

DRONES : L'INVASION MAÎTRISÉE ?

Par Philippe Cazin

Haut Conseiller à l'ONERA

*Membre de l'Académie de l'Air et de l'Espace,
et de la 3AF*



Sommaire

1. INTRODUCTION
2. LES DIFFERENTS SYSTEMES DE DRONES MILITAIRES
3. APPLICATIONS CIVILES
4. CONCEPTS PROSPECTIFS
5. CONCLUSION



1. INTRODUCTION

En anglais : « drones » = « bourdons »

Dénommés aussi **RPAS (Remotely Piloted Air Systems)**, il s'agit de véhicules aériens sans pilote à bord, destinés depuis longtemps à des **missions militaires**

Si la mission est offensive, le véhicule devient un **UCAV (Unmanned Combat Air Vehicle)**

De nombreuses **applications civiles** apparaissent depuis quelques années : elles devraient croître dans le futur.

Quelques rappels historiques

- **Guerre du Vietnam**
- **Guerre du Kippour (1973)**
- **Conflits des Balkans**
- **Guerre d'Irak (2003)**
- **Surveillance du G8 (2003) et du G20 (2011)**
- **60ème anniversaire du Débarquement (2004)**
- **Environ 600 drones utilisés en Afghanistan**
- **Opérations françaises en Libye et au Mali**



Les drones, ou RPAS, ont des caractéristiques, des dimensions et des masses variées (quelques dizaines de grammes...à 15 tonnes !). Ils sont récupérables (au sol ou à la mer) et réutilisables.

On peut les classer selon:

- **Altitude de vol**
- **Endurance**
- **Portée**
- **Configuration**
- **Propulsion**
- **Lancement**
- **Récupération**

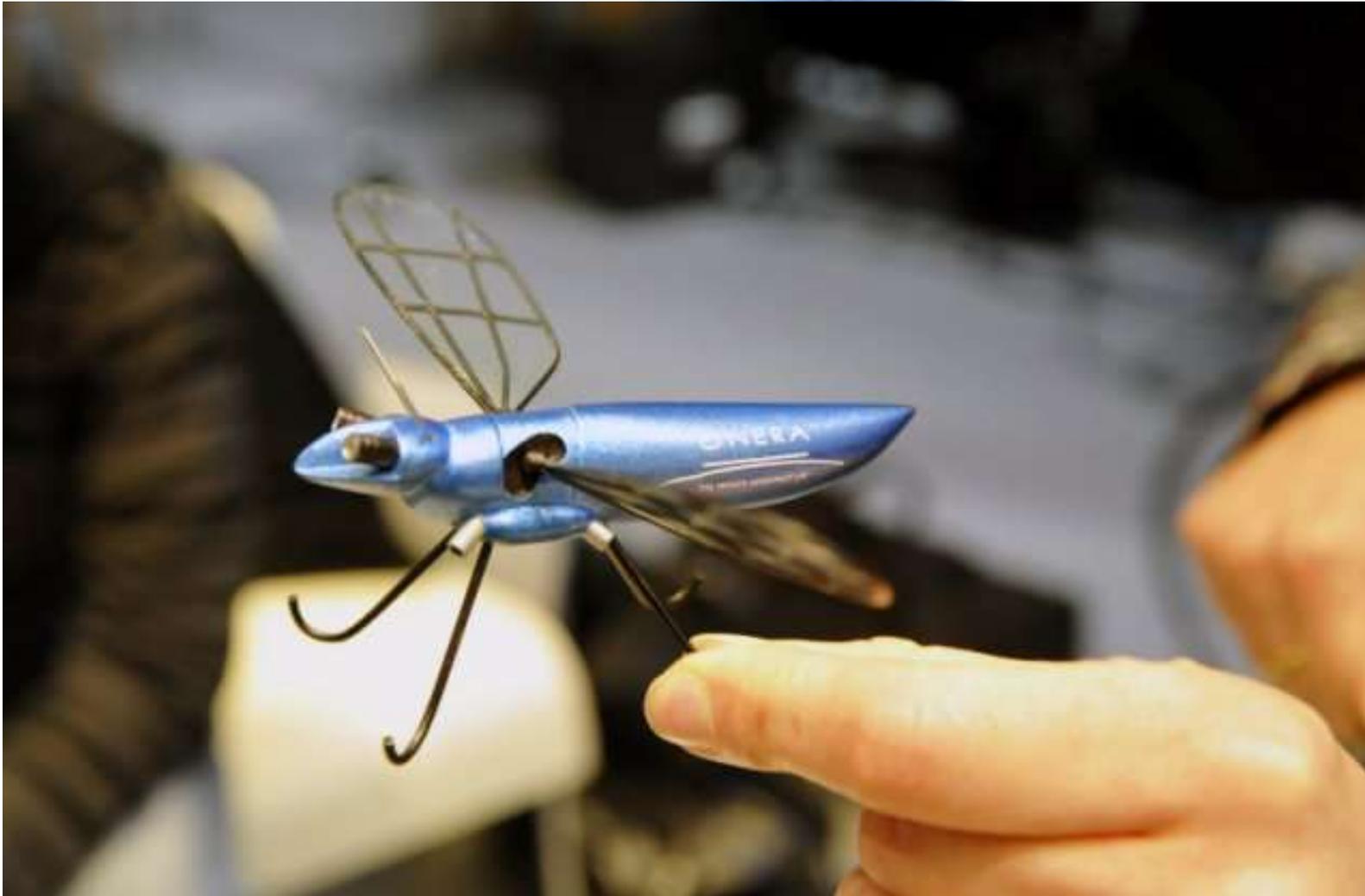


2. LES DIFFERENTS SYSTEMES DE DRONES MILITAIRES

- **DRONES MINIATURES**
- **DRONES DE COURT RAYON D'ACTION**
- **DRONES TACTIQUES**
- **DRONES « MALE »**
- **DRONES « HALE »**
- **UCAV**



Microdrone Remanta



DRONES DE COURT RAYON D'ACTION

Pour l'armée de Terre française, les principaux critères de choix sont :

- ***Lancement à la main par un seul homme***
- ***Transportable à dos d'homme***
- ***Discrétion acoustique***
- ***Bas coût***
- ***Capteurs d'observation stabilisés***
- ***Transmission de données en temps réel***



Drone DRAC – TRACKER



DRONES TACTIQUES

- Ces drones, à moyen rayon d'action, peuvent être lents ou rapides.
- Leurs caractéristiques sont approximativement les suivantes :
 - **Rayon d'action : 30 à 500 km**
 - **Altitude de vol : 200 à 5000 mètres**
 - **Vitesse : 150 à 700 km/h**
 - **Endurance : 2 à 8 heures**
 - **Masse au décollage inférieure à une tonne.**



SPERWER (SAFRAN/SAGEM)



Compétition pour futurs drones tactiques



DRONES MARITIMES TACTIQUES

Ce type de drone requiert des technologies avancées puisqu'il doit non seulement disposer d'une autonomie supérieure à celle d'un hélicoptère, mais aussi être capable d'opérer par gros temps.



DRONES « MALE »

Leurs caractéristiques sont approximativement les suivantes :

- **Rayon d'action : 500 à 1000 km**
- **Envergure : 10 à 20 mètres**
- **Altitude de vol : 5000 à 12000 mètres**
- **Vitesse: 180 à 450 km/h**
- **Endurance : 12 à 48 heures**
- **Masse au décollage : 1500 à 5000 kg.**



HARFANG



MQ 9 - Reaper



DRONES « HALE »

Un drone HALE, dont les dimensions se rapprochent de celles d'un avion civil, est capable d'aller à 7000 ou 8000 km en une journée, en volant à très haute altitude, c'est-à-dire au-dessus de l'ensemble du trafic aérien civil et militaire, et en emportant une charge utile de une à deux tonnes.





UCAV

Le premier UAV armé utilisé au combat est le **PREDATOR**, de General Atomics, équipé de missiles antichars **HELLFIRE** .

Mais les véritables UCAV seront des aéronefs techniquement beaucoup plus ambitieux, et qui pourraient remplacer les avions de combat pilotés pour certaines missions.



Northrop Grumman X-47B

Dassault Aviation nEUROn



Configuration data (1/2)

- **Main characteristics:**

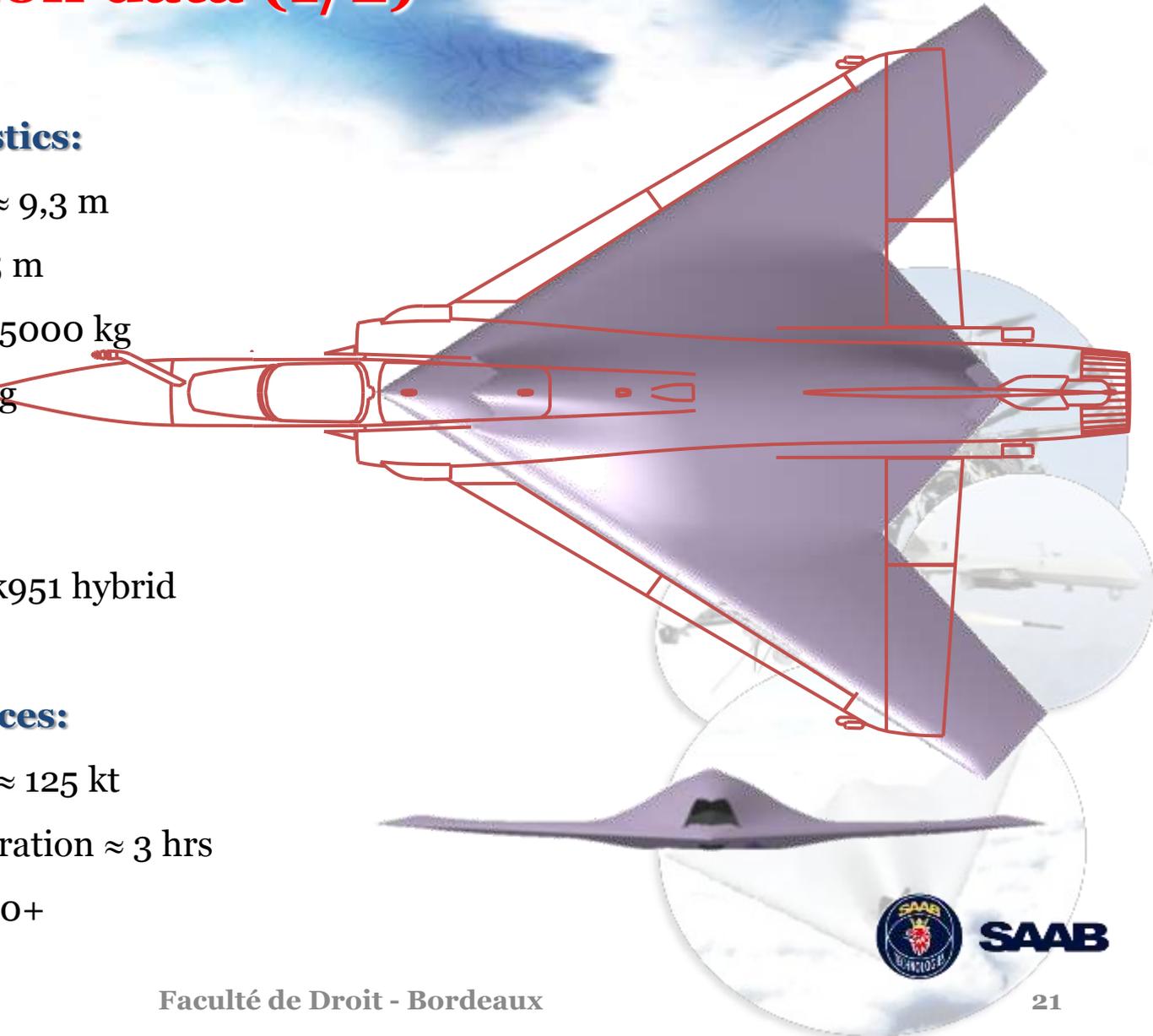
- Fuselage length $\approx 9,3$ m
- Wing span ≈ 12.5 m
- Empty Weight ≈ 5000 kg
- MTOW ≈ 7000 kg

- **Engine:**

- RRTM Adour Mk951 hybrid

- **Main performances:**

- Approach speed ≈ 125 kt
- Total mission duration ≈ 3 hrs
- Max. Mach $\approx 0.80+$



Configuration data (2/2)

- **Main characteristics:**

- Fuselage length $\approx 9,3$ m
- Wing span ≈ 12.5 m
- Empty Weight ≈ 5000 kg
- MTOW ≈ 7000 kg

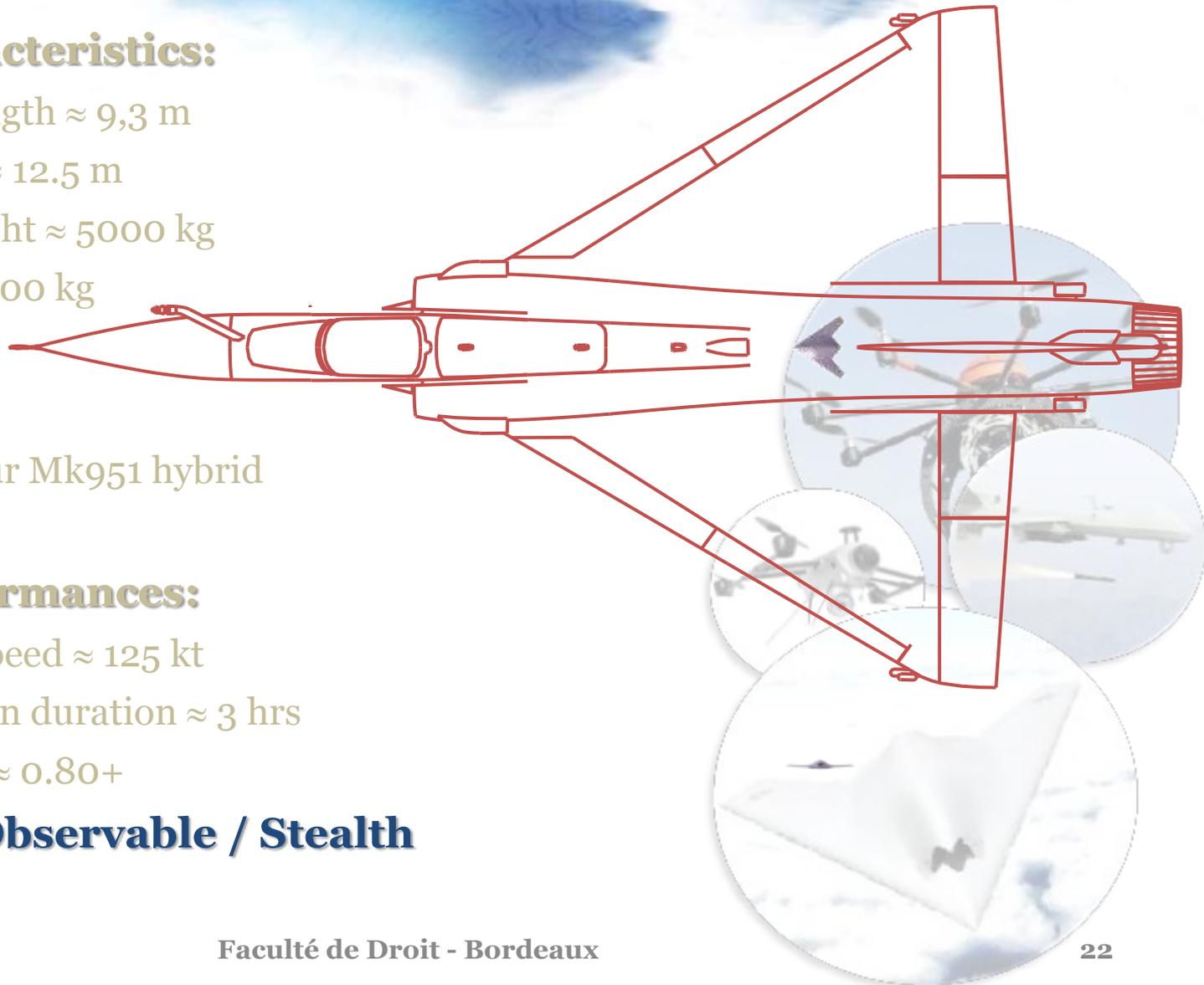
- **Engine:**

- RRTM Adour Mk951 hybrid

- **Main performances:**

- Approach speed ≈ 125 kt
- Total mission duration ≈ 3 hrs
- Max. Mach $\approx 0.80+$

- **Very Low Observable / Stealth**



3- APPLICATIONS CIVILES

En plein essor, le domaine des drones civils est en train de constituer une nouvelle filière industrielle dynamique potentiellement créatrice de croissance et d'emplois. En France, en 2014, ce secteur a fait travailler environ **3000** personnes, essentiellement dans des **PME ou TPE**, pour un chiffre d'affaires de l'ordre de **10 à 20 M€**, en priorité pour un marché de **fournitures de données et de services**.



Colloque international sous le haut patronage de M. Alain VIDALIES,
Secrétaire d'Etat chargé des Transports, de la Mer et de la Pêche



Présent et futur des drones civils

Present and Future of Civilian RPAS

13 & 14 Nov.2014
Amphithéâtre de la DGAC - Paris
Video link to Enac - Toulouse

www.academie-air-espace.com/RPAS



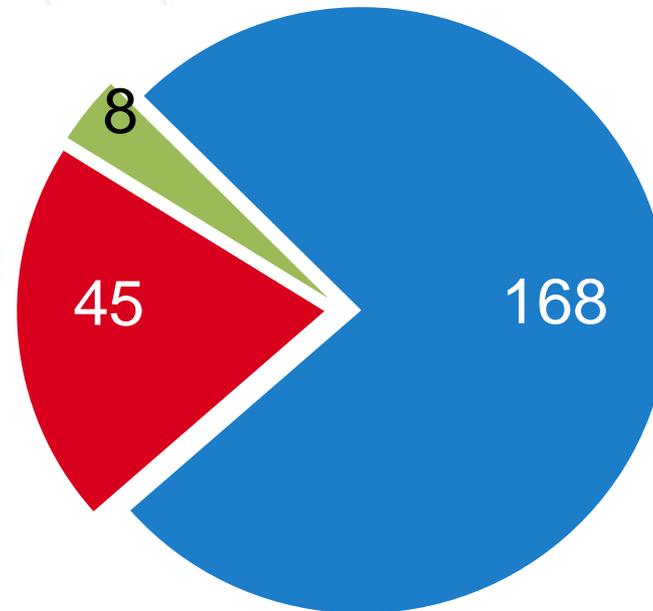
Une majorité de voilures tournantes

Voilures fixes
(avions)



Ballons

Voilures tournantes



Une société possède en moyenne **3 drones.**

(Oct. 13)

Prix d'achat de systèmes de drones

- **Multirotor C.U. 1Kg 3 – 10 k€**
- **Multirotor C.U. 2Kg 5 – 20 k€**
- **Multirotor C.U. 4Kg 10 – 50 k€**
- **Aile volante 1m..... 5 – 30 k€**
- **Aile volante 4m 50 – 100 k€**
- **Hélicoptère 25 kg 100 – 200 k€**



Inspection du viaduc de Millau



Drone utilisé en avril 2011 pour photographier la centrale nucléaire de Fukushima



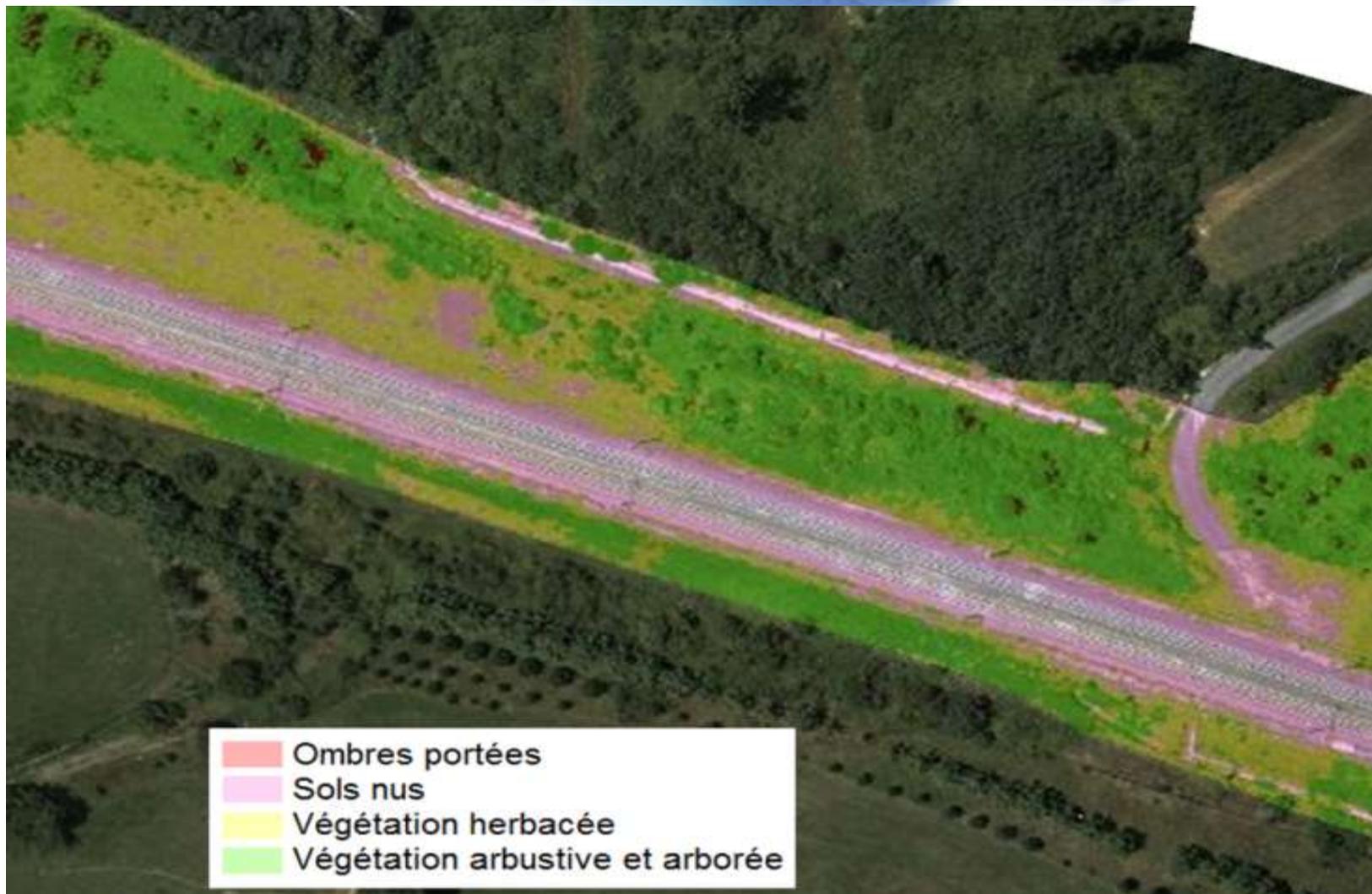


Quels marchés ?

Le marché – aujourd’hui, à plus de 80%, basé sur les prises de vue – évolue vers la fourniture de données et de diagnostics couvrant des domaines variés comme :

- **la surveillance des grands réseaux (voies ferrées, oléoducs, gazoducs, lignes électriques...)**
- **l’agriculture et l’environnement**
- **la cartographie et le suivi des chantiers, des carrières, des mines, ...**
- **le diagnostic de l’état des bâtiments, constructions et ouvrages d’art.**

Surveillance de la végétation



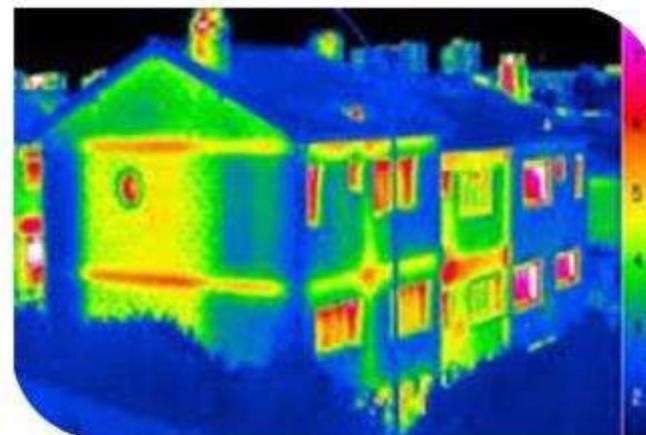
□ Inspection d'éoliennes

- Mise en place d'un mode opératoire spécifique pour s'affranchir de la présence des équipes au sol
- Pilotage des drones en mode manuel
- Vols en scénario S-1
- Synthèse
 - Localisation et caractérisation des défauts



□ Bilan thermique des bâtiments

- Pilotage des drones en mode manuel
- Vols en scénario S-1
- Acquisition des images en IR
- Synthèse
 - Diagnostique énergétique de performance
 - Localisation et caractérisation des défauts



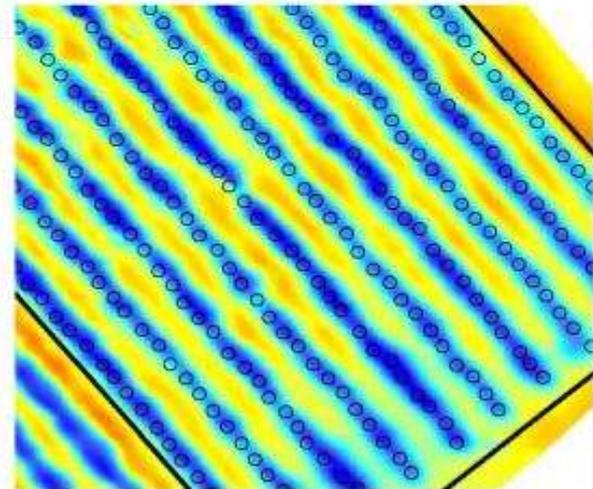
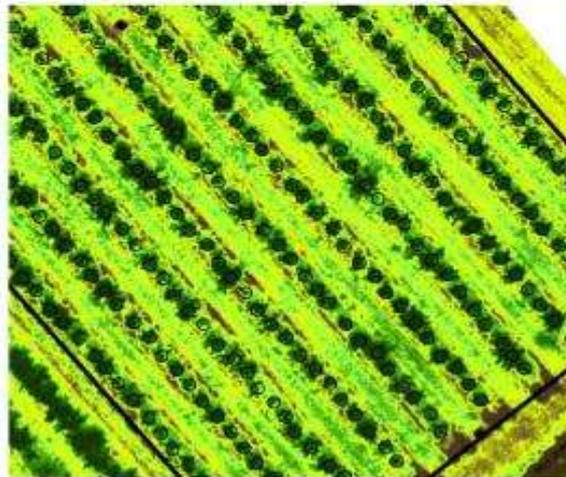
Vérification modules photovoltaïques par thermographie aérienne (EDF ENR)



Stress hydrique – couverts complexes

Pommiers

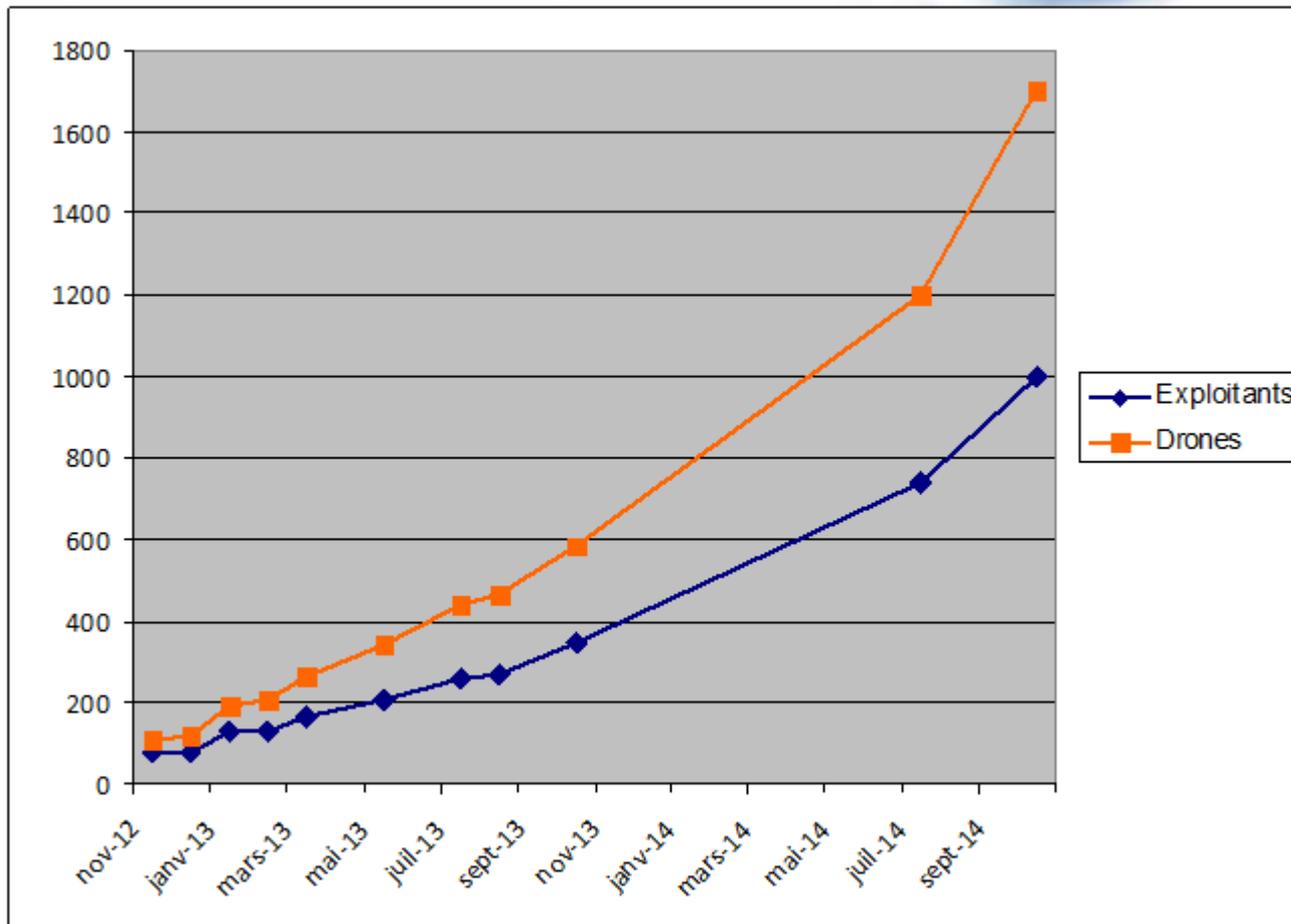
Expérimentations
sur le site
INRA Mauguio



Fédération Professionnelle du Drone Civil

- **11 avril 2012** : publication des arrêtés DGAC fixant un cadre pour l'utilisation des aéronefs télé-pilotés dans l'espace aérien : Le vrai départ des activités commerciales.
- **7 juin 2013** : naissance de la Fédération Professionnelle du Drone Civil (FPDC) à Paris, suite au salon du Bourget 2013.
- **Décembre 2014** : plus de 300 adhérents actifs (professionnels) parmi environ 1000 sociétés en France.

« Explosion » de l'activité



▲ Environ 1000 sociétés déclarées opérateurs de drones

▲ Bientôt 2000 drones

▲ 2000 télépilotes (estimation)

▲ La France est le premier pays au monde en nombre d'opérateurs de drones.

(Chiffres DGAC & FPDC)

Réglementation française de la DGAC

- Arrêté du 11 avril 2012 relatif à la **conception des aéronefs civils** qui circulent sans aucune personne à bord, aux **conditions de leur emploi** et sur les **capacités requises des personnes** qui les utilisent
- Arrêté du 11 avril 2012 relatif à **l'utilisation de l'espace aérien** par les aéronefs qui circulent sans personne à bord

Scenarios prédéfinis

- **S1** : En vue, moins de 100m du pilote, en dessous de 150 mètres, hors zone peuplée, moins de 25kg
- **S2** : Hors vue à moins de 1000m du pilote, en dessous de 50 mètres, personne dans la zone, moins de 25kg, autorisation particulière
- **S3** : En vue, moins de 100m du pilote, en zone peuplée (avec autorisation), moins de 4kg (limitation énergie en cas de chute),
- **S4** : Hors vue, à plus de 1000m, hors zone peuplée, en dessous de 150 pieds, moins de 2kg, analyse de sécurité spécifique, autorisation particulière.

Freins au développement du marché

- **Morcellement du marché et multiplication des acteurs**
- **Micro-contrats à marges étroites**
- **Manque de financement par les sociétés de « Capital-risque »**
- **Manque de rapports de « Retour d'expérience »**



Facteurs de progrès

- Amélioration de la réglementation française (« plus loin, plus haut, plus lourd »), en tenant compte des stratégies de la Commission Européenne, et des organismes internationaux (EASA, FAA, OACI)
- Création du « Conseil pour les drones civils »
- Miniaturisation des équipements électroniques
- Développement de systèmes « Sense & Avoid »
- Amélioration du traitement des données pour satisfaction des clients
- Amélioration de la formation des télé-pilotes



Autres préoccupations.....

➤ Respect de la vie privée :

- Position de la CNIL et de la CE
- Fiche « 10 commandements » de la DGAC
- Assurances + Fonds de compensation

➤ Détection et interception des drones hostiles :

- Identification et localisation d'un drone
- Action SGDSN



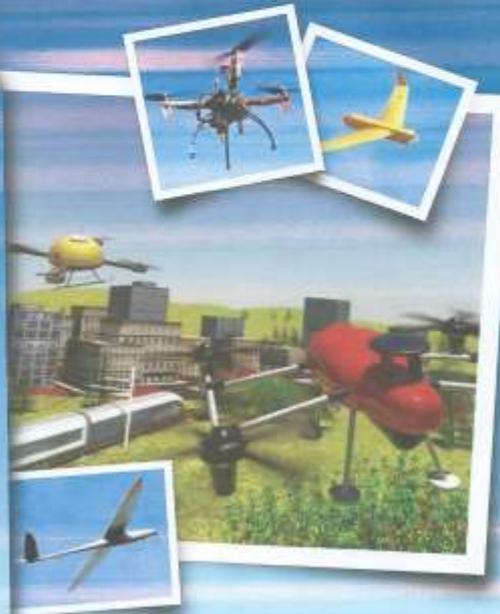


3AF

La Société Savante
de l'Aéronautique et de l'Espace

LES DOSSIERS

Présent et futur des
DRONES CIVILS



AAE Dossier #40 2015 3AF Cahier #16



4- CONCEPTS PROSPECTIFS

- **Drones électriques**





NASA HELIOS UAV
NASA photo by Nick Galante of US Navy PMRF

Zephyr, de Qinetiq



Amélioration de l'accès internet dans des zones reculées (Google / Titan Aerospace)



5- CONCLUSION

- **Accroissement du rôle des drones dans les systèmes de défense, et pour de nombreuses applications civiles.**
- **Souhait d'une réelle coopération européenne pour un drone militaire de longue endurance, opérationnel dans 10 ans ! Certains l'appellent FEMALE !**
- **Le marché des drones militaires est un marché de la demande, tandis que celui des drones civils est un marché de l'offre (fourniture de données et de services)**
- **L'intégration des drones dans la circulation aérienne générale conditionne le développement des applications civiles.**
- **Nécessité d'accentuer les recherches, et de développer de nouvelles technologies, afin d'améliorer les plates-formes, et surtout les charges utiles et les liaisons de données.**
- **Améliorer la formation des personnels.**

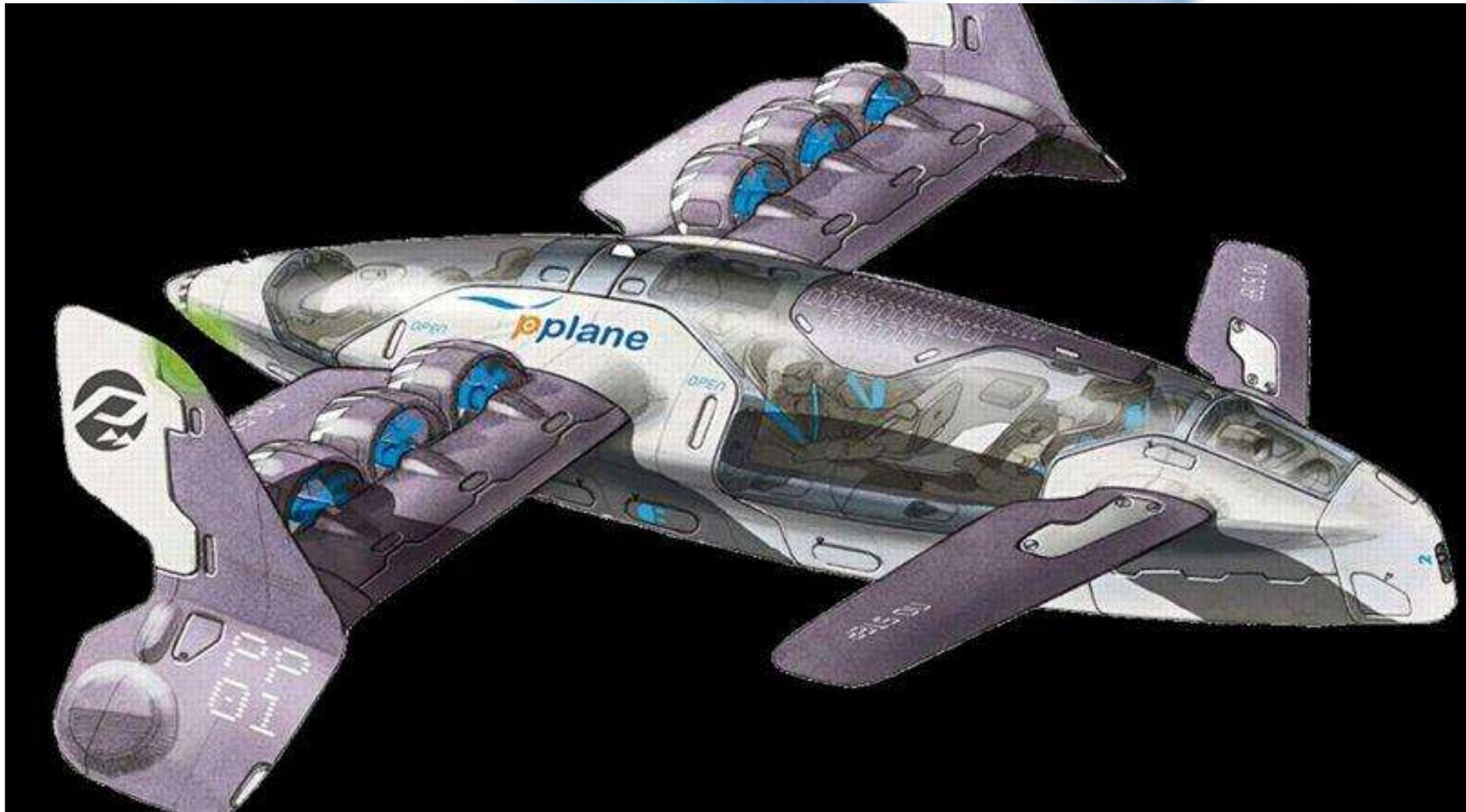


La perception immédiate du public

(D'après étude de Jean-Philippe Mousnier, Sociologue)

- Méconnaissance totale des « gros drones »
- Aucun lien avec l'aviation ou un aéronef, c'est un « objet volant »
- Immédiatement associé à la révolution des objets connectés
- « Petite merveille technologique »
- Une « innovation incroyable » pas imaginée il y a dix ans
- « objet » de convivialité, familial, entre amis, « nouveau jouet »
- Met des technologies et des usages « semi » professionnels à la portée de tous
- Mais beaucoup d'utilisations délirantes: livrer des pizzas
- Limité à un périmètre de proximité (projet Amazon jugé absurde)
- Subit le sort des objets connectés : on les range dans un tiroir au bout de 6 mois
- Donne envie de trouver des « usages utiles »

Projet européen « PPlane »



Ravitailleur Global Hawk KQ-X





COMPARAISON DRONES / SATELLITES

❖ Similitudes :

- Surveillés et commandés à distance
- Transmission des données par radio
- Charge utile stabilisée et pointée vers le sol
- Peuvent servir de relais pour les télécommunications

❖ Différences:

- Les satellites ne sont pas toujours disponibles; les drones peuvent faire des missions immédiates.
- Les satellites permettent d'obtenir des images de n'importe quel point de la Terre
- Images des drones de meilleure résolution, mais largeur de bande plus faible
- la modification ou la réparation d'un drone est possible