'est rapidement révélée être riche d'opportunités d'emplois.

Alliant une triple compétence en Aérodynamique, Intelligence Artificielle Autonome (IAA) et Systèmes d'Informations Numériques, ces ingénieurs possèdent une véritable polyvalence technique et ont pour vocation d'intégrer efficacement l'industrie des drones.

De la phase Recherche & Technologie à la production et à l'exploitation d'un système drone innovant en passant par la chaîne logistique et opérationnelle, ils participent activement à l'essor et au rayonnement de l'ensemble de l'industrie française et européenne de systèmes drones.

## LES PILOTES DE CHASSE : CES HEROS !

Bien plus que des combattants, les pilotes de chasse demeurent bien souvent à l'issue de conflits, comme les véritables héros de la guerre !

Cette conception héroïque que l'on accorde à ces chasseurs est bien ancrée dans les mœurs et notre enquête auprès de la population en témoigne :

*« Ce sont des soldats patriotes et vaillants, visionnaires et tenaces, dotés d'une intelligence hors norme et d'une capacité physique et psychologique à toutes épreuves ne reculant pas devant l'adversité de l'ennemi »*

**Aujourd'hui en 2040, le développement d'escadrons de drones assistant les opérations de ces chasseurs intensifie ce sentiment de puissance et améliore très nettement l'efficacité de nos héros à travers le monde lors des conflits aériens armés.**

## LES DRONES AU SERVICE DE L'HUMANITE

Le succès croissant qu'a connu l'industrie des drones civils ces 30 dernières années a été facilité par la double étiquette qu'on lui attribue : défense-sécurité et service humanitaire. Lorsque la présence d'équipage à bord n'apportait pas de plus-value, les drones à usage civil, professionnel et humanitaire se sont imposés comme une solution simple, peu onéreuse, réactive, discrète, endurante et efficace. Ils se sont introduits progressivement dans tous les domaines d'activités d'une Nation: agriculture et pêche, génie civil, santé, cinéma et loisirs, télécommunications et médias, sécurité (suivi de mouvement de foule) et maintenance de réseaux, recherche scientifique (étude des migrations des espèces, océanographie) et prévention de catastrophes naturelles (sismologie, éruptions...), approvisionnement en zones difficiles et convois humanitaires etc...



L'absence de pilotes a permis d'optimiser les formes aérodynamiques selon les missions effectuées ouvrant la voie aux premiers drones hybrides dès les années 2010. Ces systèmes sont alors capables de modifier leur aérodynamisme au cours d'une mission afin de répondre au mieux aux contraintes de chaque phase de vol améliorant nettement la performance du drone. Ci-contre un drone solaire pouvant s'aplatir pour augmenter sa surface de réception, et un drone pouvant voler comme un avion ou un hélicoptère en modifiant l'orientation des hélices.



## VISION DEPUIS LE DEBUT DU SIECLE

Les drones sont des aéronefs capables de voler et d'effectuer une mission sans présence humaine à bord. Cette première caractéristique essentielle justifie leur désignation de "Unmanned Aerial Vehicle" (UAV) traduit littéralement par « véhicule aérien déshumanisé ». En anglais le terme « drone » désigne aussi un faux-bourdon (mâle de l'abeille). Le nom a été donné au drone sans doute du fait d'une ressemblance physique ou par le son produit et peut-être aussi par analogie avec le mot « droide ». Les drones nous condamnent à l'excellence puisque l'intervention humaine s'effectue à distance. Le postulat de base est que les machines sont plus fiables que les hommes, soumis aux émotions, mais la technologie ne sera jamais équivalente à l'intelligence humaine. En revanche certaines limites humaines psychologiques et physiques sont dépassées par la machine.

La frise chronologique suivante permet de mieux comprendre le monde des drones :

| Période 2000-2015<br>(2 cycles)  | Période 2015-2025<br>(1 cycle)   | Période 2025-2040<br>(2 cycles)  |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Des PME spécialisées dans les drones voient le jour.</li> <li>◆ USA et Israël sont les premiers producteurs et exportateurs de drones, notamment MALE.</li> <li>◆ Le groupe Brésil-Inde-Japon profite d'une « Rupture technologique ».</li> <li>◆ L'Europe achète des drones Américains et Israéliens.</li> <li>◆ L'Europe profite du transfert de savoir-faire entre EADS et IAI (Israel Aerospace Industries pour se doter de la production de drones MALE.</li> <li>◆ L'Europe lance le démonstrateur nEUROn dans le but d'une coopération et d'une souveraineté européenne.</li> <li>◆ La DGAC et l'OACI autorisent l'utilisation de drones de moins de 250 Kg avec certaines restrictions.</li> <li>◆ Apparition des premiers centres de formation de pilotes de drones à usage civil et professionnel.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Le nombre de PME ne cesse de croître.</li> <li>◆ USA, Israël, Europe lancent des projets d'UCAVs.</li> <li>◆ USA et Israël produisent et vendent des drones dont la limite entre UAV et UCAV est difficile à définir.</li> <li>◆ L'Europe continue la production d'UAVs, et lance un projet d'UCAVs basé sur le nEUROn.</li> <li>◆ En 2025, les différentes armées possèdent des UCAVs. L'Europe crée des escadrons de chasse composés d'UCAVs et d'un chasseur (Rafale). Les UCAVs sont capables de voler en formation avec le Chasseur en autonomie.</li> <li>◆ L'Europe a rattrapé son retard dans la connaissance des drones.</li> <li>◆ Le projet « contract 4D » permet d'insérer les drones dans le circuit des aéronefs avec pilote.</li> <li>◆ La DGAC et l'OACI demandent à tous les aéronefs avec pilote de s'équiper d'un nouvel équipement (une balise) qui permet au système de fonctionner correctement, sur tout le territoire.</li> <li>◆ La législation s'améliore.</li> <li>◆ Mise en place d'un système de cryptage et de cyber-défense.</li> <li>◆ « Knowledge Management » mis en avant.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Les PME se regroupent et sont rachetées par les grands groupes.</li> <li>◆ L'Europe lance le projet USAIRE-DRONE-I. Le premier vol a lieu cette année.</li> <li>◆ Les UCAVs ont désormais une autonomie presque totale puisqu'ils n'ont pas besoin d'un pilote pour les combats aériens. L'homme est toujours dans la boucle puisque les drones n'ont pas encore la capacité de prendre des décisions et que cela n'est pas possible au niveau éthique. Néanmoins les UCAVs peuvent riposter de manière autonome, dès lors que l'ordre leur a été transmis.</li> <li>◆ Les organisations européenne et américaine de sécurité aérienne autorisent les vols de drones dans tout l'espace aérien.</li> <li>◆ La législation est au point.</li> <li>◆ La rationalisation du trafic aérien a lieu dans le monde entier.</li> <li>◆ Une campagne d'information pour le drone commercial civil a été lancée.</li> </ul> |

Le lancement d'un projet drone nécessite 7 ans de développement. Après la mise sur le marché d'un drone, de nouveaux projets voient le jour pour contrer l'obsolescence des systèmes précédents. Pour un avion de chasse, le cycle de développement est bien plus long. La durée de vie d'un Rafale est de 20 à 25 ans mais celui-ci est passé à 40 ans dès lors qu'on l'a adapté pour devenir un « **drone mixte** ». Cela signifie qu'il peut voler avec ou sans pilote. Nous en parlons dans « **DÉS YEUX DANS LE CIEL DU MONDE** ».

## VOL INAUGURAL REUSSI

USAIRE-DRONE-I a décollé de Toulouse, en France. Toulouse, la ville de l'aéronautique par excellence, a été choisie comme point de départ et d'arrivée de ce vol, car elle représente LA capitale du début de l'aéronautique. Le choix de cette ville marque un renouveau de l'aviation civile.

Le premier objectif de ce vol était de montrer la facilité de USAIRE-DRONE-I à évoluer dans l'espace européen. Le second objectif fut de représenter les pays des grands groupes aéronautiques (BAE System, Airbus anciennement EADS, Thales, ...) qui ont participé ou ont investi financièrement dans ce projet. Enfin il devait montrer au monde la capacité technologique de l'Europe à produire un drone civil commercial.

C'est pourquoi après avoir décollé de Toulouse, la première escale fut à Heathrow en Angleterre pour représenter le constructeur BAE qui a financé en grande partie ce projet. Heathrow étant l'aéroport dont le trafic de passagers est l'un des plus importants au monde. USAIRE-DRONE-I a aussi fait escale en Allemagne et en Italie car ces deux pays ont participé financièrement au projet.

Ce drone civil commercial à une capacité de 380 passagers et les places mises en vente sur internet ont toutes été vendues en l'espace d'une semaine.

Nous avons demandé les impressions des passagers :

- ◆ Voici ce que nous a exprimé un technicien ayant travaillé sur ce projet : « Ce projet est avant tout un projet humain, technologique et européen. Je suis fier d'avoir pu participer à ce premier vol et cela m'a beaucoup ému. »
- ◆ Un ancien commandant de bord nous a confié : « Ce vol est indéniablement une prouesse technologique, mais je suis plutôt réticent à

la mise en place de ce système car ayant été pilote de ligne je ne peux pas me résoudre à ne plus piloter. Pour moi, l'aéronautique est une expérience humaine et voler dans un avion sans pilote enlève cette sensation de donner des ailes à l'homme. »

- ◆ Un autre passager : « Ce vol est vraiment génial. On ne ressent aucune différence par rapport à un avion classique avec pilote. L'idée de monter à bord d'un drone sans pilote est pour le moins déstabilisante, mais on s'y fait dès que l'avion est en vol de croisière. C'est le décollage et l'atterrissage qui sont les plus perturbants. »
- ◆ Beaucoup d'autres passagers nous ont affirmé « qu'ils accordaient plus de confiance aux ordinateurs et à la technologie qu'aux êtres humains susceptibles d'être plus défaillants [...] ».

### \* DEDRAMATISER AU PLUS JEUNE AGE :

◆ Dans les années 2000, le lycée proposait de passer le BIA (Brevet d'Initiation à l'Aéronautique) et il fallait obtenir un examen de sécurité routière pour pouvoir passer le permis de conduire. A l'heure actuelle, il est obligatoire d'obtenir le BID (Brevet d'Initiation à la Dronistique) pour passer le Bac. Ce brevet vise 2 objectifs : former très tôt à l'utilisation d'avion sans pilote donc dédramatiser au plus jeune âge et surtout être capable non pas de prendre en main le drone mais donner à la base des informations capitales en cas de dysfonctionnement.

◆ Les principaux acteurs de l'aviation civile ont accompagné cette nouvelle conception du pilotage en lançant une vaste campagne de communication et de sensibilisation depuis les années 2020 visant à démontrer au grand public la fiabilité de ces nouveaux systèmes et ouvrant alors la voie à USAIRE-DRONE-I tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Poussé par une crainte de déshumanisation profonde sans précédent, les Etats membres de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale ont abouti à l'adoption d'un ensemble de lois pénales : l'article 1 définit le cadre réglementaire de la gestion autonome d'une flotte aérienne :

« Une compagnie aérienne ne peut d'aucune manière que ce soit légitimement confier la vie humaine de personnes à un système humanoïde aérien, aussi sophistiqué soit-il, sans y assumer la paternité en cas de défaillance technique ou de défaut constaté entraînant un incident mineur, majeur ou un accident ayant des séquelles physiques ou morales dès lors que lesdites victimes se trouvent à bord du système drone ou à proximité de celui-ci. »

En effet, aujourd'hui, l'industrie aéronautique dispose d'un système de gestion du trafic aérien à l'échelle inter continentale, autonome et suffisamment fiable, pour se dispenser de toute intervention humaine.

Dans la mesure où la population mondiale est vieillissante, des dépenses considérables ont été investies en recherche sur les neurosciences computationnelles afin de pallier les dégénérescences cérébrales liées à l'âge. L'industrie drone a su en tirer profit en matière de modélisation neuronale des processus cognitifs humains et cela a permis l'implémentation de systèmes numériques agencés selon une modélisation fidèle de ce réseau pour la gestion autonome de véhicules drones.

Le développement de l'Intelligence Artificielle a permis d'obtenir des systèmes microélectroniques de la taille d'une puce permettant d'imiter les flux d'informations et d'analyses neuronales tout en étant capables d'apprendre et d'automatiser certaines tâches, voire de modifier ces

tâches en fonction de données récupérées de l'environnement (par des capteurs). Le but était de transformer le rêve d'un cerveau artificiel en véritable projet technologique.

Néanmoins, ces systèmes sont de plus en plus complexes et bien que la miniaturisation soit un atout majeur, l'intelligence artificielle totalement autonome ne pourra très certainement jamais voir le jour. Bien que la généralisation du « modèle FLAME d'El Nasr » proposé en 1999 en informatique « fuzzy logique » soit capable aujourd'hui de biaiser la prise de décision d'un système électronique par l'émotion humaine, il est inenvisageable de substituer totalement cette faculté propre au génie humain. L'émotion pousse en effet l'homme à se surpasser, à développer un instinct de survie et est vraisemblablement à l'origine de sa supériorité sur le règne animal. Aussi, n'étant pas un processus rationnel, les efforts des chercheurs pour réduire l'émotion à un ensemble de lois mathématiques se sont soldés par des échecs.

Dans le domaine militaire en revanche, l'IA n'a pas vocation à être totalement autonome mais a pour but majeur d'intervenir en cas de combat aérien et/ou d'autoprotection de manière subordonnée, celle-ci permettant au drone une meilleure « perception » du monde qui l'entoure. Cela lui permet d'analyser et de transmettre les différentes possibilités d'actions et ainsi de définir la meilleure manœuvre à mettre en place.



## DRONES ET AVIONS : MEMES COULOIRS

Avec l'apparition des drones civils et militaires, la nécessité de réglementer ou de modifier les normes de navigabilité, a demandé beaucoup de travail. 20 ans ont été nécessaires pour permettre aujourd'hui aux drones de voler dans les mêmes couloirs aériens que les avions avec pilote. Un travail commun entre Eurocontrol, l'Agence européenne de sécurité aérienne (AES), les directions générales des aviations civiles ainsi que les ministères de la Défense des 27 pays de l'Union européenne, a permis d'harmoniser les problèmes posés par la navigation de ces aéronefs. C'est par ailleurs l'ouverture de cet espace aux drones qui a donné l'idée de concevoir très tôt USAIRE-DRONE-I.

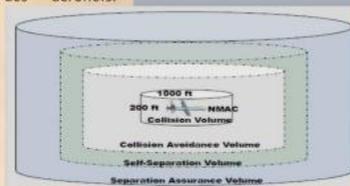
Cette prouesse technologique a été possible grâce à l'apparition du « contract 4D » qui permet aux aéronefs de voler en toute sécurité. Néanmoins, les organisations de sécurité aérienne ont demandé à tous les aéronefs (ULM, hélicoptère, gros porteur,...) de s'équiper d'une balise de transmission permettant au système de fonctionner sans problème. Cette obligation permet aujourd'hui de faire voler les drones dans le même espace aérien que les aéronefs avec pilote.

Les autorisations de pilotage d'un drone civil sont très strictes :

- ◆ Il faut posséder une licence de pilote et une spécification supplémentaire sur les drones.
- ◆ Le système drone même si il est piloté par un opérateur au sol, doit obligatoirement disposer d'une balise spécifique « contract 4D », dans le but de cohabiter avec les autres aéronefs dans le même espace aérien, et ainsi permettre de respecter le « Voir et Eviter » si important aux autorités de certification et de sécurité aérienne. Le système « contract 4D » évite d'utiliser le système « anticollision » qui est vu

par les autorités comme un système de dernier secours ne pouvant remplacer la prévention.

◆ Par ailleurs un système de détection par radar doit être installé à bord des aéronefs.



Ce radar doit détecter tout objet volant dans un espace plus ou moins important pour éviter une collision. Ce système adopte ainsi plusieurs zones, chacune étant plus grande que les autres et permettant de déterminer la rapidité de la manœuvre d'anticollision.

◆ Le drone est soumis à l'obligation d'obtenir un plan de vol, et les zones de survol du territoire (classe A, B, C, D, ...) sont les mêmes que les autres aéronefs.

◆ Les signaux GPS doivent obligatoirement être cryptés pour éviter la prise de contrôle à distance par une tierce personne.

◆ Des autorisations spécifiques pour la prise de photos, l'épandage, la surveillance de zones, doivent être demandées.

◆ En cas de transport de passagers (drone civil autonome : droneport / USAIRE-DRONE-I), le contrôle du système doit pouvoir être pris à distance.

Historiquement, l'intégration d'un aéronef à l'espace aérien reposait sur la convention de Chicago (1944) et les règles édictées par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale

(OACI). Trois articles majeurs constituent les piliers de la sécurité aérienne :

◆ Instauration du certificat de navigabilité, ce qui pose la question du maintien tout au long de la vie de l'aéronef du label « navigabilité continue » ;

◆ Les brevets et licences à acquérir par les équipages ;

◆ Les règles de l'air et les emports d'équipements de conformité nécessaires (transpondeur, système anticollision TCAS, ...).

Lors de la mise au point de la convention de Chicago, il a été estimé que la sécurité ne pouvait plus être assurée, lorsqu'il n'y a pas de pilote à bord. Elle prévoit, en son article 8, que « chaque Etat contractant s'engage à ce que le vol d'aéronef sans pilote soit sans danger pour les aéronefs civils ». En conséquence, les drones ne pouvaient respecter cette convention car l'application de la règle d'or « Voir et Eviter » était impossible. C'est seulement en 2007 que le corpus réglementaire est complet et que les normes existent.

Dès 2013 la France (DGAC), premier pays au monde à avoir autorisé les drones civils dans son espace aérien, a délivré des autorisations de vols à 220 opérateurs et comptait quatorze sociétés homologuées pour concevoir des drones. Ces autorisations ont été mises en place au cas par cas en se basant sur les usages pour pouvoir répondre à des « scénarios types ». Aujourd'hui toute personne ayant sa licence de pilote avec la spécification sur drone, peut piloter un drone sur tout le territoire. Cette réglementation s'applique essentiellement aux acteurs civils (lutte contre le feu de forêt, surveillance de zone protégée,...), au transport civil et au domaine humanitaire.

Pour le secteur militaire, les réglementations sont différentes, bien qu'ils utilisent aussi le système « contract 4D » pour le vol en formation.

## ANALYSE FINANCIERE

Nous attendons dans les vingt prochaines années une forte progression avec 65 050 avions dans le monde. Cette manne économique est donc excellente pour l'Europe qui, avec l'aide des Etats-Unis, a réussi le premier vol inaugural d'un drone civil. Cela promet au prochain salon du Bourget de 2041 une explosion des ventes.

L'austérité croissante en Europe a entraîné des coupes budgétaires drastiques et a poussé les gouvernements et les industriels à adopter une intelligence économique tournée davantage vers l'avenir misant ainsi sur une santé financière pérenne et durable.

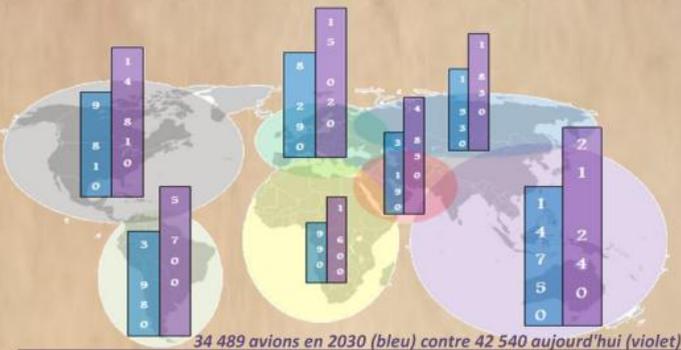
Depuis plusieurs décennies, nous avons pu remarquer que l'inévitable rationalisation du trafic aérien s'est accompagnée d'une concentration à l'échelle mondiale des compagnies aériennes. Diminution des coûts directs d'exploitation de façon à s'adapter aux contraintes énergétiques et à la concurrence. Seules les compagnies aériennes les plus importantes ont pu réagir à cette expansion significative du « bas coût » en lançant elles-mêmes un regroupement des compagnies de « low cost ».

En ce qui concerne les constructeurs aéronautiques, nous pouvons faire un parallèle avec les compagnies aériennes puisque le nombre de PME qui ont vu le jour n'a cessé de croître, et celles-ci en ont profité pour se regrouper en coopératives. Les PME garantes d'une indépendance technologique, sont un moteur d'exportation donc bénéfiques à la balance commerciale, et créatrices d'emplois au niveau régional. L'industrie prône aujourd'hui la créativité collaborative des salariés comme le postulat incontestable du développement économique. Grâce à l'utilisation des « Big Data », l'industrie a décidé de consolider structurellement les connaissances et a investi dans des politiques de « Knowledge Management » pour centraliser et diffuser l'ensemble des connaissances acquises jusqu'alors afin de produire des solutions innovantes et rentables.

Par ailleurs les grands groupes (ex : le groupe Airbus anciennement EADS) ont pris conscience de la nécessité de ces PME et coopératives. C'est pourquoi le schéma classique de « verticalisation » (rapprochement d'entreprises pour supprimer les sous-systèmes au profit d'équipements plus simples au périmètre fonctionnel restreint) a donné place à celui de « l'horizontalisation » (Scission d'entreprises qui provoque la consolidation plus que nécessaire des fournisseurs de rang 1,2,3). De même depuis plusieurs décennies les entreprises de différents pays travaillent en étroite collaboration et cela permet de sous-traiter à plus de 50% les projets.

Le nombre de projets a donc très largement diminué, mais cela a permis d'obtenir des ressources financières plus importantes. Aujourd'hui, il n'est plus économiquement possible pour la plupart des pays de conduire seul un projet jusqu'au bout, exception faite des Etats-Unis et d'Israël.

Cette coopération entre les nations européennes a d'ailleurs été possible grâce à l'OCAR qui constitue la meilleure solution à la disposition des Nations européennes pour la conduite de programmes d'armement en coopération, avec la meilleure garantie de performance et de transparence. D'autres organismes de gestion comme l'OTAN permettent une supervision des programmes et des budgets pour une meilleure utilisation de ceux-ci.



Malgré la nécessité de travailler en coopération, certains grands groupes comme Boeing, ont lancé des projets sur leurs fonds propres. Le « Phantom Ray » de 2011 en a été un exemple flagrant et malgré plusieurs vols couronnés de succès, n'a pas été commercialisé. De même pour un grand nombre de projets de drones MALE en Europe qui ne sont jamais arrivés à l'état de prototype.

Les Entreprises du CAC 40 ont désormais toutes leurs drones privés. Elles ont le choix entre 2 stratégies :

- ◆ Soit elles achètent clef en mains des drones dont le parcours est préprogrammé entre les différentes filiales de l'entreprise avec les droneports\* privés, construits à proximité. C'est le système le plus économique pour remplacer les avions d'affaires.

- ◆ Soit elles louent des drones programmables avec un GPS et utilisent les droneports publics. Plus coûteux, ce système offre une souplesse plus importante aux hommes d'affaires.

Parallèlement, de petites entreprises ont vu le jour et des drones électriques de seulement 4 places sont nés. Ces petits drones sont en train de se démocratiser. Certes, ils ne permettent pas d'aller exactement où l'on veut, mais le système en lui-même est très ingénieux puisque le drone électrique est catapulté à partir d'un droneport, puis le drone vole sur toute la distance qu'il doit effectuer et se pose sur un autre droneport. L'installation de ces petites structures permet de voyager plus rapidement et plus simplement. Les utilisateurs doivent simplement recharger une carte pour pouvoir profiter de ces moyens de transports accessibles à tous. L'entreprise qui gère ce système en a le monopole, mais elle propose aux compagnies aériennes de les sous-traiter.

Le manque d'autonomie des drones électriques permet seulement de traverser la moitié de la France. Mais ce système est très économique puisqu'il suffit de recharger la batterie après chaque vol. Ce changement de matériel est effectué par des robots dès l'atterrissage, sur le modèle des voitures électriques dont la batterie est désormais changée pendant une halte sur l'autoroute dans les stations équipées. L'Etat et des entreprises privées du secteur

ont apporté 80 millions d'euros pour ce projet (en dehors du prix des droneports).

Pour les vols internationaux : la demande mondiale et surtout asiatique ainsi que la possibilité de les accueillir offerte par des hubs gigantesques tels que Singapour, Londres, Tokyo, Dubaï et Paris, poussent les avionneurs à développer USAIRE-DRONE-I à grande échelle.

### \*DRONEPORT

Un droneport est l'équivalent d'un aéroport.



Le coût de sa construction est divisé par deux par rapport à un aéroport classique : 500 mètres étant nécessaires pour le décollage et l'atterrissage d'un drone, le coût de construction d'une piste étant très limité.

On peut se dispenser de certaines infrastructures aéroportuaires comme l'enregistrement, la livraison des bagages ; ceux-ci étant limités à 20 kg par personne en cabine. La tour de contrôle est aussi supprimée, et bon nombre de prestataires de services ne seront plus utiles. (ex : restauration). Aucun personnel de sécurité n'est obligatoire. De plus le financement peut être partagé entre l'Etat, les collectivités locales, et surtout les entreprises utilisatrices. Une ville de Corée du Sud a testé « une piste électrique » sur un droneport permettant aux drones civils électriques d'être propulsés ou de recharger leurs batteries à partir de câbles souterrains tout en roulant à l'atterrissage et au décollage. Ce système permet de réduire sensiblement la taille des batteries de drones, à seulement un cinquième de la taille habituelle. L'inconvénient, pour le moment, est le prix de la piste.

Enfin, « les compagnies de fret tiennent aussi 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 », fait remarquer Mary Cummings, ancienne pilote de chasse de la marine américaine, qui étudiait il y a 30 ans les moyens d'automatiser les systèmes d'aviation

à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT). La technologie influence grandement la stratégie et les choix économiques des entreprises et des pays. L'imprimante 3D est notamment utilisée dans la production de pièces de drone (voir article « consommation énergétique »). Cette technologie permet de ne pas usiner les pièces, simplifie la production et les économies générées s'élèvent à plusieurs millions de dollars. En conséquence, il n'y a plus le besoin de posséder de machines-outils, ni les employés correspondant à ces postes de travail. Utilisée dans le militaire et non dans le civil, elle devrait s'y introduire dans quelques années. La question des pertes d'emploi est problématique dans une société où l'automatisation et les bénéfices sont des critères de choix. La perspective serait donc de décentraliser la production pour être plus proche des ressources en matières premières afin de générer des gains en termes de logistique de transport.

S'il y a perte d'emplois, on a vu aussi se développer de nouveaux métiers : télé pilotes, opérateurs au sol... Les constructeurs d'aéronefs sont les principaux pourvoyeurs d'emplois en informatique, mécanique et électronique ; environ 105 000 emplois directs recensés en 2025. Un marché porteur, qui atteignait environ 10 milliards d'euros au niveau mondial en 2015.



### Dans le domaine militaire :

Le coût d'utilisation des drones a été divisé pratiquement par 10. A l'achat le coût d'un drone MALE/HALE (un UAV) est équivalent à celui d'un avion de chasse, néanmoins le coût d'utilisation et de maintenance est très inférieur. Ces UAVs ont une très nette supériorité en termes d'efficacité et l'utilisation d'une trentaine d'UAVs est équivalente à une centaine d'avions de reconnaissance. C'est donc un marché porteur qui permet de réduire les coûts et les budgets alloués et donnant une supériorité dans la surveillance de territoire. Ces UAVs sont par ailleurs utilisés dans des missions risquées pour lesquelles un chasseur n'aurait jamais été envoyé car même si l'UAV venait à être détruit, le coût humain est nul, et la machine peut être remplacée très rapidement.

Enfin, les UAVs, qui ne sont pas armés, sont souvent utilisés pour la surveillance du territoire et des zones à risques lorsqu'ils ne sont pas en opérations militaires. La gendarmerie peut ainsi surveiller des infrastructures sensibles.

### CHIFFRES CLEFS

- 14%** Du prix total d'un F16 représentait le coût total de la formation d'un pilote.
- 1/10** Par an, le coût d'un militaire équivalait à 10 robots
- 1/5** Le coût horaire d'un UAV Predator A est 5 fois moins cher qu'un hélicoptère d'attaque (avec pilote).
- 20%** Le marché des UAVs est 20% plus cher que les avions mais reste toujours très inférieur aux avions de chasse.
- 100%** C'est le temps d'utilisation d'un UAV. Lorsqu'ils ne sont pas utilisés, notamment lorsque nous ne sommes pas en guerre, l'armée propose de « louer » ces drones à des organismes certifiés par l'Etat afin de maintenir leur état de fonctionnement et de générer des ressources financières supplémentaires.

## LA GUERRE ROBOTISEE DEVIENT REALITE

Le succès d'une opération militaire se mesurait auparavant par le nombre de pertes humaines. Or, en limitant le déploiement de forces humaines lors de conflits armés depuis les années 1990, les institutions militaires se sont assurées une suprématie incontestable sur leurs ennemis. On a assisté progressivement, dès le début du 21ème siècle, à une véritable intrusion de ces engins ultrasophistiqués, les drones, dans toutes les étapes d'une guerre : soutien logistique, surveillance et infiltration de territoire ennemi en temps réel et en continu, géolocalisation d'infrastructure ou de cible humaine, combats aériens... Les drones répondent donc parfaitement aux objectifs et aux contraintes d'une guerre : ils sont capables de percer les défenses ennemies, et de cibler les attaques limitant ainsi les dommages collatéraux et la perte de civils.

Néanmoins, le développement des systèmes drones dans les forces armées a aussi façonné au fil de ces dernières décennies notre rapport au conflit armé et les lois de la guerre en ont été modifiées.

Ces lois définissent la conduite à tenir et précisent ce qu'est un combattant. Il ne s'agit plus d'un soldat héros limité par les performances humaines et soumis aux processus de stress ou de reproduction de scénario, opérant sur un territoire ennemi, risquant sa propre vie pour sa patrie.

Il s'agit de systèmes drones autonomes et intelligents conçus véritablement comme armes de guerre, redoutables et contrôlés à des milliers de kilomètres du théâtre d'opération.

L'objectif est alors de limiter les dommages collatéraux avec une bonne identification des cibles. On propose alors une « guerre propre et dépourvue de réciprocité ». Or, la guerre était auparavant régie par le nombre de pertes humaines et la réciprocité permettait de distinguer une guerre d'un massacre, d'un génocide limitant ainsi toutes dérives meurtrières. En contrôlant le facteur humain, la tactique militaire en a été radicalement bouleversée offrant de nouvelles perspectives dans le déploiement de forces non létales sur des champs de batailles à hauts risques.

Dans ce cadre, l'usage d'armements totalement automatisés est problématique. Bien que la technologie d'Intelligence Artificielle ne soit actuellement pas suffisamment fiable pour se dispenser de la décision humaine, il s'avère difficile de désigner une unique personne responsable. Quoi qu'il en soit, l'ouverture du feu doit être autorisée par un contrôleur humain qui, selon les lois de la guerre, sera alors considéré comme un combattant et il est donc indispensable qu'il appartienne au corps de l'armée en comprenant et acceptant son rôle et les risques associés. D'autant plus que les syndromes post-traumatiques ont, très tôt, été diagnostiqués chez les opérateurs de drones de combats avec la même intensité que chez les combattants plus « traditionnels » comme en témoigne cette archive militaire parue dans la presse en 2007 (Louise Hoffmann) :

*« Nous surveillions une cible, et rien ne se passait, il y avait des gens qui sortaient de ce groupe de maisons et traînaient autour, mais rien d'excitant. (...) Nous savions qu'il y avait quelqu'un à éliminer, que nous allions faire sauter cette maison. Nous prenons le drone et tirons sur la cible avec le missile, le compte à rebours commence et de l'angle du bâtiment un petit corps humain est arrivé en courant en se dirigeant vers la porte, il restait six secondes, vous ne pouvez rien faire, on ne peut pas bouger, et le missile a explosé et la maison s'est écroulée et il ne restait rien, pas de petit corps. J'ai regardé le pilote et j'ai demandé "C'était une personne ? C'était un gosse ?", et il a dit "Oui, j'ai l'impression que c'était ça". Nous avons un logiciel de tchat pour communiquer, on a demandé aux gens impliqués et ils nous ont dit : "Non, c'était un chien". [...] »*

Enfin, l'omniprésence de ces systèmes drones dans le paysage aérien civil, lors d'une guerre, a augmenté significativement la pression psychologique de populations civiles surveillées, les plongeant constamment dans un état de stress et un climat de terreur insoutenable. Elles sont souvent malheureusement délaissées par les organisations humanitaires qui peinent à s'introduire au travers des zones de combats.

**Géostratégie et défense :** La géostratégie est l'étude de la fabrication des espaces par la guerre. Elle permet de prendre en compte la dilatation de l'espace stratégique contemporain et la contraction des délais de réaction. La géostratégie raisonne en termes d'espace et de réseaux or, aujourd'hui, 5 grandes parties du monde s'arrachent le marché des drones militaires.

### L'EUROPE ET LES ETATS UNIS :

Le nombre de drones américains s'est envolé de manière exponentielle depuis le 11/09/2001 pour combattre le terrorisme. Dès lors qu'un pays se sent menacé, il cherche à se protéger et la meilleure défense c'est l'observation et la surveillance permises par les drones. Depuis le début du siècle, les Etats-Unis utilisent donc des drones militaires pour des missions par exemple au Yémen ou en Afghanistan.

L'Europe ayant pris la décision de leur développement un peu trop tard, a dû acheter des drones aux Américains et aux Israéliens entre 2000 et 2015. Des problèmes de cohésion pour fédérer les moyens et les budgets ont mené à stopper nombre de projets en cours de route, et d'autres comme « EuroMALE » étaient principalement basés sur l'achat « sur étagère »\* jusqu'à ce qu'Israël transfère son savoir-faire vers EADS, pour lui permettre de rattraper son retard.

La coopération européenne s'est très nettement améliorée en fédérant les budgets et les technologies, permettant ainsi de lancer des programmes militaires comme le nEUROn sans difficultés techniques majeures contrairement aux USA avec l'Eurofighter posant des problèmes de communication entre les différents acteurs. Cette souveraineté européenne est passée par « l'europanisation » des drones, par le choix de ne plus être contraint par la norme ITAR\*, et par le développement du système de géolocalisation Galileo. Cette coopération a permis de créer un « standard » européen pour les éléments clefs du système de drone (véhicules, senseurs, communications, stations au sol), limitant le nombre de matériels répondant à un même besoin, et satisfaisant aux exigences de certification, et d'intégration dans les systèmes de commandement européens et de l'OTAN. Ce dernier point a été un critère déterminant puisque les budgets des pays n'ont cessé de s'amoinrir d'années en années et qu'il était vital de ne pas laisser se creuser l'écart avec les Etats-Unis et Israël dans un domaine aussi stratégique.

Néanmoins avec l'aide des Américains, non pas technologique mais dans le cadre d'échange d'informations, l'Europe a su produire le premier drone civil USAIRE-DRONE-I. Ces échanges ont permis le lancement du programme « Joint Strike Fighter » initié par le Pentagone et pour lequel l'Italie et surtout le Royaume-Uni ont collaboré financièrement et industriellement. Le Royaume-Uni qui cultive depuis toujours une forte préférence atlantiste. Aujourd'hui, l'Europe est autonome mais le marché militaire européen n'est pas suffisamment important pour permettre de conquérir d'autres parts de marchés.

### ISRAËL :

Israël a été l'un des précurseurs des drones militaires déjà utilisés durant la Guerre des Six-Jours (1967) et celle du Kippour (1973). Israël a donc été le premier exportateur mondial de drones dans les années 1980, vendant d'ailleurs aux Américains. Aujourd'hui, il vend aux pays du Moyen-Orient : Qatar, Emirats Arabes-Unis, Arabie Saoudite, très friands de ces technologies. C'est la nécessité de protéger le territoire par rapport aux pays et aux organisations (Hamas, Hezbollah) qui l'entourent, l'état de guerre permanent avec ses voisins, et la perte considérable de pilotes durant la guerre du Kippour qui a conduit Israël à intensifier l'étude et la conception de drones militaires.

### Parts de marché mondial des drones militaires :

Les parts de marché militaire de drones sont réparties de la manière suivante (production et recherche confondues) : Les Etats-Unis ont une part de marché équivalente à Israël, car les budgets de défense américains (480 milliards de dollars) sont nettement plus importants que la totalité des budgets des pays travaillant sur les drones.



### CHINE :

La Chine vise la suprématie mondiale dans la construction de drones depuis des décennies : elle a fait d'énormes progrès en relativement peu de temps et malgré un certain retard par rapport à Israël ou aux Etats-Unis. La Chine dispose d'une flotte de drones de surveillance et de combat. L'évaluation de sa force est difficile, néanmoins le Pentagone et l'ONU estiment que la Chine a la capacité technique d'avoir des escadrons de chasse formés d'UCAVs.

### BRESIL, INDE et JAPON :

Le Brésil a compris très rapidement que la seule manière de s'implanter sur un marché porteur comme les drones était d'effectuer une « rupture technologique », en augmentant progressivement les parts de marché au fur et à mesure que les performances augmentent et en cassant les prix. Depuis 2010, l'Inde est un marché dynamique. Ce grand pays a interrogé, en faisant du *benchmarking*, des industriels en Europe, en Israël en Russie et aux Etats-Unis, pour connaître la capacité de chacun à lui fournir des drones. L'Inde a donc cherché à entrer dans ce marché très prometteur pour produire des drones en collaboration avec le Brésil. Le groupement de ces deux pays est donc un très bon compromis financier et stratégique. Le Japon vient se greffer à ce duo pour permettre la production d'une partie des drones, ainsi ce groupement a la capacité financière et technologique pour produire des drones militaires.

### RUSSIE :

Dès les années 2010 et après avoir acheté un lot de drones à Israël, la Russie décide d'entamer un vaste programme de conception et de développement de drones pour lutter contre les incendies et prévenir les grandes crises. En s'appuyant sur un marché potentiel important dans cette zone du monde, notamment avec l'Inde, la Russie vise aussi à fournir à sa propre armée un soutien tactique et logistique efficace pour protéger son territoire et mener des opérations à l'extérieur. Forte d'une expérience dans les Tupolev ainsi que dans les navettes spatiales, la Russie a pu stimuler sa production de drones de faible ou moyenne envergure et opérant sur de courtes périodes (Aileron 10, Orlan 10, 12 à 14kg au décollage pour quelques heures d'opérations). Progressivement, elle a structuré cette industrie et dispose aujourd'hui de sa propre flotte opérationnelle d'UAVs et d'UCAVs.

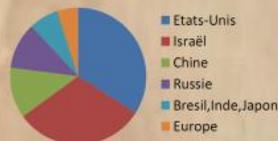
### \*DEFINITIONS

Sur étagère :

Choix de l'achat d'un drone en fonction du besoin et des technologies associés. Le drone est alors non personnalisé et acheté en l'état.

Norme ITAR :

International Traffic in Arms Regulation, du nom d'une législation américaine, au titre de laquelle les Etats-Unis doivent donner leur accord pour l'exportation des équipements d'armement comportant une technique sensible, y compris lorsque cette technique est déjà implantée sur un équipement étranger faisant l'objet d'un projet de réexportation. Cela donne lieu à des accords bilatéraux dits "accords ITAR".





La victoire militaire n'est pas nécessairement la solution de tous les problèmes. Dans le cadre de la défense des territoires, les relations internationales sont importantes et aujourd'hui la cyber-défense joue un rôle majeur et c'est un domaine « critique » sans lequel nos armées seraient inefficaces. La

géostratégie raisonne en termes de réseaux d'alliances et de réseaux numériques qu'il faut protéger. C'est l'art de la guerre numérique. De l'espionnage au contre-espionnage, les Etats passent à la cyber-défense et au piratage

L'Europe s'est dotée d'un système de surveillance et de contrôle des réseaux pour permettre une cyber-défense efficace, en relation avec les autres continents.

Dans les années 2010, les choix de chaque pays étaient très divergents sur plusieurs points. Tout d'abord pour savoir à quelle institution profiteraient les financements (EDA ; EDPS ; ENISA ; Centre d'Excellence de Cyber-Défense coopérative de l'OTAN (CCD-COE) ; EUROPOL) Un grand nombre de pays ayant choisi l'OTAN car étant la plus avancée en termes de cyber-défense. Ensuite vient le problème de la défense nationale car une protection européenne ne peut se substituer à la sécurité nationale. Enfin comment choisir les cibles à protéger : institutions : Commission, Parlement, Comité des régions, armée, infrastructures sensibles énergie, transports,... ? L'armée est ainsi l'institution névralgique la mieux protégée.

A l'époque, la Chine qui dépensait beaucoup moins que les USA en termes de budget militaire, allouait une partie importante de ses dépenses à la cyber-défense. Les experts s'accordaient sur le fait qu'une cyber-attaque utilisant les techniques les plus sophistiquées pouvait paralyser une partie significative de l'outil militaire américain, pourtant bien plus onéreux.

Aujourd'hui il y a des institutions de cyber-défense EUROPEENNE dont le rôle est :

- ◆ Analyser les capacités des Etats membres pour mieux connaître les risques à travailler en coopération.
- ◆ Attaquer pour tester les défenses des institutions européennes. La meilleure façon de savoir comment se défendre est de savoir comment les attaques fonctionnent.
- ◆ Centraliser toutes les attaques pour permettre un accès à tous les pays membres à ces informations

- ◆ Trouver d'où provient la cyber-attaque : Réseaux de défense des institutions européennes => surveillance, prévention, gestion d'incident, infiltration, balistique digitale.

En outre, l'UE a mis en place une équipe d'intervention d'urgence capable de se déplacer dans tous les pays membres et de répondre aux cyber-attaques visant ses institutions. C'est la première mesure active décidée par l'UE. Néanmoins leur rôle s'arrête au niveau européen.

La majorité des pays ayant fait le choix d'une "sécurité nationale", ce sont des institutions nationales qui prennent le relais :

- ◆ En protégeant des infrastructures sensibles (nucléaire, énergie, transports,...) et les institutions nationales ;
- ◆ En pratiquant des attaques (non critiques) pour mieux cibler les faiblesses et les corriger.

La plupart des gouvernements ont aussi imposé aux structures sensibles (énergie, transport) de mettre en place des systèmes de surveillance et de CRYPTAGE en interne. Le système 4D étant un point critique de la navigation aérienne celui-ci transmet des données cryptées pour tous les types de drones et d'aéronefs aussi bien civils que militaires.

Enfin, comment peut-on définir un acte de guerre dans le cyberspace ?

En 2010 le nouveau « Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale » (LBDSN) considérait que le « cyberspace » devenait désormais un « champ de confrontations à part entière ». Il était même cité comme l'un des cinq milieux opérationnels dans lesquels l'armée française devrait être capable de s'engager de manière coordonnée. A savoir : l'air, la terre, la mer, l'espace extra-atmosphérique et – désormais – le cyberspace. Dans la mesure où la cyber-attaque déclencherait « des catastrophes technologiques ou écologiques » créant « de nombreuses victimes » la cyber-attaque pourrait « constituer un véritable acte de guerre ».

Par ailleurs sous la demande de l'OTAN, une vingtaine d'experts ont déterminé une série de règles et de définitions pour y voir plus clair. Selon eux, « Stuxnet » ne constitue pas clairement un acte de guerre.

Au fil des années s'est créée une « cyber réserve ». Une « composante dédiée » a été mise en place au sein de la réserve dite opérationnelle (anciens militaires, civils volontaires participants aux opérations). Au niveau de la réserve dite citoyenne (civils volontaires qui assistent les forces armées), l'objectif a été de recruter de « jeunes techniciens et informaticiens intéressés par les enjeux de sécurité ». En d'autres termes, l'armée a cherché à créer une nouvelle arme en rapatriant les geeks et les hackers patriotes.

## DES YEUX DANS LE CIEL DU MONDE

Aujourd'hui les drones se retrouvent segmentés de la manière suivante :

- ◆ **Drones miniatures (MAV)** : ces drones sont utilisés notamment pour de l'espionnage. Ils ne mesurent pas plus de 3 cm, et pesant près de 100 milligrammes, ils font appel à des technologies de micro-mécanique imitant parfois le comportement des insectes.

- ◆ **Mini-Drones** : Très utilisés dans le civil. Généralement des drones d'intérieur ou à utiliser dans un parc. Se réunissant autour de "communautés de développeurs amateurs" dès le début des années 2010, le grand public s'est associé à plusieurs projets pour que les internautes puissent construire leurs propres drones. Des solutions techniques innovantes ont ainsi été créées et les entreprises les ont développées.

- ◆ **Drones Civils** : Très utilisés par les forces de l'ordre, pour la lutte contre les incendies, pour la surveillance des feux de forêt, pour le transport de matériel ou de vivre dans un cadre humanitaire. Leur utilisation est réglementée par des licences.

- ◆ **Drones de surveillance** : Ceux-ci survolent nos territoires sans arrêt. Ce sont des UAVs dont les temps de vol dépassent les 36H00. Ils permettent d'observer les activités au sol et dans les airs. Ils protègent notre territoire d'une attaque aérienne, puisqu'ils sont armés et en cas de nécessité peuvent détruire une cible en vol. L'ordre est, bien entendu, donné du sol, mais cela permet une plus grande réactivité par rapport à l'envoi d'un « chasseur » qui nécessite plusieurs minutes. Il



est prévu que le drone ne soit utilisé qu'en cas de nécessité absolue si le chasseur ne peut arriver sur zone à temps. Normalement le drone identifie la cible pendant que le chasseur arrive.

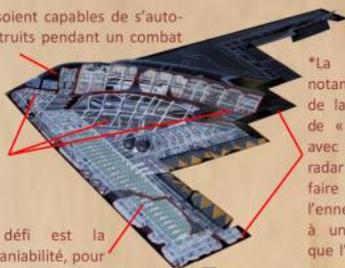
- ◆ **Drones tactiques (MALE/HALE)** : Ceux-ci sont majoritairement utilisés pour du soutien logistique et la récupération d'informations sur le terrain. Leurs missions étant principalement du ciblage au sol, de la surveillance de territoire ennemi, et la destruction de cibles au sol. Utilisés notamment par les armées de terre et de l'air. Le maître mot est « persistance » puisqu'ils doivent permettre de surveiller un territoire ennemi pendant de longues périodes et ainsi permettre de détecter d'éventuels mouvements brefs, et pouvoir réagir en conséquence. Par ailleurs ils sont utilisés pour protéger des organisations comme l'OTAN, la Croix Rouge et des convois humanitaires, dans les pays où les guerres font rage.

◆ **Drones de combat** : Le maître mot est « survivabilité », puisqu'ils sont utilisés dans les escadrons de chasse pour des missions d'attaque. Leurs missions sont essentiellement le combat aérien, mais ils peuvent aussi faire de la surveillance, du ciblage, du tir au sol, et protéger un aéronef. L'UCAV permet ainsi de faire du ciblage sans risquer la vie d'une personne au sol.

\*IA : La nécessité étant qu'ils soient capables de s'auto-défendre et de ne pas être détruits pendant un combat aérien ou au sol.

\*Il faut encore les améliorer pour permettre une sécurité accrue dans la transmission de données, une plus grande autonomie, une meilleure furtivité.

\*Aujourd'hui le principal défi est la polyvalence entre furtivité et maniabilité, pour permettre une supériorité en combat aérien.



\*La furtivité est notamment au cœur de la problématique de « survivabilité » avec le brouillage radar permettant de faire croire à l'ennemi que l'on est à un endroit alors que l'on est placé un peu plus loin.

Les UCAVs ne sont pas encore suffisamment « intelligents » pour effectuer des missions seuls, c'est-à-dire sans opérateur humain dans la boucle. Les drones de combat doivent pouvoir assimiler toutes les capacités propres aux avions de chasse et de bombardement, mais aussi pouvoir agir par tous les temps, de jour comme de nuit, assurer une permanence de zone, identifier les cibles et frapper avec une précision chirurgicale.

Aujourd'hui les UCAVs ne remplacent pas les missiles de croisière mais sont utilisés en complément. Qui plus est, une fois les défenses sol détruites par les missiles de croisière, l'UCAV

permet d'aller sur la zone et de déterminer si la cible a été détruite et si d'autres cibles doivent être attaquées.

◆ **Drones Mixtes (Avions de chasse)** : Les anciens chasseurs relégués au rang d'intercepteurs, sont aujourd'hui équipés pour leur permettre de voler avec ou sans pilote (comme c'était le cas du GRIPEN et du Rafale). Cela permet de s'adapter aux contraintes économiques et budgétaires ; il n'est pas nécessaire de développer de nouvelles plateformes. Cela évite des pertes humaines, autorise des missions variées pouvant être plus risquées. Il a par ailleurs été nécessaire de modifier l'ergonomie du cockpit (pour les nouveaux chasseurs) afin de permettre au pilote de superviser l'ensemble des UCAVs qui peuvent voler en formation avec lui. L'UCAV ne remplacera jamais un chasseur et vice versa, les deux permettent une excellente complémentarité des systèmes, des objectifs, et des capacités. Ils doivent toujours permettre une supériorité aérienne durant un combat.



Les configurations que l'on voit de plus en plus dans l'utilisation des drones sont très étonnantes.

1) Dans le cas du militaire, on utilise un chasseur qui est généralement encadré par 5 drones de combat ou de surveillance. Ce sont les nouveaux « escadrons de combat ». Chaque drone pouvant être piloté au sol, ou bien voler en formation de manière autonome autour du chasseur, jusqu'à ce que celui-ci donne un ordre à un ou plusieurs de ces drones, ou qu'un opérateur au sol reprenne la main.

Deux configurations de vol autonome sont d'ailleurs disponibles pour le vol en formation :

- La première étant une configuration standard par utilisation du système « contract 4D ». Cette technique permet de faire du vol en formation avec un temps de réponse assez faible, mais cela ne permet pas d'obtenir une précision excellente pour l'altitude.
- La deuxième configuration étant la configuration dite de « fourmière ». Notamment utilisée dans le civil avec les mini-drones. Cela permet aux drones de voler de manière très précise en formation. Le but de cette technique est que chaque drone dialogue uniquement avec un seul autre drone. De plus, en cas de non fonctionnement du système « contract 4D », cette technique permet de continuer la mission en cours.

2) Une autre configuration utilisée aussi bien dans le civil que dans le militaire, c'est l'utilisation d'un drone de surveillance qui est capable de transporter des drones miniatures ou des mini drones. Cette configuration est dite de « matriochka » car l'idée est d'emboîter des drones miniatures dans de plus grands drones. Cela permet par exemple lors de recherches de survivants dans une zone spécifique, de chercher une zone qui au fur et à mesure va être réduite pour ensuite envoyer les plus petits drones. Ou alors cela peut permettre un nouveau type d'espionnage au plus près de personnes cibles (notamment à l'intérieur de bâtiments).

Les limites de l'utilisation des drones sont très diverses :

Cette segmentation des drones nous amène à parler du « contrôle gouvernemental de la force » et de « l'exercice de la souveraineté nationale ».

Tout d'abord, depuis des années et malgré une réglementation très stricte, des entreprises privées et gouvernementales utilisent des drones aux limites de la légalité. Certaines organisations étatiques n'hésitent pas à surveiller et bombarder des cibles à l'étranger. Malgré la nécessité de vérifier l'authenticité d'une cible et d'éviter les dommages collatéraux, certains n'hésitent pas à anéantir la cible sans se soucier de ce qui se trouve autour. Pire encore, ces drones qui détruisent des cibles ne sont pas uniquement commandés par des militaires, ce sont des entreprises privées qui peuvent faire le travail à la place des militaires. Le problème de la « sous-traitance » amène à se demander si dans le futur, certaines cibles ne pourraient pas être choisies pour supprimer tout simplement la concurrence. Tous les pays possèdent des agences de renseignements et des organismes militaires et peuvent être concernés par ces dérives.

Prenons l'exemple de deux entités qui sont chargées de créer et de tenir à jour une « kill list ». La première travaille dans le domaine du contre-espionnage, et c'est une entité civile, contrairement à la seconde qui est du domaine militaire. Dans le cas de la première entité, certaines cibles proviennent de pays avec lesquels il n'y a pas de conflits. Au niveau de la deuxième entité les cibles de la « kill list » sont des cibles militaires pour lutter contre le terrorisme.



Ensuite se pose le problème du « BIG BROTHER » lorsqu'il s'agit des drones de surveillance. La vie privée est quelque chose de fondamental. La surveillance par les drones peut être présentée comme une « menace pour la liberté ». Nous savons que les informations laissées sur internet, que nos mails et nos appels sont surveillés par des agences de sécurité. Rappelons le soulèvement qu'a entraîné la mise en place de vidéo de surveillance dans les rues de Londres. Les informations récupérées sur nos déplacements pourraient être utilisées à des fins politiques, économiques,...

Enfin, si un avion avec pilote, passe au-dessus d'une zone protégée, il est possible de savoir qui est le pilote et de communiquer avec lui pour le pousser à se dérouter. On peut aussi envoyer un chasseur qui va le guider. Pour un drone il n'est pas possible de savoir qui pilote. Théoriquement c'est le plan de vol qui nous informe sur le pilote, mais comment être certain que c'est bien lui qui commande le drone ? C'est tout le problème. Dans le cas d'un drone civil

sans transport de passagers, cela ne pose pas de problèmes majeurs, puisque la possibilité de détruire l'aéronef en vol, en cas de doute avéré, est une option sans perte humaine. Mais dès lors que des passagers se trouvent à bord de ces drones, la décision d'abattre l'aéronef ne doit pas être prise à la légère. Comment faire dérouter un drone sans pouvoir communiquer avec lui ? Des systèmes militaires ont été testés. Ces systèmes permettent de supprimer la liaison GPS civile pour que les militaires prennent le contrôle eux-mêmes. D'autres systèmes en cours d'essais doivent permettre au chasseur qui escorte le drone de créer une « bulle » dans laquelle toute liaison GPS est désactivée, permettant au chasseur de prendre le contrôle sur le drone.

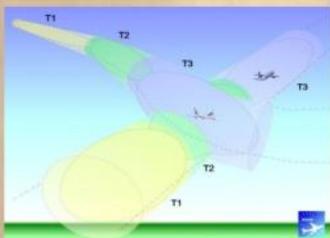
Cela pose le problème de l'automatisme. Ce terme signifie qu'un système effectue des tâches de manière répétitive dès lors que les conditions nécessaires sont réunies. Or, un drone qui volerait dans un espace protégé est considéré de manière automatique comme ennemi et les systèmes de défense entreraient en jeu. Mais des cas extrêmes ont eu lieu, et les cibles en questions étaient des alliés militaires. Si les systèmes de défense avaient été activés automatiquement, cela aurait eu des conséquences désastreuses. L'automatisation des systèmes est donc aussi une source de conflit.

## LA SECURITE A BORD DES DRONES

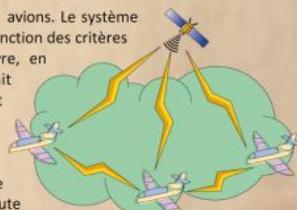
Le facteur humain en aéronautique est l'une des premières causes d'accident. S'il y a deux pilotes dans l'avion c'est bel et bien pour assurer une sécurité optimale. L'avionique, ensemble de systèmes et sous-systèmes électroniques permet d'aider les pilotes et d'assurer l'intégrité de l'aéronef. Ces systèmes ne sont pas infaillibles mais ne sont pas soumis aux erreurs humaines. C'est d'ailleurs pour cela que USAIRE-DRONE-1 un drone civil commercial, ne comportera plus aucun pilote.

Mais on peut se demander pourquoi un passage si brutal de deux pilotes, à seulement un système avionique, sans passer par un système avionique avec un pilote. La raison est très simple : Les systèmes électroniques sont nettement plus fiables que le pilote. Même si la « crainte psychologique » de voler dans un aéronef sans pilote est importante, il est largement plus rationnel d'enlever l'ensemble des pilotes et de laisser la machine travailler seule.

Rappelons aux futurs passagers de USAIRE-DRONE-1, que le personnel de cabine doit obligatoirement avoir des connaissances dans les systèmes avioniques pour permettre de réagir en cas de problèmes.



Ensuite vient se poser le problème de collision entre drones et avions. Le système informatique « contract 4D » calcule pour chaque avion, et en fonction des critères des compagnies aériennes, les meilleures trajectoires à suivre, en assurant un suivi par la localisation GPS. En 2020 ce système était appliqué aux phases de décollage et d'atterrissage permettant ainsi aux pilotes d'assurer une économie de carburant et une meilleure sécurité des vols. Aujourd'hui ce système est aussi activé pour la phase de vol en croisière, permettant aux pilotes de choisir de suivre ou non les recommandations, et de permettre aux drones civils commerciaux de voler en toute sécurité. La question du remplacement des contrôleurs aériens ne doit pas être éludée!



Mais les drones sont-ils vraiment invulnérables en ce qui concerne le terrorisme ? Certes, il y aura toujours le problème des bombes à bord des avions et rien de pourra l'empêcher mais l'atout majeur des drones est en théorie d'empêcher la prise de contrôle de l'aéronef par un terroriste. Dans le Drone civil commercial, le cockpit n'existe plus mais qu'en est-il de la prise de contrôle à distance ? Il faut savoir que les drones sont guidés à partir de signaux GPS qui sont nécessaires et vitaux aux vols en autonomie. Pourtant une équipe Texane a réussi par le passé à pirater un drone sophistiqué du ministère de l'intérieur américain, avec un matériel qui coûtait 1000 dollars. Pour le militaire, les drones utilisent des communications et des signaux GPS cryptés. Pour le civil, les signaux de localisation sont depuis très longtemps sécurisés mais leur cryptage date d'une dizaine d'années. Les drones civils commerciaux (ex : USAIRE-DRONE-1) doivent se baser sur le cryptage utilisé dans le domaine civil, comme les organismes gouvernementaux, privés ou humanitaires.

Que se passera-t-il si le système de localisation de l'avion tombe en panne ? Trois solutions sont données par les autorités de certification :

- ◆ Le personnel à bord de l'aéronef doit être en capacité de réagir, il doit donc être formé pour des procédures d'urgence.
- ◆ Les aiguilleurs du ciel doivent pouvoir prendre la main à distance sur l'aéronef.
- ◆ Les systèmes gyroscopiques (centrales inertielles) doivent permettre de finir le vol en cours sans risquer de mettre en danger les passagers. La dérive de ces systèmes est automatiquement régulée par leurs mises à jour aux aéroports.

Il faudra aussi modifier les itinéraires des vols long-courriers puisque certaines zones géographiques ne comportent pas de connectivité.

Hacker isolé, organisation mafieuse, cyber-terroriste, entité étatique, virus comme le « Stuxnet » (il fausse les données du programme iranien d'enrichissement d'uranium) : ces attaques se sont multipliées ces dernières décennies. Même si le système GPS n'est pas directement visé, il est possible (et nous l'avons vu depuis 50 ans) de déstabiliser tout un pays, et même une armée avec un simple virus informatique. Si un problème de logistique dû à un virus dans l'armée peut être catastrophique, alors qu'en est-il si ce sont les systèmes électroniques des aéroports qui sont visés, ou bien encore que les informations fournies aux différents systèmes sont altérées ? Il est très complexe de se protéger d'une attaque mais l'Europe s'est dotée d'un système de surveillance et de contrôle des réseaux pour permettre une cyber-défense efficace, en corrélation avec les autres continents. Nous en parlons dans le cadre de la « GEOSTRATEGIE ».

La sécurité concerne aussi les hélicoptères : ceux-ci ont depuis le début du siècle des taux d'accidents plus élevés que les avions et ce qui explique ce taux c'est l'erreur humaine. Seulement 10% liés à la structure, et le reste lié aux décisions du pilote. Depuis qu'Eurocopter, en 2020, a vendu ses drones hélicoptères, le nombre d'accidents a chuté de manière vertigineuse puisque le drone, certes toujours téléguidé, possède des circuits de sécurité qui l'empêchent de faire certaines manœuvres qu'un pilote aurait faites. Un point positif pour la surveillance des réseaux comme EDF et GDF, ou de toute autre infrastructure pour lesquelles la distance de sécurité est très faible.

Enfin l'utilisation de mini-drones équipés d'explosifs qui peuvent servir à des attentats mais il est largement plus simple de détruire une cible sans se faire repérer en utilisant une simple camionnette plutôt qu'un drone. Qui plus est un système armé signifie un drone suffisamment puissant et donc suffisamment gros qui sera donc repéré et ne pourra pas décoller de n'importe où. Connaissant les réglementations nécessaires notamment la mise en place d'un plan de vol, cela est d'autant plus difficile à mettre en œuvre.

### NEUROCOCKPIT

La complexification de l'avionique a entraîné le développement d'outils d'aides à la décision afin d'assurer une sécurité en vol optimale. Dès 2025, un prototype de neurocockpit basé sur l'interface cerveau-machine a été capable d'avertir la baisse d'attention des pilotes et a permis d'ordonner le flux visuel d'informations affiché par priorité selon la capacité du pilote à l'analyser.

## CONSOMMATION ENERGETIQUE

Différentes technologies permettent une réduction des coûts, des temps de production, du poids des aéronaves, et une diminution du bilan carbone. Des progrès fulgurants ont été faits dès le début du siècle, permettant ainsi de produire des avions civil et militaire avec plus de 50 % de matériaux composites. Rappelons que 50 % de la masse l'A350 et du B787 étaient en composites. Aujourd'hui les recherches se poursuivent autour de ces matériaux plus légers, plus résistants, et plus isolants, pour permettre la construction d'aéronefs composés à plus de 81 % en composites. Néanmoins ces matériaux ont des limites : le gain de masse au mètre carré d'un composite est plus faible que de l'aluminium, mais ce gain peut être réduit à néant car certaines pièces d'un aéronef nécessitent d'être métallisées. Par exemple : le fuselage d'un avion est utilisé pour assurer le retour du courant, or si le fuselage est en composites, celui-ci, ayant une très forte résistivité, ces courants peuvent provoquer des échauffements locaux et des dégradations, et doivent donc être parfaitement maîtrisés en ajoutant une armature (ou fils électriques). Aujourd'hui la carlingue est totalement en composite. Des solutions ont été développées pour le retour de courant mais il y a encore des recherches sur les composites (matrice + fibre).

Un autre problème est la fatigue qui se traduit immédiatement par la cassure du composite, contrairement aux métaux qui se déforment avant de céder. Leur principal avantage est qu'ils apportent entre 20 % et 40 % de gain en masse

mais le tout composite n'est pas encore pour aujourd'hui à cause des coûts de production. L'avion hybride est une meilleure solution que le tout composite. Les gains en carburant permettent aussi aux avionneurs d'augmenter le rayon d'action des avions sans augmentation des coûts.

Aujourd'hui seules quelques entreprises (spécialisées) ont la connaissance et l'expérience nécessaires pour le recyclage des composites. La décomposition par solvolysé permet de séparer ces matériaux (matrice, fibre, grillages de métallisation) pour des valorisations ultérieures. Sachant qu'en 2013, on pouvait recycler 90% d'un avion.

|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| Broyage           | Séparation insuffisante des composés (matrice organique, charges, renforts).                                |   |
| Déchets Composite | Procédés thermiques   | Valorisation énergétique des produits organiques. Récupération des fibres mais propriétés mécaniques dégradées. |
| Solvolysé         | Récupération et valorisation des produits organiques et des fibres. Conservation des propriétés des fibres. |   |

Ensuite, 50 ans après sa naissance, l'imprimante 3D est une technologie très pratique pour la production de pièces complexes en petites séries, voire en grandes quantités ce qui était techniquement impossible à créer jusqu'alors. L'intérieur d'un objet peut être extrêmement complexe, ce qu'on ne pouvait pas obtenir par moulage ou par creusage, on peut, aujourd'hui l'obtenir par imprimante 3D, et certains drones sont entièrement construits en 3D. Pour l'instant il n'est pas prévu de produire un avion civil commercial avec cette technologie, bien que cela ait plusieurs avantages. Tout d'abord la simplification du travail et la diminution du poids, avec par exemple la construction d'une aile entière, y compris ses structures creuses, ses renforts et ses supports, en une seule étape sans vis ni écrou. Ensuite une réduction des coûts et du temps de production, car la formation de certaines pièces en plastique a été ramenée de 6 mois à 2 semaines, et pour les pièces métalliques on est passé de 5 ou 6 semaines à seulement quelques jours. Les économies générées s'élèvent, dans certains cas, à plusieurs millions de dollars. Enfin la possibilité d'utiliser presque tous les matériaux y compris les composites.

Rappelons-nous combien de temps il a fallu pour généraliser les matériaux composites dans l'aéronautique : ils sont utilisés dans les avions militaires depuis les années 1960, et ne se sont imposés dans les avions commerciaux que quarante ans plus tard, nous ne sommes donc pas prêts de voir arriver des drones civils commerciaux construits avec une imprimante 3D.

Les matériaux piézoélectriques qui permettent de transformer une variation de contrainte, c'est-à-dire une déformation du matériau, en courant électrique, ou à l'inverse un courant en déformation, composent un grand nombre d'actionneurs dans les aéronaves.

Une aile étant constamment soumise à des variations de contraintes l'utilisation de ce matériau pourrait dans le futur nous permettre de créer un apport d'énergie. Certaines études ont été menées en Israël depuis plus de 20 ans sur ce matériau pour permettre la récupération d'énergie sur les autoroutes au passage des voitures. Ce système est aussi à l'étude pour les pistes de décollage et les taxiways.

Enfin une pile à combustible est un dispositif électrochimique qui convertit directement l'hydrogène en électricité et en chaleur sans rejeter de produits de combustion tel que le dioxyde de carbone. Outre la chaleur dégagée, seule de l'eau est produite au cours de ce processus.

Aujourd'hui ces systèmes de piles à combustible permettent de propulser des petits aéronaves pilotés ou des drones de faible envergure. Cette technologie n'étant pas envisageable pour faire voler de grands avions de transport de passagers ou des drones militaires, il est prévu de l'adapter sur les aéronaves utilisés dans les droneports. Cette technologie est par ailleurs déjà utilisée dans les systèmes de génération électrique secondaires, comme les groupes auxiliaires de puissance (APU) qui équipent les avions de ligne.

## IPSA - DRONES CHRONICLES

### REDACTEURS EN CHEF :

*Boisard Mickael  
Humbert Kevin*

*Lundi 23 Janvier 2040*

### Crédit Photos :

*Onera  
Dassault Aviation  
General Atomic  
Astrea  
Northrop Grumman*

### EN RESUME

La technologie drone comporte des inconvénients indéniables (pertes d'emplois, déshumanisation, terrorisme ...). Cependant, l'homme a compris les avantages de ces systèmes et a mis en place rapidement les structures et les mesures réglementaires pour les encadrer et les maîtriser. C'est un domaine stratégique tant sur le plan économique que politique. Dans un futur proche de nouvelles technologies permettront peut être de piloter des drones au-delà de l'espace terrestre.

### REMERCIEMENTS :

Nous avons été ravis de participer à la conférence du 11 juillet, et nous souhaitons remercier l'ensemble des intervenants qui nous ont fourni une mine d'idées enrichissantes. Nous remercions aussi les responsables du concours, qui nous ont permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine des drones pour lequel nous nous sommes pris de passion !

*Samuel AUZOLS*

**Y'AURA T'IL  
UN PILOTE DANS  
L'AVION?**



**LE NOUVEAU  
WESTERN**

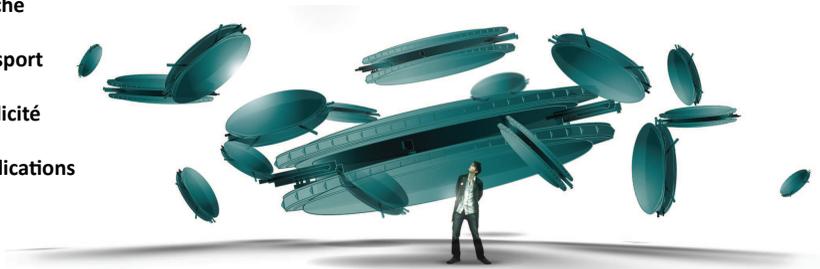
## BIENVENUE EN 2040

### Introduction

A quoi pourrait ressembler le monde du drone dans 30 ans? On peut aisément imaginer que cela dépendrait en grande partie de ceux qui vont le construire. Mais est-ce que ce monde va se construire à coup de business models et de business plans ? Ou bien par le fait d'accident, de tâtonnement et d'exploration ? Le drone est un sujet qui touche tout le monde et chacun voudrait y mettre son grain de sel, ajouter son idée pour le développer. A travers ce document, nous allons explorer les différents regards que l'on peut poser sur le drone, le regard militaire, philosophique, commercial, politique... Et peut-être qu'en survolant les versions de chacun nous arriverons à frôler ce que pourrait être le drone en 2040.

## SOMMAIRE

- 2 Introduction
- 3 Ethique du drone
- 3 Prone dans la stratégie
- 5 Pensée militaire
- 6 Drone dans la politique
- 7 Economie
- 8 Marché
- 9 Transport
- 10 Publicité
- 11 Applications



## A GAME OF DRONES

# A

### L'éthique

L'arrivée du drone a changé à jamais le visage de la guerre. Ces objets volants pilotés depuis le sol ont rapidement su attirer l'attention des armées, qui s'en sont généreusement dotées. Rapidement, ces aigles d'acier se sont imposés dans le quotidien des militaires. Que ce soit pour les hommes qu'ils accompagnent sur le terrains ou bien pour ceux qui les contrôlent à l'arrière, **les drones sont un reflet d'efficacité et de sécurité**. Cependant, même si ces machines ont permis d'asseoir définitivement la suprématie des pays industrialisés dans le ciel, elles ont aussi un prix.

Un prix humain. Le débat préexistait au premier vol télécommandé. **Peut-on équiper un avion à New York qui ira seul bombarder des ennemis et rentrer deux heures après, mission effectuée, intact?** Est-ce morale? Est-ce rentable? Est-ce dangereux pour nous? Est-ce juste que certains pays puissent impunément dominer les autres?

Il est certain que le drone a annihilé une vision « romantique » de la guerre. On imagine plus volontiers un conflit de tranchée et des ennemis se faisant face les yeux dans les yeux plutôt qu'une base explosée par un robot tueur, qu'un opérateur contrôle assis derrière un bureau sur un autre continent.



Ces deux visions tiennent purement et simplement du fantasme. **Le drone n'est pas un terminator volant** lancé en autonomie avec des bombes prêtes à être larguées.... Enfin ce n'est pas seulement ça.

Même si c'est un robot, un drone reste une affaire purement humaine, contrôlé et entretenu par des humains. **Tout au long de sa vie le drone fera appel à plusieurs centaines**

**de personnes:** pour sa conception, son entretien, son utilisation. C'est un outil autour duquel se pressent beaucoup de mains humaines, et son utilisation dépend de bon nombre de personnes; plus que pour un avion qui est au final confié à son seul pilote.

Les conducteurs du drone peuvent être nombreux. Le commandant peut se trouver dans la même pièce que celui qui conduit. Dans ce sens, **le pilotage d'un drone fait moins appel au sens de l'action qu'à celui de la coopération**. Le pilote d'un avion se retrouve quant à lui, plus responsabilisé, car bien que restant l'exécuteur des ordres de sa hiérarchie il ne demeure pas moins le capitaine de sa machine.

L'une des premières différences est que **l'on peut mettre un visage sur le conducteur d'un avion**. Il est présent et s'investit physiquement dans l'action, il a un visage humain. En comparaison, le drone est une machine dirigée par on ne sait qui, sans personne humaine à l'intérieur ce qui le déshumanise. En effet, l'absence de corps au sein de l'appareil semble faire oublier le contrôle humain qui sied pourtant à ce genre d'engin. L'utilisation de ces machines est souvent associée à une forme de guerre déshumanisée. Et c'est là que le débat éthique trouve toute sa raison d'être. Le drone constitue-t-il une forme de mécanisation de la mort?

### Témoignage

«Je ne comprends pas la polémique qui entoure l'utilisation des drones. Est-ce que le fait que le pilote ne soit pas dans l'avion change vraiment quelque chose au problème? A l'heure actuelle, nous pouvons effectuer nos missions sans mettre physiquement en danger nos hommes en les exposant sur le terrain, c'est quelque chose de bénéfique. De plus le drone est une machine mais il n'en est pas moins contrôlé par des hommes. En ce sens la machine ne prend pas elle-même la décision de tuer, c'est un humain qui se décide à appuyer. La présence du drone exerce juste le fait qu'en cas de confrontation directe, l'ennemi n'aura aucune chance...»



Anna V  
pilote

# B

## Drones militaires

Le drone a définitivement changé les règles du jeu. Il est particulièrement efficace en terrain découvert pourvu climat stable. Mais cet état de fait a poussé les ennemis à se replier sur des terrains plus accidentés, comme des forêts ou des villes. Des espaces denses dans lesquels il n'est pas forcément évident de faire évoluer une machine de 20 tonnes. **Il a fallu repenser le drone et son usage** dans la stratégie militaire suite à cette réflexion, les drones ont été divisés en plusieurs catégories.

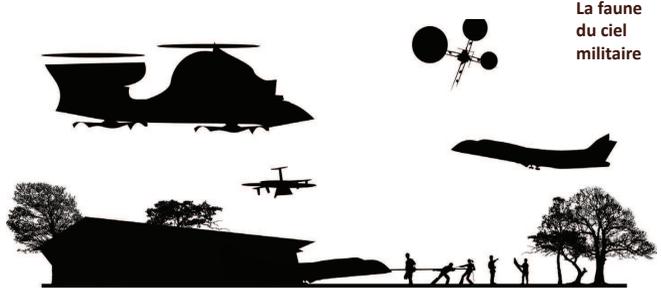
La première catégorie représente les drones de support logistique. Des appareils volants chargés de transporter le matériel militaire et le personnel. Il s'agit des mammoth du ciel. Ces drones sont

les plus gros, de plus, ils sont prévus pour **traverser de longues distances en transportant plusieurs dizaines de tonnes de matériel**. Ils sont conçus pour résister aux différents dangers qu'offrent ce genre de trajet.

La deuxième catégorie est celle des drones d'explorations. Ils sont plus légers que les drones de support logistique, en effet ces appareils ne sont pas conçus dans le but de transporter du matériel, ils sont prévus pour **évoluer à très hautes altitudes et produire des analyses topographiques**. Ces drones tiennent une place primordiale dans la stratégie car ce sont eux qui

permettent de déterminer les cibles et le champs d'action des autres drones.

Enfin il y a les drones chasseurs-patrouilleurs. Il s'agit de l'espèce de drone la plus mobile, ils pèsent entre 500 Kg et une tonne. Ils sont légers et disposent d'une autonomie, plus limitée. Ces appareils servent à effectuer des missions de sécurisation. Les drones chasseurs-patrouilleurs interviennent à plus basse altitude et **leurs faibles poids permet de les faire évoluer dans des milieux denses**. Ici, c'est avant tout la maniabilité et la précision qui prédomine.

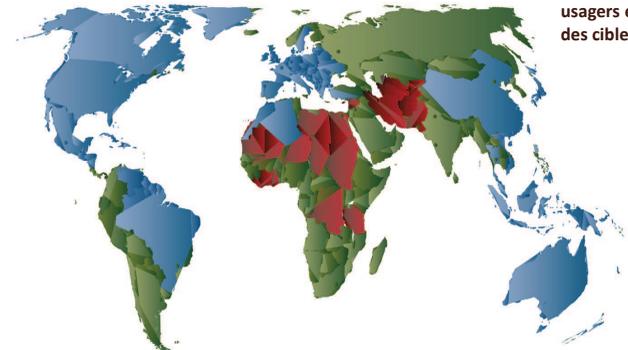


La faune du ciel militaire

## Production militaire

L'amélioration des techniques de production aboutira à une augmentation de la longévité des drones ainsi qu'une réduction des cycles de production.

Les innovations techniques et les améliorations constantes posent de nouveaux problèmes. Il est de plus en plus facile de produire des drones mais ceux-ci deviennent de plus en plus vite obsolètes, tout en restant parfaitement opérationnels. **Les locaux de nos armées s'encombre de drones encore en parfait état de marche mais inutilisables puisque déclassés**. Une des solutions pourrait être de revendre ces machines, cependant la majorité des pays autonomes dans leurs production se retrouvent dans la même situation.



Carte des usagers et des cibles

La meilleure solution serait la location, en effet, plutôt que de produire tous des milliers de drones chacun de notre côté nous pourrions mettre en commun les chercheurs. Partager les coûts de productions et **faire payer en fonction de l'utilisation des machines** les pays souhaitant en bénéficier. Voici une carte du monde des utilisateurs et cibles de nos drones ces dix dernières années

Pays ayant loué des drones européens ces dix dernières années

Pays dans lesquels les drones européens ont été utilisés ces dix dernières années

# C

## Dans le conflit

Le déplacement des zones de conflit vers des terrains plus fermés a forcé les drones à s'adapter aux nouveaux types d'affrontements. **Aujourd'hui l'objectif est moins de se déplacer vite que de pouvoir aller partout et**

## L'expérience macaron

Les conflits sont sortis des déserts chauds et plats. Aujourd'hui, les affrontements ont pris place dans des villes. Les ennemis de l'état se réunissent dans des forêts ou sous des montagnes. Les opposants évitent autant que possible de nous affronter à terrain découvert.

Les avions de chasse classiques que nous utilisons en Afrique subsaharienne se sont trouvés peu efficaces devant ces environnements complexes. Rapidement, il a donc fallu penser **une nouvelle génération de drones capables d'évoluer dans des environnements plus complexes.**

C'est là que le projet macaron est né. Lancé en 2032 ce drone doit être le premier de sa génération. Il utilise un système de propulsion inédit basé sur deux palmes à polarité

**surtout, d'en partir rapidement.**

Les drones logistiques se sont donc rapidement retrouvés sur le devant de la scène. Parmi eux se démarque le Jupiter. Un objet volant sans pilote capable de contenir tout le matériel militaire pour des opérations de cinq semaines ou plus. Les drones Jupiter sont des drones capables de transporter toute une base pour de petites opérations. Ils permettent d'occuper une position pendant des semaines et de replier tout le personnel militaire ainsi que le matériel en moins de quarante minutes.

contraire, les deux disques jouent le rôle d'hélice tandis que la partie centrale contient tous les outils utiles aux opérations.

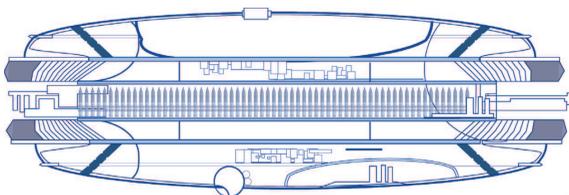
Ce drone est une production internationale puisque **17 pays sont à l'origine de ce développement.** Cette production a posé de nombreuses difficultés inattendues à l'équipe mais il en est sorti est plus qu'un drone. Outre le macaron, les développeurs ont créé un langage commun de

Ce genre de drone imposant répond au besoin croissant en mobilité. Nous avons besoin de pouvoir intervenir rapidement à n'importe quel point du globe et de nous replier tout en évacuant un maximum de nos ressortissants.

Le conflit en Syrie et l'attitude de nos responsables indique qu'**il sera de plus en plus demandé à la stratégie militaire de suivre le temps de la politique**, hors la politique demande des conflits aux dénouements rapide.

programmation de drones. Pour faire fonctionner tous ces profils différents de nombreuses normes ont dû être créés

De plus **des standards ont pu être instaurés et notamment en terme d'interactions entre les différents logiciels, les opérateurs et les périphériques.** Cette harmonisation était nécessaire pour que le marché puisse s'ouvrir au public.



Coupe du macaron

## Analogie au vivant

Au fur et à mesure que les moyens de productions se sont développés, les frontières de l'impossible se sont éloignées. Bientôt la seule contrainte au développement des drones fut l'imagination. Quand on rencontre ce genre de limite on rencontre également la nature et sa source intarissable d'inspiration. Le monde animal a su produire des milliers de systèmes de défenses, d'attaques, de déplacements au fur et à mesure des millénaires. Grâce aux recherches nous avons su **optimiser nos machines en les rapprochant de certains modèles déjà présent dans la nature.** Le monde des insectes notamment fut particulièrement généreux en concept. Chaque forme du vivant correspond à une fonction, chaque structure répond aux contraintes techniques d'un environnement. L'implication de zoologue dans la production de drone a permis de rendre leurs productions moins couteuse tout en augmentant leurs capacités techniques.



Visuel du drone mouche

## ENTREPRISES Y'A T'IL UN PILOTE DANS L'AVION ?

Même si le concept est d'origine militaire, le drone a capté l'attention des entreprises. Celles-ci sont rapidement devenues les moteurs de l'innovation. Que ce soit des multinationales ou des PME portées par de jeunes entrepreneurs carnassiers, de nombreuses entreprises se sont lancées dans l'aventure du drone. Les drones ont alors débordé du secteur militaires pour intervenir dans le secteur médical, ludique et utilitaire du quotidien dans un second temps. Aujourd'hui les entreprises sont une des pièces essentielles de l'univers du drone.

# D

### Institutions publiques

Le monde du drone est en pleine ébullition. De nombreux entrepreneurs à travers le monde développent des business models autour de ces objets. **Les années qui arrivent verront les futurs leaders industriels s'imposer.** Cet univers reste jeune et il y a de nombreuses places à prendre. On peut aisément imaginer que les futurs géants du drone n'apparaîtront pas dans l'assemblage de machine mais au tout début de la chaîne.

Une entreprise spécialisée dans la production de pièces détachées peut prendre de plus en plus de part dans l'assemblage. Alors qu'une entreprise située de l'autre côté de la chaîne reste dépendante de ses fournisseurs. **A quoi sert d'acheter**

**une usine de montage si le matériel utilisé pour la faire fonctionner est d'origine russe ?** Pour rester une force qui pèse dans le monde du drone, il faut maîtriser la chaîne de production depuis sa base, afin de valider cet objectif, il fallut installer une veille technologique mondiale. Le but de celle-ci étant de remarquer les jeunes entreprises qui innovent et de les acheter.



**M.R.D**  
Maison du robot  
et du drone

Logo du  
MRD

Dans nos frontières l'état doit créer un climat favorable au développement de jeunes entreprises. Le monopole de grosses sociétés devient un problème s'il étouffe les entrepreneurs qui voudraient se lancer dans l'aventure. Les idées qu'ils pourraient proposer sont propres à booster le secteur et notre compétitivité nationale. Dans le but

d'aider les entrepreneurs, des aides ont été mise à disposition. **L'accès aux centres de recherche facilité pour les porteurs de projets, ainsi que l'ouverture de technopoles ou autres espaces de co-working, la Maison du Robot et du Drone.** Cependant, il ne suffit pas de mettre à la disposition des gens une masse importante de levier pour qu'ils se lancent dans l'aventure, encore faut-il leur donner envie de les actionner.

Si l'on on veut que de nombreuses entreprises se créent dans la conception de drone, **il ne faut pas seulement que ce soit rentable, il faut aussi que cela fasse rêver.** Pour cela il existe des moyens comme l'organisation de concours européens autour de la robotique ou du pilotage. Il faudrait également donner une place aux drones dans les cours d'histoire et d'ingénierie au sein des lycées. Peut-être faudrait il passer par les univers du jeu vidéo. Naturellement les projets naîtront et **les leviers financiers déjà installés devront répondre présent** pour soutenir les créations intéressantes (Business Angels, Banque... ).

### Ecole du drone

2032 a vu apparaître en France la première école du drone: l'Ecole Supérieure de Pilotage et Construction de Drone à Toulouse. Une école d'ingénieurs spécialisée dans le pilotage, l'entretien et le développement des drones. Cette école répond à la demande croissante de spécialiste des drones, et forme des diplômés en trois ou cinq ans postbacs. **Elle fait cohabiter au sein même de ses murs, des futurs pilotes avec de futurs concepteurs.** Tous ces métiers qui seront amenés

à travailler ensemble dans le futur, l'idée étant donc de les pousser à déjà se côtoyer durant leurs études. Ainsi, en sortant de cette école les étudiants connaissent leurs métiers et disposent également de base dans les domaines de leurs futurs collègues. Ainsi **les réponses apportées par les ingénieurs intègrent déjà les problématiques des pilotes.** De plus, le pilote dispose d'un bagage de survie informatique qui peut lui permettre de mieux appréhender ses logiciels. Chaque diplômé connaît déjà son rôle mais également celui des autres. Les étudiants qui sortent de l'Ecole

supérieur du Drone de Toulouse sont donc particulièrement demandés à travers le monde. L'objectif de cette formation est également d'attirer de nombreux talents de l'étranger qu'il est alors possible de repérer et si possible de garder.



# E

## Entreprises

Les nouvelles techniques de productions vont révolutionner le secteur. **La Concurrence violente a forcé les entreprises à se spécialiser** entre le Hardware (le matériel) et le logiciel (software). Tout comme pour les ordinateurs, il existe des entreprises qui développent des logiciels systèmes et celles qui construisent des machines. Des géants de l'informatique comme Apple, Google ou IBM se sont alors lancés à leur tour dans l'aventure.

Les progrès technologiques ont permis de supprimer petit à petit les contraintes de productions. Les imprimantes 3D permettent de créer n'importe quelles pièces imaginées

par les designers. Les drones seront donc de plus en plus petits car de plus en plus optimisés. **Pour certains drones de petites et moyennes tailles il est possible de les construire à l'intérieur d'une seule machine** qui livre le drone déjà assemblé et monté. Quand une production est à ce point facilitée tout repose sur le plan. Avec le plan et l'imprimante appropriée n'importe qui est à même de produire le drone. La protection des fichiers est donc devenue un enjeu majeur du développement de drones. En 2040 la guerre informatique n'existe pas seulement entre les états mais aussi entre les entreprises.

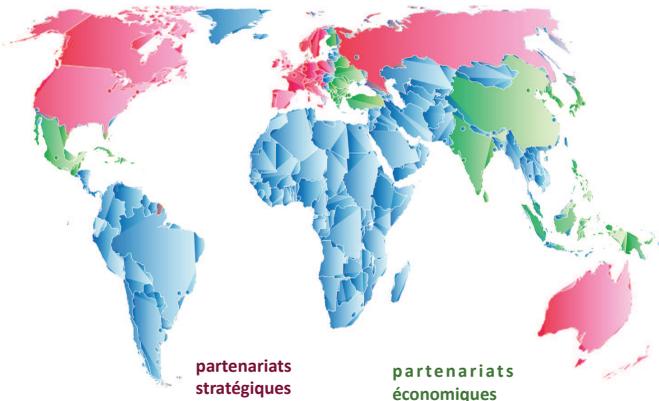


Il y'a fort à parier que nous retrouverons dans un premier temps les géants de l'informatiques bien connus que sont Apple, Google, IBM et Microsoft. Aujourd'hui déjà, ces quatre entreprises doivent regarder avec beaucoup d'attention tout ce qui se passe autour du drone. Dès que le drone est devenu un produit de grande distribution **la concurrence a imposé une accélération des rythmes de développements.**

## Partenariats

La seule façon d'éviter que les ultra-entreprises prennent la première place dans le développement des drones est de renforcer la cohésion internationale. De nombreux alliés historiques ont décidé de mettre en commun les moyens de productions, pour que les états puissent garder une indépendance dans le développement du matériel militaire. Le but étant d'éviter qu'une entreprise arrive en situation de monopole.

Voici une carte des alliances signées par la France.



Une imprimante 3D est un robot qui dépose des couches de gel qui en se superposant sont capables de créer n'importe quelle pièce qui a été modélisée en 3D. Ces machines commencent à faire leurs apparitions au début du 21ème siècle et leur praticité en ont fait les jouets chéris des designers. Un des avantages de la machine est qu'elle est capable de produire des pièces avec une grande précision et à bas coût sans demander la création d'un moule. En 2013 déjà, ces machines-outils n'étaient plus cantonnées à la production de prototype et servaient dans l'industrie lourde.

## imprimante 3d



# F

## Economie du drone

Les drones de sécurité ont rapidement représenté un marché très intéressant. Imaginons une caméra de surveillance qui puisse se déplacer et intercepter en cas d'infraction. Le ERA est un petit représentant parfait de ces drones. Avec son système de vol basé sur l'hélium et une petite hélice, Era est un drone léger et discret. Il est capable de voler à une hauteur de 15 m et dispose d'une autonomie de deux semaines en activité. Ce



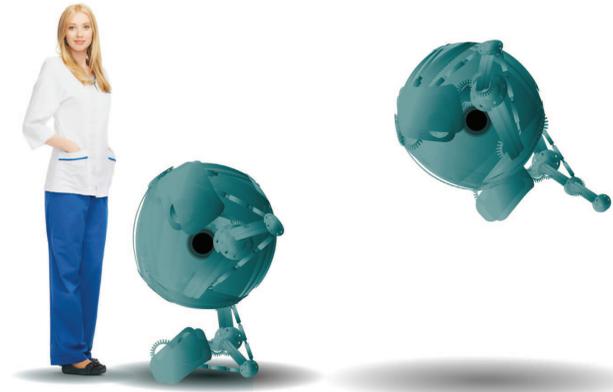
De nombreuses applications smartphone de contrôle de drones sont apparues sur le marché, assurant la fortune des développeurs.

qui explique la réussite de ce drone, c'est **son interface très simple à prendre en main**. Era dispose de trois modes. Le mode tourelle: Era se pose à un point déterminé et contrôle les passages. Le mode patrouille: vous pouvez enregistrer plusieurs trajets de ronde que le drone effectuera automatiquement dans l'ordre demandé. Il est possible de prévoir à l'avance un programme des patrouilles. Le mode suivi: Era suit le gardien et l'assiste, ce dernier peut directement contrôler le drone à partir d'une simple télécommande ou depuis un ordinateur.

Il ya deux types d'entreprises: celles qui produisent des drones pour ensuite les louer et celles qui

produisent des drones pour les exploiter.

Quand ils ne sont pas exploités par leurs fabricants, les drones quels que soient leurs fonctions sont toujours loués. **Le client est utilisateur mais jamais propriétaire**. Le système de location offre plusieurs avantages. **Il garantit des revenus continus à l'entreprise**. En échange, l'entreprise est tenue d'assurer un service minimum de maintenance. Le constructeur s'engage sur le parfait état de marche de sa machine. Dans beaucoup de cas, le constructeur peut également proposer des services supplémentaires comme celui d'assister les opérateurs si le drone demande une formation spécifique.



DRONES PROTECTEUR  
ERA SECURITÉ

Ce petit drone est dans la catégorie des drones légers. Ce sont ces petites machines qui ont permis le fleurissement économique de l'univers du drone en permettant de toucher un marché plus large, plus accessible.

## Economie ( suite )

Pour ceux qui exploitent des drones, il s'agit surtout d'automatiser des fonctions autrefois occupées par des humains. La sécurité, le pilotage, le transport de marchandises... **L'arrivée du drone n'a donc pas réellement transformé la façon dont ces entreprises travaillent** avec leurs clients mais plutôt la façon qu'ont ces entreprises de s'organiser en interne. La contrepartie sera qu'il faudra embaucher de plus en plus

de techniciens, mais en retour, ces entreprises devraient voir leurs compétitivités augmenter. Les drones étant souvent capables d'accomplir le même travail qu'un homme sans les limites que sont le sommeil et la distraction, il est plus efficace sur la durée. Par la suite le drone a permis également le développement de toute une économie transversale liée aux assurances, aux carburants, aux formations...

Le système de location offre un deuxième avantage important: quand l'exploitant du drone ne s'en sert plus, **plutôt que de s'en débarrasser dans la nature il le retourne à l'usine**. Ce qui est intéressant d'un point de vue écologique mais aussi économique. Le drone retourné à l'usine pourra alors resservir ailleurs ou subir des mises à jour qui lui permettront de retrouver une place dans le circuit économique.

## DRONES LE NOUVEAU WESTERN

Le drone civil est arrivé assez tard. En effet, longtemps, seuls les militaires et les entreprises ont été prêt à dépenser des milliers d'euros dans des formations coûteuses autour de l'utilisation de ces machines. Mais pour que les civils puissent enfin s'approprier les concepts liés aux drones il aura fallu trente ans de travail de communication, d'interfaçage et surtout proposer une gamme qui corresponde réellement à des besoins liés à la distribution

# G

### Long courrier

Les drones de transport sont généralement plus massifs que les autres. **Ce sont les seuls drones à avoir échappé à la miniaturisation.** Ces machines conservent une contrainte de taille du fait de leur rôle: transporter des objets ou des personnes d'un point A à un point B. Dans un premier temps ces drones étaient destinés à relier de longues distances et n'étaient structurellement que des avions de

grandes lignes améliorés, ce qui ne changeait pas grand chose au final pour les passagers. Le pilote restait maintenant au sol.

Le personnel navigant est resté plus longtemps. Nous avons toujours eu besoin d'hôtesse à bord. **Mais au fur et à mesure de la robotisation, de moins en moins de personnels embarquaient** sur les avions. Les compagnies ont toujours eu intérêt à maintenir un maximum de personnels au sol. Mais par mesure de sécurité, des techniciens sont maintenus à l'intérieur des avions afin **d'assurer le relais humain en cas d'imprévu.** Ces modifications ont permis d'embarquer plus de passagers sans alourdir les avions. Il a enfin été possible de vendre des places assises devant la vitre avant de l'avion offrant un panorama exceptionnel!

### Témoignage

«La possibilité de rester au sol a largement amélioré les conditions de travail, pour les opérateurs des drones de grandes lignes. Cela a permis de normaliser les horaires de travail. Un même opérateur peut s'occuper de plusieurs appareils en plein vol. **La plupart des services à bord sont maintenant effectués par des distributeurs** et des machines. Nous jouons plus le rôle d'assistance téléphonique. N'importe qui peut nous contacter depuis son siège en vol et nous répondons à ses questions depuis la terre. Cela a facilité la communication avec les ressortissants de régions étrangères. **Si nous ne savons pas parler une langue, il est toujours possible de trouver quelqu'un qui sait la parler.**» John A opérateur



### Trajets du quotidien

Les drones ont également permis de populariser le vol comme moyen de transport. La plupart des fonctions sont automatisées, ce qui fait qu'un drone de transport civil peut se prendre en main après une formation de quatre semaines. **Avec la poussée en hauteur des métropoles, la conduite verticale est devenue un enjeu de plus en plus intéressant.** Des bus volants dotés de

pilotes automatiques intelligents sont apparus en chantier. Ces machines devraient apparaître autour de 2050 et permettre de dégager les routes des villes toujours encombrées par le nombre toujours croissant de voitures. **«Ces bus/drones» devraient permettre à une classe de couvrir la distance entre Paris et Athènes en 4h pour le même prix qu'un voyage par la route.** Cette innovation est anticipée

par de nombreux acteurs comme les hôtels qui s'équipent d'aïres d'atterrissages et de pompes de recharges destinées à ces nouveaux véhicules. Des machines similaires sont en développement qui devraient permettre de transporter de nombreuses personnes sous l'eau.

# H

## Le visage du drone

Le drone n'a pas directement été accepté dans le quotidien des citoyens, en effet la plupart des gens étaient méfiants quand les premières générations de drones sont arrivés. **Personne n'aimait l'idée qu'une machine prenne des décisions qui concernent des humains.** On aimait encore moins l'idée de monter dans un avion piloté par une machine jugée comme une calculatrice améliorée. C'est d'abord la question du «jugement» qui a été posée. Les drones sont capables d'avoir des réflexes surdéveloppés par rapport à aux humains, ils ne s'endorment pas et n'oublent rien. Mais ce sont des machines à qui l'on confie des tâches jusque là réservées aux hommes.

Quand les drones ont commencé à apparaître à des postes réservés aux civils, tout le monde s'est senti menacé. Pour que les drones soient acceptés, **il a fallu accompagner**

Promotion  
du drone  
en 2030

## Pacifier la machine

Ensuite il a fallu séparer le drone de son image militaire. Tant que les drones sont associés à la guerre et donc à la mort, le public sera toujours réticent à aller vers cette technologie. Il suffit de voir la représentation du drone dans les productions cinématographiques du début du siècle pour **voir que le drone est une chose effrayante.** Les anticipations présentent le drone comme un objet meurtrier qui se retourne facilement contre son constructeur. Oblivion 2013: Les drones traquent les humains sur une planète dévastée. Elyseum 2013: Les drones appuient la domination d'une dictature élitiste et sont utilisés pour repérer et tuer les résistants. Man of Steel 2013: Clark doit détruire les drones envoyés par l'armée pour le contrôler... Pour être accepté, **le drone a dû sortir du domaine militaire, avant de pouvoir apparaître dans celui de l'aviation et du transport de masse.**

**leurs présences d'une campagne de communication.** Secteur après secteur, le drone a finalement été accepté. Etrangement, ce ne sont pas les transports aériens qui se sont les premiers emparé de cette technologie, mais le monde agricole. Puis ces robots furent acceptés comme moyen de transport Low cost puis premium. Par la suite les drones sont rapidement apparus à tous les étages de la société de consommation. Voici quelques épisodes de l'aventure qui a permis au public d'accepter les drones.

Il a fallu dans un premier temps donner un côté plus humain à la machine. **Dés lors que le public associe un concept à un visage il l'accepte plus facilement.** Apple pouvait se permettre d'avoir un design aussi froid et épuré parce que tout le monde lui associe le visage de Steve Jobs. Quand on présente un produit, on le présente toujours avec une personne à ses côtés. Plus qu'un autre produit, le drone en a besoin. Il s'agit d'une machine relativement autonome que l'on place au centre de mécanismes impliquant des humains; il faut que les gens puissent se le représenter.



## Agriculture

Le drone dans l'agriculture a permis de résoudre beaucoup de problèmes. Avec la fonte de la toundra sibérienne, **des millions d'hectares cultivables aux sols riches sont apparus** au grand jour. Les agriculteurs européens, qui avaient anticipé et acheté à très bas prix ces terres se sont retrouvés avec des hectares cultivables situés à des milliers de Kilomètres. Les exploitants agricoles se sont donc retrouvés avec

des parcelles gigantesques et hors de portée. Les drones ont rapidement permis de résoudre ce problème. Les grands constructeurs se sont mis à produire des drones agricoles: de lourdes machines volantes capables de cultiver un champ et de le récolter. Ces machines volantes sont également capables de rejoindre des régions inaccessibles par la route. La capacité des drones à se rendre dans des régions inatteignables par l'homme nous a permis d'améliorer considérablement notre compréhension du monde sous-marin. Avec ces machines, **les rêves de domestication des océans refont surface. Culture d'algues, pillage des sols, recherche de carburants fossiles**, construction sous marines... Le drone nous ouvre aussi les portes de la face immergée de la planète.



De nombreuses applications smartphone de contrôle de drones sont apparues sur le marché, assurant la fortune des développeurs.

## Alevin7



Voici un exemple de drone polyvalent nageur/volant. L'Alevin7 fait partie de la première génération de drone d'exploration des fonds marins. Ce drone est capable de régénérer partiellement son énergie grâce à la pression de la mer et la force des marées. Il est capable d'effectuer des missions en autonomie d'une semaine avant de retourner à la base. Il a été très **utilisé par les scientifiques et les militaires pour effectuer des missions de géolocalisation**. Malgré son poids imposant (1 tonne), la grande envergure de ses ailes le rend relativement économe en énergie. Sa pince quodale lui permet de récupérer des échantillons et de les stocker en attendant des analyses plus poussées. Il est capable de continuer à voler avec un chargement d'environ 500 kilos.

## Routes de l'air

L'espace aérien international se retrouve de plus en plus encombré par la multiplication de machines autopilotées dans le ciel. L'ONU s'est dotée d'un nouvel organisme. Le Groupe d'Assignment des Espaces Aériens (GAEA). La mission du GAEA est d'aboutir à **la création d'autoroutes du ciel**. Des plans sont consultables par tous les citoyens sur le net. **N'importe qui peut créer son trajet** sur internet en indiquant les horaires, le lieu de départ et le lieu d'arrivée. S'il reste des places sur l'autoroute aérienne, le citoyen recevra une confirmation. Aucune machine ne peut décoller sans autorisation. Les autorisations sont distribuées uniquement par GAEA.

# DRONES EN 2040

# CONCLUSION

Innovet. Le saint Graal du marketing moderne. Mais la question du drone dépasse les enjeux économiques, elle nous questionne sur notre rapport au monde. Tout devient plus facile: chercher, voyager, cultiver, .... Tuer. Il est certain que la domestication de ces machines représentera une marche franchie pour les hommes. Il s'agit d'une aventure collective. Nous pouvons chercher à écraser économiquement les autres. Mais nous pouvons aussi rassembler les différents acteurs internationaux et nous positionner comme leader.

Il n'y'a pas d'innovations sans rencontre.  
Il n'y'a pas de rencontres sans différence.

*Coralie ELMALEH*  
&  
*Gaël FOURNIER*

---

# En 2040, y aura-t-il un pilote dans l'avion ? Les applications drones civiles et militaires

---

USAIRE STUDENT AWARDS 2013

ÉCRIT PAR

CORALIE ELMALEH  
GAËL FOURNIER

*ESTACA & UPMC*

Ce récit se déroule en l'an 2070 afin d'avoir le recul nécessaire à la description de l'année 2040 et la d'événements qui y a amené. Ce récit et ces images sont uniquement sortis de notre imagination ; toute ressemblance avec la réalité serait fortuite. Bonne lecture et bonne plongée dans le futur.

## **Partie 1 : Douce vie (2040+30)**

Nous sommes le 24 avril 2070. Monsieur Xanandro se leva à 6h09 comme tous les matins depuis son emménagement dans le centre-ville. Lorsqu'il sortit de son lit, la lumière s'alluma doucement et les stores donnant sur la ville s'écartèrent pour la révéler dans toute sa splendeur. Xanandro s'assit devant la baie vitrée et observa la ville en attendant que son petit déjeuner soit apporté par le robot ménager.

Depuis le 56e étage, la vue est grandiose. Alors que les lumières des rues s'éteignent et que les gens commencent à se lever, on peut observer à quel point le monde a changé durant ces dernières années. Les rues ne présentent ni embouteillages ni accidents, seul un flux constant de véhicule se croisant dans un ballet sans heurt est visible. Que de progrès observés en une vie ! Après le passage des agglomérations principales au tout électrique, un grand plan d'urbanisation eut lieu. Ce plan d'urbanisation fut le plus audacieux du siècle : recréer chaque route afin de permettre à la nouvelle génération de voiture de s'intégrer pleinement à l'espace urbain. Dès 2020, les voitures sans pilote avaient commencé à arriver dans les concessions à des prix attractifs. Mais c'est seulement en 2030, avec le passage de grande ville à des architectures n'autorisant que les voitures autonomes, que ces dernières ont pu arriver à maturité. Ces travaux ont duré 10 ans durant lesquels la population a vu les drones se mettre à la portée de tous.

Cette période clé a permis l'arrivée massive des drones dans les populations et a radicalement changé les mentalités. En effet, quoi de plus confortable que la voiture autonome ? Tous les avantages des transports en communs, mais sans leurs inconvénients ! Comme Xanandro l'avait dit au comité de direction cette année-là en parlant de l'importance de soutenir l'industrie automobile : « Ce qui fait la différence dans l'acceptation des drones par les gens, ce sont ceux qu'ils fréquentent tous les jours ».

Le robot ménager s'approcha et donna à Xanandro l'emploi du temps de sa journée en même temps que son petit déjeuner.

- Monsieur, vous avez rendez-vous cet après-midi avec votre neveu au siège de Dronized. Je confirme votre venue ?
- Oui. Je serai de retour demain, mets l'appartement en mode alarme durant mon absence.
- Bien Monsieur.

Après avoir fini son déjeuner, Xanadro prit l'ascenseur jusqu'au toit et se rendit à son Hélicoptère. L'hélicoptère lui souhaita la bienvenue et décolla vers l'aéroport. Cet hélicoptère pouvait être considéré comme le haut de gamme de la compagnie Dronized. Bien que les hélicoptères soient les 1ers drones à avoir vu le jour sous une forme totalement autonome, car l'asservissement est plus simple sur un hélicoptère qu'un avion, cela fait seulement quelques années que la présence d'un pilote n'est plus obligatoire. C'est en grande partie grâce à la démocratisation des drones auprès des populations dès 2015, et pour éviter des accidents regrettables, que des efforts ont dû être faits afin d'intégrer au plus vite la navigation des drones à l'espace aérien civil.

Les premières versions de la législation intégraient seulement les drones sans passagers et imposaient de très fortes contraintes sur la circulation des drones. À vrai dire, il s'agissait plus d'une exclusion des drones de transport des espaces aériens standard qu'une vraie intégration. Il a fallu que les entreprises se concertent avec les législateurs et contrôleurs du ciel afin d'avoir des lois permettant une intégration rationnelle des drones de moyenne envergure avec ou sans passagers. Des outils permettant l'interaction directe des drones avec le contrôle aérien, comme la mise en place de module de communication standard dans les drones, l'attribution d'un numéro unique et de nouvelles méthodes de gestion du ciel ont dû être développés. Ainsi, la rénovation des installations de contrôle a permis de voler de manière totalement harmonisée avec le reste de l'aviation. Tout d'abord à peu de drones, le temps que le système se rode et que les standards s'imposent, puis à la majorité.

Lors des réunions avec les législateurs, Xanadro s'était énormément impliqué au point d'en faire des nuits blanches. Lors des négociations, leur refus de changer leurs habitudes de travail et leur peur de l'inconnu avaient été ses principaux ennemis. C'est seulement lorsque les automobiles autonomes se démocratisèrent que Xanadro sentit l'équilibre changer. Les sociétés qui, auparavant se cantonnaient à fabriquer des drones de surveillance, sentirent les énormes perspectives qu'offrirait la mise sur un pied d'égalité des drones et des avions pilotés. Elles s'impliquèrent à leurs tours et l'industrie se mit en route.

Aujourd'hui, il lui avait suffi d'indiquer qu'il souhaitait se rendre à l'aéroport pour que le drone fasse l'ensemble des procédures nécessaires, communication avec le contrôle aérien, demande des autorisations, intégration dans le trafic aérien. Il se sentait fier d'avoir participé à cette avancée. Un drone de police attira son attention, le sortant de ses pensées.

Pourquoi tant de souvenirs aujourd'hui ? Il s'était pourtant résigné à cette réunion avec son successeur. . . L'œuvre d'une vie, voilà ce qu'il s'appropriait à transmettre aujourd'hui. Bien qu'il se passerait encore des années avant qu'il ne cède ses fonctions, il souhaitait commencer à former son successeur. Son neveu, bien que jeune, s'était toujours passionné pour son métier. Alors qu'il était encore adolescent, Xanadro l'avait emmené à un comité

de direction. À la fin de la réunion, son neveu lui posa quelques questions et lui fit part de son avis. La pertinence de ses remarques désarçonna Xanodro, il décida alors de l'impliquer de plus en plus dans la vie de l'entreprise afin de le tester. Aujourd'hui arrivait en quelque sorte la fin des tests, et Xanodro avait jugé qu'il pourrait prendre sa succession.

Xanodro avait amené sa société à une position de leader grâce à des efforts constants au cours de sa vie. Il avait veillé à ce que Dronized travaille toujours sur les technologies de pointe et innove. Il devait s'assurer que son successeur en ferait autant. L'hélicoptère le déposa alors en face de l'aéroport. Il ne lui restait plus qu'à monter dans la voiture qui le conduirait à son Jet. La voiture s'approcha de lui et la portière s'ouvrit.

## **Partie 2 : Souvenir**

En entrant dans le jet, Xanodro suivit l'hôtesse de l'air qui l'amena jusqu'à son siège. Il lui demanda un verre de vin, un grand cru de 2013. En la regardant s'en aller, il ne put réprimer un sourire, car malgré toutes les avancées technologiques, il y avait peu de chance que l'on remplace un jour les hôtesse de l'air. Les machines auront beau être plus précises, rapides et prévenantes, il est peu probable qu'elles aient cette chaleur que l'on sent lorsqu'on parle à un autre être humain. Il prit son verre et remercia l'hôtesse en souriant. Les androïdes ont encore du chemin à faire songea-t-il. Lors du décollage, il apprécia le paysage et la sensation du vin. Le cockpit, bien que vide, était totalement fonctionnel afin de permettre à un humain de piloter. Mais aujourd'hui, Xanodro et l'hôtesse étaient les deux seuls humains à bord, quelle bataille cela avait été pour en arriver là ! Mis à part les hélicoptères sur de faibles distances, seuls les transports privés de moins de 5 personnes sont actuellement autorisés à voyager sans pilote. Et encore, seulement si un passager a son diplôme de pilote ! Une sacrée contrainte, mais quel progrès ! Malgré la popularisation des drones, supprimer tout bonnement les pilotes n'était pas réalisable, pour des raisons humaines, mais aussi techniques.

En 2034, un compromis s'est développé et a atteint sa maturité en 2041. Pour l'aviation civile, l'Intelligence Artificielle (IA) pilote l'avion au même titre qu'un pilote humain. L'humain assure le rôle de commandant de bord et l'IA celui de copilote, la check-list de décollage est effectuée par les deux comme dans un vol classique, et l'IA prend part au vol comme un copilote le ferait. Sur les longs courriers, le pilote se repose pendant que l'IA conduit ; les pilotes ont fini par avoir confiance en l'IA. Bien sûr, ce compromis n'est pas arrivé tout seul, il est le fruit de nombreuses années d'expérimentation et de collaboration entre ergonomes, pilotes, programmeurs, constructeurs et l'ensemble de la profession.

Donner le même poids aux décisions de l'IA et de l'humain est arrivé seulement après que ces dernières aient montré leur fiabilité. Tout d'abord sur des vols simulés, ensuite

dans des « irons bird », puis au côté des pilotes, mais sans possibilité d'interaction avec l'avion afin d'évaluer le comportement de l'IA en condition réelle.

C'est seulement en 2039 que l'IA a pu commencer à « piloter ». Une fois sa fiabilité établie, les équipages ont peu à peu été restructurés pour arriver finalement au modèle d'aujourd'hui. Cela faisait quelques années que ce modèle s'était figé et il montrait sa robustesse, le fait d'avoir un pilote non humain permettant une « dissemblance matérielle » avec le pilote. Dissemblance qui, en plus de permettre de tenir les nouveaux impératifs de sécurité, avait sauvé la vie à un équipage entier en 2041 ! Lors de l'incident, les IA avaient la possibilité de piloter, mais le changement dans l'équipage ne s'était pas encore effectué. Un terroriste agissant au nom des McPb, le clan ayant déclenché la guerre de 2037, avait réussi à insérer un gaz soporifique dans les systèmes d'air de l'avion. L'équipage s'est alors endormi et si l'IA n'avait pas pris le relais à ce moment-là, l'avion se serait alors écrasé.

– Monsieur le directeur ?

La voix de l'hôtesse réveilla Xanodro, pour lui annoncer qu'ils allaient atterrir. Xanodro la remercia, remit un peu d'ordre dans ses affaires et se prépara à rencontrer son successeur. L'atterrissage se fit en douceur. En sortant de l'avion, Xanodro fut accueilli par un jeune homme élégant. Cet homme qui s'approcha de lui en souriant était indubitablement son neveu.

– Bonjour, mon oncle, avez-vous fait bon vol ?

– Ma foi oui, comme d'habitude mon jeune ami.

En effet, Xanodro et son neveu se connaissaient depuis des années et une certaine confiance s'était installée entre eux malgré la différence d'âge. Quand Xanodro hésitait à prendre une décision, il aimait demander l'avis de son neveu qui lui répondait alors avec un regard neuf et souvent clairvoyant.

En montant dans la voiture de son neveu, Xanodro vit son reflet dans la vitre. Ce dernier lui renvoya l'image d'un homme âgé et fatigué. En regardant le jeune homme, il se demanda s'il l'avait bien choisi, aurait-il les compétences et la passion nécessaire afin de garder Dronized à la pointe de la technologie ? Durant la discussion qui suivit, son reflet sembla rajeunir, peut-être était-ce dû à la conversation animée avec le jeune homme.

### **Partie 3 : Succession**

En arrivant au QG de Dronized, Xanodro constata que des élèves d'une classe de primaire visitaient le rez-de-chaussée du bâtiment. Ce dernier était dédié à des expositions ouvertes aussi bien aux employés qu'au simple visiteur. Les expositions avaient été mises en place par Xanodro lui-même en 2035, elle retrace actuellement l'histoire de la robotique et des drones sur plus de deux siècles. Du premier automate de 1860 fait par les Français Roulet & Decamps au dernier modèle de robots spatiaux en passant par les quadricoptères

qui foisonnaient chez les particuliers en 2020. Le but de ces expositions est simple, habituer les gens à côtoyer des « êtres » autonomes et surtout les comprendre. Cela passe par des ateliers de création de drones volant dans les collèges et lycées à l'organisation de concours pour les écoles d'ingénieurs. La viabilité de la structure est assurée par la visite des « irons bird » ayant servi à tester les IA, ainsi que les essais des derniers prototypes de voiture autonome qui permettent d'attirer un large public.

Lorsqu'ils passèrent à côté de la vitrine dédiée au drone militaire de 2040, de bien sombres souvenirs resurgirent pour Xanodro. Il n'avait pas oublié le rôle qu'il y avait joué, ni la débâcle de l'armée classique face au McPb... Si seulement ils avaient pu anticiper. Mais c'est notamment pour cela qu'il était là aujourd'hui, pour transmettre à son neveu, et peut être futur successeur, les mémoires qui ne sont pas écrites dans les livres. En attendant l'ascenseur, Xanodro observa un groupe d'adolescents qui s'amusait en manipulant un drone démilitarisé sous la tutelle d'un de ses employés.

- Tant que les jeunes s'amusent à faire la guerre, c'est que le danger est loin...
- Mon oncle ?
- Ce n'est rien, l'ascenseur est arrivé.

Xanodro entra dans l'ascenseur et tapa son code, l'ascenseur se mit alors à descendre vers les sous-sols.

- Nous n'allons pas dans votre bureau ?
- Non mon cher, nous allons aux archives.
- Quelles archives ?

La porte s'ouvrit sur une sorte de bibliothèque ayant des airs de hangar.

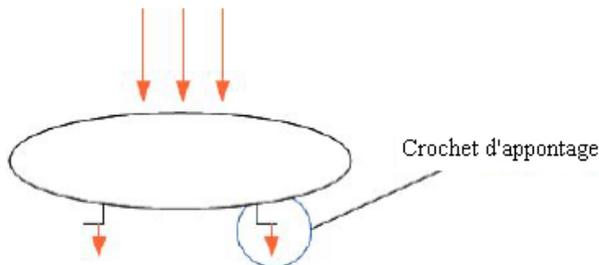
- Je vais te faire un cours d'histoire, mais pas celui qui est raconté dans les livres. Un cours d'histoire qui retrace les différents événements que j'ai traversés avec mon entreprise. Événements qui ont fait la différence et qui nous ont permis d'arriver aujourd'hui à notre place. Une histoire dont le point d'orgue se situe en 2040...

#### **Partie 4 : De la guerre à la paix**

Mon histoire commence en 2020. Lorsque j'avais ton âge, je venais de créer une petite PME orientée vers les drones de surveillance. Nous nous sommes rapidement taillés une petite réputation avec nos drones. Ils assuraient la surveillance côtière aussi bien de nos sites militaires que des zones de plaisance; bien que le but soit différent, nous utilisions une structure somme toute assez semblable.

Cette architecture de surveillance est une version un peu plus rustique que ce que nous faisons actuellement, mais les fondements étaient là, dès 2032. Un drone MALE, Moyenne Altitude Longue Endurance, était déployé de façon stationnaire et servait de base de ravitaillement à plusieurs mini drones. Le drone MALE était la plupart du temps

un aérostat dont les panneaux solaires permettaient la recharge de la flottille. Suivant la configuration du terrain et la distance à couvrir, la flottille était composée d'un ensemble de quadricoptère ou de drone longue distance. Les faibles coûts de maintenance et l'endurance dont faisait preuve notre architecture nous ont permis de complètement supplanter les vols en hélicoptère dans le domaine de la surveillance. Puis c'est en 2037 que la guerre s'est déclarée, et ce que je vais te raconter est encore aujourd'hui classifié.



Le drone aérostat récupère de l'énergie solaire grâce à son importante surface de panneau solaire et la redistribue ensuite via des «crochets d'appontage» aux drones qui viennent s'y poser.

- Les drones quadricoptères servent à la surveillance à faible distance
- Les drones avions sont utilisés pour les patrouilles sur de longues distances

Lorsque les hostilités ont commencé avec les McPb, nous avons réussi à porter le conflit sur leur territoire. Nous pensions avoir la supériorité aérienne, car les McPb ne bénéficiaient d'aucune structure importante à ce niveau. Après la destruction par missile des quelques pistes ennemies pouvant éventuellement servir à faire décoller un aéronef, nous avons donc amené notre aviation afin d'effectuer des frappes ciblées. Malheureusement pour nous et pour de nombreuses familles, il s'est avéré que l'ennemi avait en réalité un très important réseau de drone basse et moyenne altitude que nous n'avions pas pu détecter. Apparemment, le réseau aurait été activé une fois que nous sommes arrivés sur leurs territoires, il s'agissait d'une structure défensive qui semblait ne pas avoir eu le temps d'arriver à maturité. Nous avions d'ailleurs trouvé des plans suggérant qu'une variante offensive était en cours de déploiement près de nos côtes.

Le caractère inattendu et inédit de cette défense combinant moyens aériens et défense sol/air nous mit tout d'abord en déroute. Nos troupes aériennes se faisaient intercepter et nos troupes au sol déborder par le nombre de drones présents. Afin d'arrêter les pertes, nous avons arrêté les attaques et avons mené un embargo de 2038 à 2040. Les attaques terroristes de McPb continuèrent pendant ce temps, mais tant que l'on ne trouvait pas de nouveau moyen armé, toute attaque contre eux semblait vouée à l'échec.

Ce qui donna à cette guerre son côté réellement macabre et démoralisa nos troupes

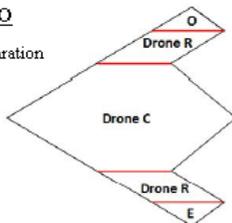
fut l'inhumanité de la situation. Dans le camp ennemi mis à part les civils, qui finalement étaient dans une situation ressemblant à une prise d'otage, nous n'avions rien d'humain contre lequel nous opposer. Leurs bunkers étaient difficile d'accès, même pour nos missiles, car situés en plein centre urbain. Des vidéos de menace et d'insulte nous parvenaient de la part des McPb, mais une fois sur place seuls leurs drones et une population impuissante nous faisaient face. C'est dans ce contexte que je fus contacté par le ministère de la Défense en 2038. Quand je me rendis à la convocation, le bilan était très simple, l'armée conventionnelle ne survivrait pas à ce conflit. Dans une guerre déshumanisée, qu'apporte la présence d'homme sinon leurs fragilités ? On nous demanda de présenter les solutions que nous pouvions apporter à cet épineux problème. Celle qui fut choisie était alors un concept dont les preuves restaient à faire.

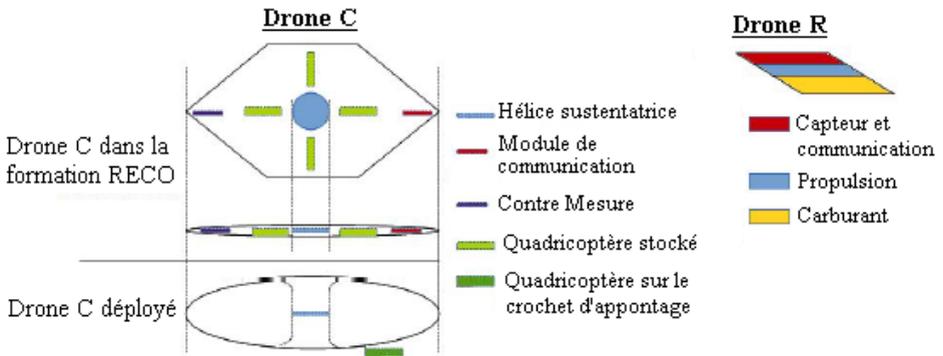
Le fait de ne pas avoir de pilote à bord des drones militaires nous avait dans un premier temps permis de gagner en masse et en place, c'est ce qui s'est fait pour tous les drones de 2020 à 2030. Après 2030, une fois la miniaturisation bien maîtrisée, nous nous sommes tournés vers des tests d'architecture exotique. Jusqu'alors, les aéronefs ont toujours été créés en pensant l'homme en son centre, le bombardier furtif B-2 aurait par exemple été plus simple à construire si on n'avait pas eu à mettre un pilote dedans. Les drones se contentaient alors de reprendre des formes et structures éprouvées sans innover réellement. Mais de notre côté, nous avons testé des dizaines de formes, de la plus complexe à la plus simple. N'ayant plus de contraintes humaines, nous nous sommes permis quelques fantaisies.

C'est lors de ces essais que nous sommes arrivés à une conclusion qui devait plus tard s'imposer comme un modèle pour nos armées. Puisque chaque forme avait des avantages et des inconvénients particuliers ne suffisait-il pas de les combiner de la bonne manière pour seulement en tirer l'essence ? C'est ainsi que naquit le projet M que nous avons alors présenté à notre gouvernement. M comme Modularité, à chaque situation une configuration de drones différente pouvait être envoyée, regarde ce schéma. Il s'agit de la configuration « RECO » Reconnaissance, Écoute, Conservation, Observation. Elle est composée de 4 types de drone différents, chacun assurant une fonction différente.

#### **Formation RECO**

— Ligne de séparation





Le drone C se gonfle en utilisant une cartouche de gaz liquéfié. Combiné à l'hélice sustentatrice cela assure une mobilité en altitude. La mobilité horizontale est soit assurée par les quadricoptères ou des hélices rajoutées.

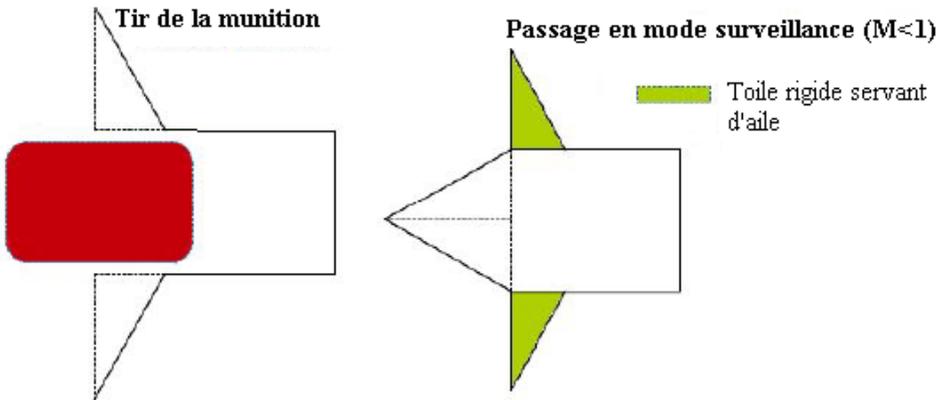
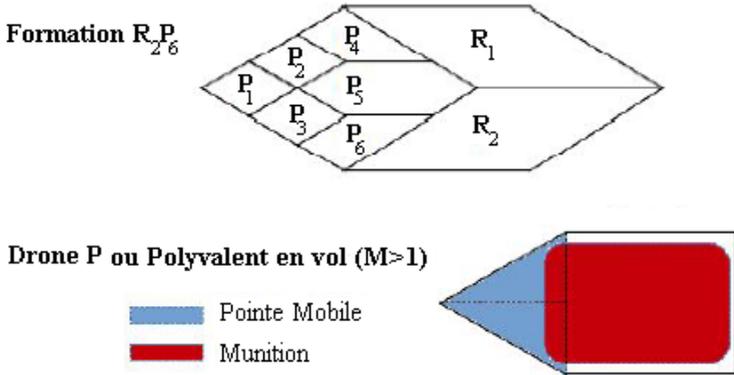
Des drones de type R servent dans un premier temps de propulsion à RECO. Une fois arrivés à leur destination, ils se désolidarisent du reste et continuent sur leur lancée afin d'obtenir des informations sur les lignes avancées.

Un drone de type C, en général un aérostat, se déploie alors avec son escouade de quadricoptère défensif. Son but est de conserver les capacités de rapatriement des données et de liaison entre les différents « membres » de RECO et la base. L'architecture réseau globale est d'ailleurs particulièrement complexe à appréhender : des jeux de clé de cryptage et un système de redondance des informations de vol permettent une très forte résilience aux attaques comme le brouillage ou le détournement spatial.

Les drones de type E et O sont eux lâchés dès l'arrivée au-dessus du théâtre des opérations. Ils assurent la cartographie, photographie de la zone et procèdent à du Renseignement d'Origine Électromagnétique. La différence entre les drones E et O tient surtout à leur différence de capteur. Ceux de type O sont orientés optique alors que ceux de type E sont orientés Radio Fréquence et réseaux. Leur moyen de propulsion dépend du théâtre d'opérations, ils peuvent avoir une hélice et rester stationnaires ou être parachutés puis rouler pour obtenir des renseignements intéressants. La gamme des drones E et O est finalement très complète, dû à la diversité des besoins.

Une fois les données rapatriées par RECO suffisantes, on envoie des variations de la formation suivant ce que l'on sait. Chaque drone que nous créons a une fonction principale et peut s'assembler avec les autres de manière simple afin de créer la formation répondant au besoin. Par exemple les formations d'attaque « RP » sont composées de dizaines de

drones P, des drones dont la forme effilée leur permet d'arriver sur le théâtre d'opérations à la vitesse du son. Une fois leurs munitions délivrées, grenades, fumigènes, explosifs, ils passent en mode avion et assurent la surveillance du périmètre. Ils transmettent au reste de la formation les informations qu'ils recueillent. Ces formations sont couramment appelées « essaim » dû au grand nombre de drones qui les compose.



Bien évidemment, la multiplication des modules nous a conduit à devoir créer des IA avancées et surtout à leur laisser un grand degré d'autonomie, un opérateur humain n'étant alors plus capable de suivre les multiples opérations. Certes, des contrôles sont possibles par destruction des drones à distance, visualisation des données... Mais combien d'opérateurs faudrait-il afin de tout suivre ? Quand la fenêtre pour délivrer la munition est de l'ordre de la milliseconde, comment un opérateur humain pourrait-il valider le tir ? Alors fut prise une décision qui allait changer la face de la guerre.

Ce ne serait plus l'humain qui appuierait sur le déclenchement du tir, mais le drone sous la supervision d'un humain. Cela peut sembler peu, mais c'est pourtant tellement important ! Il était devenu impossible pour un être humain de gérer les tirs, mais pouvait-on réellement laisser les drones faire la guerre en autonomie ? Cela aurait été la solution de facilité, mais aussi la plus désastreuse sur le plan de l'éthique ! Enlever à l'humain toute responsabilité lors d'un conflit armé mis à part la programmation des manières de tuer ? Cela reviendrait à abandonner tout sens de la réalité avec le conflit ! Bien sûr, certains nous ont pressés devant l'urgence de la situation à mettre en place une telle structure. Mais je tenais à garder mon humanité et celle de mon entreprise ; le devoir d'un ingénieur est de trouver des alternatives là où il ne semble y avoir qu'une solution. Durant cette période, j'ai mobilisé toutes les ressources de Dronized afin d'arriver à un compromis fiable et efficace. Des miracles ont été accomplis tant au niveau matériel que sur la programmation des drones afin d'assurer l'arrivée dans des délais comparable au temps réel. Mais nous y sommes arrivés, ainsi nous avons créé une salle d'opération qui projette sous forme d'hologrammes le théâtre d'opérations et nous situe chaque drone avec son identification, sa direction, ses intentions de tir et les tirs effectués. Bien sûr, un accès aux données brutes comme les images ou les relevés des capteurs sont possibles depuis cette interface. Ainsi nous avons à tout instant un contrôle total de la situation, nous savons ce qui se passe et nous pouvons agir.

Seuls quelques membres de la Société sont au courant, les personnes en salle d'opération, quelques programmeurs expérimentés, le PDG de Dronized, le chef des armées et toi. Sache que laisser cette possibilité au drone a été mûrement réfléchi, elle a été la cible de nombreuses objections aussi. Mais quelques « tests » en opération nous ont réellement montré les limites du contrôle de la situation que peuvent avoir les humains. Trop d'informations, trop rapides, trop loin... Et finalement quelle est la différence entre une GBU-12 et un drone Perforation d'Installation Blindée ? La première a une temporisation et est guidée par une tache laser alors que le deuxième analyse le meilleur angle de perforation et le point d'impact optimal en fonction des paramètres transmis par le reste de l'essaim. Le fait qu'un humain désigne la cible change-t-il la finalité ? Non, l'efficacité oui par contre. Ce fut la bonne décision, la guerre arriva à son terme en décembre 2040. Juste à temps pour que les familles puissent fêter Noël sans avoir à se préoccuper de la prochaine alerte.

## **Partie 5 : L'achèvement d'une vie**

Xanodro se retourna alors vers son neveu et le regarda dans les yeux.

– Qu'en penses-tu ?

– Je... Je comprends, mais les héros de guerre dont on parle dans les livres...

- N’ont jamais existé, une fois la contre-attaque avec les drones lancés les seuls soldats qui sont allés au front sont ceux qui ont aidé à l’évacuation des civils. Les pilotes de drone cités pour leur action héroïque, comme la défense du convoi d’octobre 2040 sont des IA. Si je t’ai raconté tout cela, c’est parce que j’ai une grande confiance en toi, mais aussi, car j’aimerais que tu me succèdes. Comprends-tu ce que cela implique ?
- Oui mon oncle. J’en suis vraiment honoré, et je ne trahirai pas votre confiance.
- Très bien, aide-moi à ranger.

Xanodro rangea les différents documents qui lui avaient servis lors de la discussion. Le jeune homme l’aida tout en prenant conscience du poids qui lui était légué. Une fois le dernier plan remis à sa place, Xanadro marcha vers l’ascenseur avec le jeune homme. L’ascenseur arriva et ils montèrent dedans en silence. Quand ils en sortirent, le groupe d’adolescent s’amusaient toujours à contrôler le drone démilitarisé.

- Tu comprends aussi qu’un jour il faudra le leur dire. Mais je ne pense pas qu’ils soient prêts maintenant ; si tu prends ma suite, il y a de fortes chances pour que cela t’incombe.
- La peur et l’ignorance sont les moteurs de la haine, je veillerai à ne pas les réveiller mon oncle.

Ils marchèrent alors, Xanadro avait l’esprit serein il savait que ce jeune homme tiendrait parole. Quand il poussa la porte vitrée, son reflet souriait. ■

***Nadia MTARRAH***

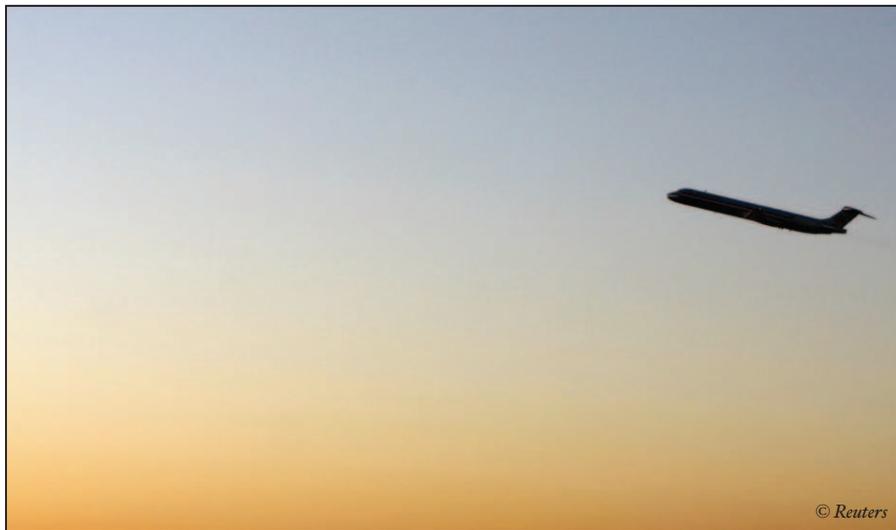
## EN 2040, Y AURA-T-IL UN PILOTE DANS L'AVION ?



### LES APPLICATIONS DRONES CIVILES ET MILITAIRES

- ◆ DES CONTRAINTES MAJEURES À RELEVÉ
- ◆ UN DÉPLOIEMENT À 360°, SINON RIEN
- ◆ VERS UNE PROFONDE TRANSFORMATION DES MÉTIERS





© Reuters

« *Simulating 1 second of real brain activity takes 40 minutes and 83K processors.* »

Derrick Harris  
Aug 2, 2013

**E**n émettant l'hypothèse que ces 40 minutes soient transposables à l'ensemble du cerveau humain, il faudrait alors deux jours et demi pour simuler une seule seconde d'activité cérébrale d'un cerveau entier.

Voilà de quoi provoquer une certaine fascination pour les capacités du cerveau humain face au niveau de développement actuel des machines. Cette mesure, établie par des chercheurs japonais et allemands ayant réussi à simuler une seconde biologique d'activité neuronale dans un réseau équivalent à 1% du cerveau, dévoile à quel point il est complexe de reproduire une activité cérébrale humaine complète et montre ainsi les limites de la machine face à l'homme.

Pourtant, les avancées technologiques, toujours plus rapides et performantes, peuvent nous amener à nous demander si la machine sera un jour en mesure de se passer de son pilote et

jusqu'à quel degré d'automatisme l'homme peut aller dans le développement des nouvelles technologies, notamment dans le secteur de l'aviation. Les drones - « *aéronefs civils qui circulent sans aucune personne à bord* », ndlr - connaissent un essor tel qu'il soulève la question : en 2040, y aura-t-il toujours un pilote dans l'avion ?

Il convient alors de se demander en quoi le déploiement des drones pourrait impacter et transformer les règles, usages et relations des sociétés civiles, militaires, terrestres et aériennes dans les prochaines années à venir.

L'apparition des drones dans l'espace aérien a transformé la relation pilote / avion. Afin de la pérenniser, il est nécessaire de déployer cette technologie à 360°, impliquant ainsi une transformation totale du secteur de l'aviation.

AERONAUTIS



Avant-propos.....I



La montée en puissance des drones.....3



Un potentiel d'actions sans précédent.....4



Les contraintes fortes du déploiement en masse des drones.....4



Un déploiement des drones à 360°, sinon rien.....6



Et le pilote dans tout ça ?.....8



Le fin mot de l'histoire .....9



## 82 MILLIARDS D'EUROS : LES DRONES, UN MARCHÉ MONDIAL À TRÈS FORT POTENTIEL

### LA MONTEE EN PUISSANCE DES DRONES

Après l'automatisation des moyens de transport terrestres tels que les lignes du métro parisien ou les *Google Cars*, c'est au tour de l'espace aérien d'être soumis à une évolution technologique des plus prometteuses. Fruit de plusieurs années de progrès techniques dans les domaines de la robotique, l'électronique embarquée, l'imagerie ou encore la transmission de données, les drones sont en passe d'occuper une place de plus en plus prépondérante dans le secteur de la défense et de l'aéronautique.

Largement dominé par les Américains et les Israéliens, le marché des drones pourrait être amené à peser plus de 82 milliards d'euros d'ici 2025 et créer des milliers d'emplois, selon l'étude de Mars 2013 de l'Auvs, l'Association internationale pour les systèmes de véhicule sans pilote.

Initialement destinés au domaine militaire, les drones sont

principalement utilisés dans le cadre de missions de surveillance, reconnaissance, renseignements ou encore de destruction de mines et d'engins explosifs.

Or, depuis la publication récente - 11 avril 2012 - d'une réglementation relative à la conception et à l'utilisation des drones sous certaines conditions, ces systèmes peuvent enfin s'inscrire dans l'espace aérien français. En effet, en Europe, la France apparaît comme un précurseur alors que d'autres pays tels que les États-Unis n'ont prévu d'ouvrir totalement leur marché qu'à partir de 2015. La taille du marché des drones civils est alors amenée à grossir considérablement avec l'arrivée de nouveaux opérateurs dans ce secteur. La montée en puissance de cette industrie naissante tire son succès de la technologie employée sur ces systèmes : il s'agit là d'une technologie de rupture trouvant un nombre presque infini d'applications dans le secteur civil. Celles-ci peuvent aller de la cartographie aérienne à la sécurité civile en passant par

l'inspection d'ouvrages d'art et la recherche de nouveaux champs pétroliers et gaziers.

L'essor de cette technique et en particulier des smartphones a notamment permis de développer plus facilement ces systèmes grâce à des économies d'échelles et ainsi de favoriser leur production auprès des industriels puisqu'ils sont constitués à partir des mêmes composants électroniques (accéléromètres, gyroscopes, capteurs GPS).

Aujourd'hui, peu d'acteurs sont présents sur ce secteur. Les rares sociétés exploitant des drones dans le secteur civil sont pour la plupart des start-up, principalement composées d'ingénieurs R&D. C'est le cas notamment de la jeune société RedBird, premier opérateur en France autorisé à exploiter un drone de longue endurance. Elle commercialise ses services dans les tâches qu'elle qualifie de « 3D », soit « Dirty », « Dull » et « Dangerous » - sales, monotones et dangereuses, ndlr - et ce, au service des mondes industriel et agricole.

## UN POTENTIEL D'APPLICATIONS SANS PRÉCÉDENT

Les drones sont répartis selon plusieurs catégories en fonction de critères tels qu'entre autres, l'altitude à laquelle ils opèrent, leur autonomie ou encore leur taille.

|                  | Drones Stratégiques HALE       | Drones Opérationnels MALE      | Drones Tactiques  | Drones de CombatUCAV           |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| <b>Mission</b>   | Reconnaissance                 | Reconnaissance & Attaque       | Surveillance      | Combat                         |
| <b>Altitude</b>  | > 20 000m                      | 6 100m-15 000m                 | < 300m            | 6 100m-15 000m                 |
| <b>Autonomie</b> | 30-40h                         | < 20h                          | 60-90min          | < 20h                          |
| <b>Contrôle</b>  | Programmé ou piloté à distance | Programmé ou piloté à distance | Piloté à distance | Programmé ou piloté à distance |
| <b>Drone</b>     | Global Hawk                    | Predator/Reaper                | Dragon Eye        | Taranis                        |

### Classification des drones

Les drones stratégiques (HALE pour Haute Altitude Longue Endurance) volent, comme son nom l'indique, à haute altitude, possèdent une grande autonomie comprise entre 20 et 40 heures et sont principalement utilisés pour des missions de reconnaissance. Les drones opérationnels (MALE pour Moyenne Altitude Longue Endurance), quant à eux, volent à une altitude inférieure à 20 000 mètres et ont une autonomie de 20 heures maximum. Ces deux types de drones peuvent être soit pilotés à distance par un

opérateur au sol, soit programmés en vol autonome. Enfin, les drones de combat sont essentiellement utilisés en temps de guerre et sont généralement des dérivés des drones MALE. La catégorie des drones tactiques, incluant les micro et mini drones, opèrent à des altitudes plus faibles et trouvent des applications civiles dans de nombreux secteurs d'activité telles que la surveillance de forêt ou encore la diffusion de contenus multimédia informationnels et sportifs. Ces applications voient le jour au fur et à mesure des demandes mais sont limitées par des freins réglementaires, technologiques et éthiques.



De haut en bas, de gauche à droite :

Global Hawk, Taranis, Dragon Eye, Predator, Reaper

## LES CONTRAINTES FORTES DU DÉPLOIEMENT EN MASSE DES DRONES

D'après Emmanuel de Maistre, directeur général de RedBird, l'un des principaux freins rencontrés lors de la mise en circulation de ses drones a été d'ordre réglementaire. Il cite notamment l'interdiction de survoler certaines zones de vol. Mais d'autres contraintes notamment d'ordres technologique et éthique viennent assombrir le tableau.

### La réglementation est stricte

N'importe qui ne peut pas piloter un drone n'importe où et n'importe comment. Ces engins ne peuvent être télépilotés que sous certaines conditions (voir l'encadré ci-contre), par des personnes expérimentées possédant entre autres une formation théorique de pilote (avion, planeur, ULM) et pouvant justifier d'une déclaration de niveau de compétences (DNC). De plus, pour voler

sous la catégorie S-4, le pilote doit aussi posséder une licence pratique de pilote d'avion, planeur ou ULM, en plus de totaliser au moins 100 heures de vol. La France étant encore l'un des rares pays à avoir établi une législation sur la conception et l'utilisation de ces aéronefs dans le civil, la réglementation est sujette à modifications en raison de la jeunesse de ce marché.

### LA RÉGLEMENTATION FRANÇAISE :

#### 4 SCÉNARIIS\*

- ✪ **S-1** : En vue directe du télépilote, hors zone peuplée, à une distance horizontale maximale de 100 mètres du télépilote.
- ✪ **S-2** : 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** : En agglomération ou à proximité de personnes ou d'animaux, en vue directe et à une distance horizontale maximale de 100 mètres du télépilote.
- ✪ **S-4** : Activité particulière (relevés, photographies, observations et surveillances aériennes), hors vue directe et hors zone peuplée et ne répondant pas aux critères du scénario S-2.

\* Extraits du Chapitre 1<sup>er</sup> de l'Arrêté du 11/04/2012

## La sécurité technologique est primordiale



RQ-170 Sentinel



De par l'essor des technologies et des nombreuses attaques de piratage informatique, que ce soit dans le secteur civil ou militaire, il est très important de protéger les systèmes de télécommunications des drones afin d'éviter tout détournement mal intentionné et toute capture d'informations confidentielles.

Aujourd'hui, les données transmises par les drones sont relayées par des satellites de télécommunications dont la bande passante est partagée entre les militaires et les civils (télévision, téléphonie). Cette infrastructure permettant de relayer l'information fait débat depuis qu'en 2009 des insurgés irakiens avaient réussi à intercepter des images de drones américains grâce au flux de données non crypté relayé par l'engin. Plus récemment, en décembre 2011, l'Iran a réussi à

capturer un drone américain espion RQ-170 Sentinel en affirmant avoir modifié son signal GPS pour le faire atterrir sur leur territoire. Protéger la technologie des drones et toutes les données qu'il contient s'avère primordial en contexte de cyber-guerre. En effet, les Iraniens avaient prévu de faire du *reverse engineering* afin de dupliquer ce drone et d'en extraire les technologies. D'autant que d'autres pays tels que la Russie ou la Chine ont, semble-t-il, approché l'Iran et montré un intérêt non négligeable concernant les informations que pouvait contenir ce drone.

Avec l'essor des drones, les constructeurs se devront de réfléchir à des moyens de cryptage des données de plus en plus performants mais aussi à d'autres moyens de relayer l'information autrement que via les satellites (drone dédié, avion).

### Protection de la vie privée ?

*Une contrainte qui ne tardera pas à en fâcher plus d'un.*

D'un point de vue éthique, les drones soulèvent des problématiques sociétales importantes. Pouvant photographier ou même filmer pendant leur vol, on peut se demander quelle est la limite du champ d'action d'un drone et quelle est la limite de chacun dans l'espace aérien. Sur terre, il existe des frontières physiques bien délimitées mais qu'en est-il du ciel ? Comment peut-on tracer des frontières virtuelles dans un espace aussi vaste et comment pouvons-nous être sûrs que les autres les respectent ?

A long terme, il sera nécessaire de fixer une altitude minimum de vol des drones mais sera-t-elle suffisante malgré les avancées technologiques de l'imagerie permettant d'avoir une

qualité photographique toujours plus proche de la réalité ? Les notions de droit à l'image soulèveront de nombreuses problématiques parmi lesquelles la prise de clichés photographiques sans autorisation préalable. Cela profitera notamment aux paparazzis qui utiliseront ces aéronefs pour obtenir des clichés exclusifs de personnes célèbres.

De plus, l'un des défis de ces drones sera réellement de réussir leur intégration mais également leur acceptabilité dans les moeurs de la population. Accepté d'être conduit par un avion sans pilote et de subir une nouvelle occupation de l'espace aérien ne sera possible qu'avec une réelle compréhension de la population.



## La standardisation : des normes à imposer

Aujourd'hui, les drones sont issus d'une technologie pleine de promesse mais pas encore tout à fait rentable en raison des investissements nécessaires au développement de nouveaux prototypes, logiciels, tests d'intégration et systèmes embarqués.

Cette technologie ne peut devenir rentable que si elle tend vers une approche industrielle et réussit à se déployer sur un plan à 360°.

Pour ce faire, des normes vont devoir être implémentées afin de permettre la production en masse de ces aéronefs, avec notamment des règles sur les protocoles de décollage et atterrissage mais également des règles sur le transfert de données et le contrôle du trafic aérien pour éviter tout risque

de collision. Par ailleurs, au vu des coûts de développement et de formation des pilotes au sol, la rentabilité de ces systèmes sera suffisante si et seulement si une utilisation continue des drones venait à être conduite. Afin d'éviter toute saturation du ciel, leurs trajectoires devront également être optimisées. Une commission européenne - *Single European Sky, ndlr* - a d'ailleurs vu le jour afin de réguler et coordonner l'utilisation de l'espace aérien européen.

Or voilà, comment réorienter ces appareils initialement à vocation militaire et passer d'actions dispersées à un plan d'utilisation stratégique du drone plus global ?

## UN DÉPLOIEMENT DES DRONES À 360°, SINON RIEN

### De la sécurité aux services : une multitude d'applications

De nos jours, pour rendre pérenne l'intégration des drones dans l'espace aérien, celle-ci doit se faire sur un plan à 360° et ce, quelque soit la taille du drone. La nécessité de développer un large spectre d'applications s'avère vitale pour rentabiliser cette technologie lourde en investissements. Voici quelques pistes de réflexion non exhaustives sur les prochaines applications civiles et militaires des drones.

### Les services de transport

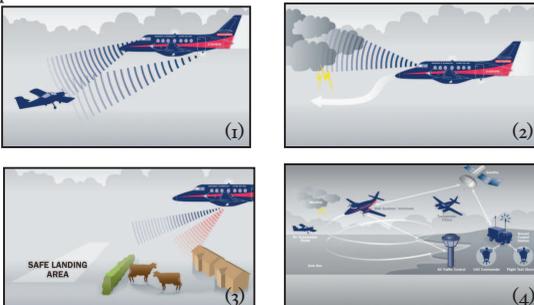
#### Le transport de personnes

L'aviation civile posera le problème avant les militaires mais l'un des principaux services venant à être envisagé concerne le transport de personnes. Cependant, bien que la technologie soit prête, il existe d'abord un problème d'acceptabilité dans l'esprit de la population : les clients se sentent plus en sécurité lorsque le pilote est avec eux dans l'avion plutôt que sur une base au sol, à plusieurs milliers de kilomètres.

En mai dernier, en réussissant son vol dans le ciel britannique, *The Flying Test Bed* est devenu le premier avion civil piloté à distance évoluant aux côtés d'autres vols réguliers. Plusieurs fonctionnalités nécessaires à la viabilité du système et à la sécurité ont été implémentées laissant à penser que les drones sont promis à un bel avenir.



*The Flying Test Bed*



© BAE Systems

- (1) Afin d'éviter toute collision aérienne, l'avion détecte les signaux du transpondeur émis par les autres engins volant afin d'ajuster sa trajectoire. Le cas échéant, si aucun signal n'est émis, l'appareil saura éviter tout accident grâce à un capteur lui permettant de garder un contact visuel.
- (2) Grâce à un capteur monté sur le cockpit, l'appareil reconnaît les types de nuages et saura adapter sa trajectoire en conséquence.
- (3) En cas d'urgence, l'appareil réussira à atterrir sans danger sur un terrain neutre en évitant tout obstacle et vie situés sur le sol.
- (4) L'engin évolue dans un espace contrôlé.

### *Le transport touristique et d'affaires*



Dans la continuité du transport de personnes d'un point à un autre, il s'agira là de proposer des visites guidées aériennes de certaines zones du globe sous des angles de vue inédits. En effet, l'industrie du tourisme est au beau fixe puisqu'en 2012, ce secteur a atteint un chiffre record de plus d'un milliard de touristes à travers le monde avec une augmentation de leurs dépenses. Avec les drones, il s'agira là d'ouvrir un autre type de tourisme : celui de l'aérien et un nouveau moyen de voyager pour les hommes d'affaires.

### *Le transport de marchandises*



Il ne s'agit plus de transporter des humains mais des marchandises. A la différence des envois par bateau ou train, les drones permettront de réduire les délais d'envoi et ont l'avantage de pouvoir être utilisés par différents opérateurs. Nous pouvons notamment citer les entreprises privées qui, en ayant recours à ce service, pourront fournir leurs propres réseaux de distribution, filiales ou clients privilégiés en un temps record. En effet, il sera intéressant de savoir qui sera prêt à payer le prix premium pour se faire livrer des produits à domicile. Les ONG pourront par exemple fournir en nourriture, médicaments ou vêtements certaines zones géographiques difficiles d'accès ou dangereuses pour l'homme. En connaissant la position GPS de l'organisation, le drone pourra lâcher les colis de marchandises sans avoir à atterrir mais aussi permettre de ravitailler des camps militaires en nourriture et munitions.

### *Les drones au service de la protection de la société civile*



Envoyés en ligne de front, dans les zones sensibles, les drones ambulances permettront de repérer et probablement évacuer rapidement les blessés tout en limitant l'exposition des secours aussi bien en période de conflits que pour secourir des personnes perdues en montagne ou en mer.

### *Les drones et la préservation de l'environnement, et des réseaux d'énergie*



Surveiller et anticiper les feux de forêt deviendront possible avec les drones. Grâce à leurs caméras embarquées, ils pourront détecter les éventuels départs de feux et appliquer des actions afin d'endiguer le problème. Ils pourront également réaliser de la surveillance des réseaux d'énergie afin d'anticiper toute fuite de gaz par exemple.

D'autres applications sont susceptibles de voir le jour lorsque la réglementation ainsi que les avancées technologiques évolueront. Aujourd'hui, ce secteur est encore très jeune et est en passe de connaître une révolution au même titre que lorsque internet a fait son apparition.

## *Une rentabilité économique et environnementale*



La technologie des drones est rentabilisée si et seulement si elle est déployée à 360°. Son modèle économique n'est valable que s'il repose sur une utilisation permanente de ces aéronefs. Aujourd'hui, les drones présentent des atouts indéniables : gain de temps, respect de l'environnement, faible effectif et coûts inférieurs. Une mise en circulation continue de ces appareils permettrait de rentabiliser leurs coûts d'investissement et de production. A terme, faire appel aux drones constituera aussi bien une démarche de qualité de vie qu'un moyen pour préserver la planète. Cependant, investir dans la production de drones nécessite de nombreux apports pécuniers. Financer leur industrialisation pourra passer

par la vente de biens immobiliers (bâtiments et terrains) mais aussi par la vente de fréquences 4G à des opérateurs téléphoniques ainsi que des satellites militaires aux Emirats Arabes Unis. Pour la France, cela lui permettra d'engranger près de 6 milliards d'euros et faire l'acquisition de 16 de ces drones ainsi que des stations au sol pour un coût total de 1,5 milliards d'euros, sachant qu'acquérir un MQ9-Reaper coûte environ 10,5 millions de dollars l'unité. Afin d'assurer un succès commercial en particulier dans le secteur civil, il sera important de proposer une offre de location associant le drone à un service. A terme, il sera probablement intéressant économiquement de remplacer des chasseurs de reconnaissance par des drones longue endurance afin de tirer profit de leur

persistance et leur long temps d'observation.

La réduction du nombre d'avions en service permettra de diminuer la consommation de carburant, réduire les coûts d'entretien relatifs à chacun des avions et disposer de moins de personnel en charge du bon déroulement des opérations, ceci entraînant des réductions budgétaires conséquentes sur le long terme ainsi qu'une préservation de l'environnement.

Cependant, il est important de garder en mémoire que rendre un avion autonome coûte cher et que le gain de se priver du pilote peut être négligeable au vu de l'installation des systèmes et de tous les tests d'intégration à mener pour s'assurer du caractère non dangereux du drone.

## **ET LE PILOTE DANS TOUT ÇA ?**

### *Le pilote, une ressource à préserver*



Au delà des freins à l'automatisation des vols, la relation entre le conducteur et le conduit est amené à évoluer rapidement avec l'essor des technologies. Bien qu'absent de l'avion, le pilote fait parti intégrante de tout le processus d'utilisation du drone et reste au centre des commandes en terme de prise de décision. Pour l'instant, l'instinct de l'homme est unique et aucune machine n'a encore réussi à réaliser une telle prouesse.

A terme, les drones permettront de préserver l'humain et en particulier le pilote puisqu'il s'agit d'une ressource humaine rare et

importante. Ceci est notamment vrai dans le domaine militaire où risquer de perdre un drone plutôt qu'un pilote est éthiquement plus favorable. Cependant, l'augmentation du nombre de frappes de drones ayant eu lieu ces dernières années a mis en avant le caractère inhumain des combats puisque le pilote, en sécurité à son poste de contrôle, mène des frappes à plusieurs milliers de kilomètres et engendre des victimes civiles collatérales. Bien qu'éloigné des combats, les pilotes de drones présentent les mêmes symptômes post-traumatiques que les autres pilotes militaires.

Néanmoins, l'industrie naissante des drones dans le civil va changer toute l'organisation actuelle dans le secteur de l'aéronautique.

## *Vers une profonde transformation des métiers : de la coordination à la spécialisation.*

La révolution technologique qu'est en train de subir le secteur de l'aéronautique avec la commercialisation des drones dans le secteur civil va considérablement transformer les métiers existants.

Les pilotes actuels vont devoir développer des expertises sur les engins qu'ils piloteront.

D'après l'étude de Mars 2013 menée par l'Auvsu, il y aurait plus de 100 000 créations d'emplois d'ici 2025. Certains seront directement liés à la production des drones, d'autres aux services additionnels proposés par les opérateurs mettant à

disposition les drones. Mais nous pouvons aussi être amenés à penser que d'autres opérateurs tels que des ingénieurs développeraient des logiciels afin de proposer des formations adaptées aux pilotes de drones. Ce dernier n'est plus qu'un simple pilote, il aura plusieurs rôles à la fois coordinateur et spécialiste. Le secteur des drones est sur le point de subir un grand changement même s'il est sujet à de nombreuses évolutions en raison de la jeunesse de son industrie qui, de toute évidence, est promise à un très bel avenir.

---

### LE FIN MOT DE L'HISTOIRE



Toute l'équipe d'AERONAUTIS souhaite tout d'abord remercier Emmanuel de Maistre pour avoir accepté

de répondre à quelques questions. Sa vision de l'avenir des drones serait une réglementation moins contraignante autorisant le vol d'aéronefs plus grands, un regroupement et une fusion entre les acteurs mais aussi de nombreuses évolutions technologiques grâce à la miniaturisation des capteurs.

Le secteur des drones est en passe de devenir le plus dynamique de l'industrie aéronautique mais celui-ci semble menacé par les imprimantes 3D qui potentiellement pourraient représenter le low-cost de l'industrialisation.

Condensés d'innovations technologiques, les drones sont le fruit de décennies de recherches menées par l'homme. Ce dernier est le réel cerveau de ce système complexe. Bien qu'il soit déporté sur une plateforme au sol, l'homme reste au centre des commandes et présent dans tout le processus de création et de gestion des drones : il y aura toujours un pilote mais pas forcément dans l'avion.

Pour finir, les drones ne constitueront un modèle rentable uniquement si leur utilisation est pensée dans sa globalité. Bien plus qu'un nouveau service, le drone incarne la solution du futur pour préserver l'humain. ♦

AERONAUTIS



The Association of  
United States and European  
Aerospace Industry Representatives

Fondée en 1959 à Paris, l'Association USAIRE regroupe environ cent trente représentants de l'industrie américaine et européenne des secteurs de l'aéronautique, de la défense et du high-tech. Elle est le seul forum permanent qui offre à ces acteurs clés une plate-forme d'échange.

Aujourd'hui **USAIRE** est un réseau transatlantique qui, au-delà de simples relations professionnelles et culturelles, a pour objet d'encourager le dialogue et la coopération entre les membres de l'association, d'initier et de consolider des liens avec l'ensemble des grands acteurs et centres de décisions français, européens et américains.

A travers l'organisation de déjeuners débats et de visites de sites, les membres de l'association enrichissent leur expérience et leur réflexion, par l'examen approfondi de sujets tant d'actualité que de prospective.

Débats et échanges se caractérisent par leur grande ouverture et se déroulent dans la confiance mutuelle.

En 1999, **USAIRE** a inauguré sa branche toulousaine qui regroupe de nombreux industriels de l'aéronautique en Aquitaine et Midi-Pyrénées.

**USAIRE** est présidée par Philippe Bottrie, Directeur des Affaires Publiques d'EADS France.

## **USAIRE**

[www.usaire.org](http://www.usaire.org)

[mail@usaire.org](mailto:mail@usaire.org)