

Les drones ?

Claude Le Tallec

Conférence sur les aspects scientifiques,
techniques et sociétaux des drones

*Rencontres scientifiques Colas
Campus Scientifique & Technique Colas
19 mars 2015, Magny-les-Hameaux*



retour sur innovation

Origine des drones⁽¹⁾

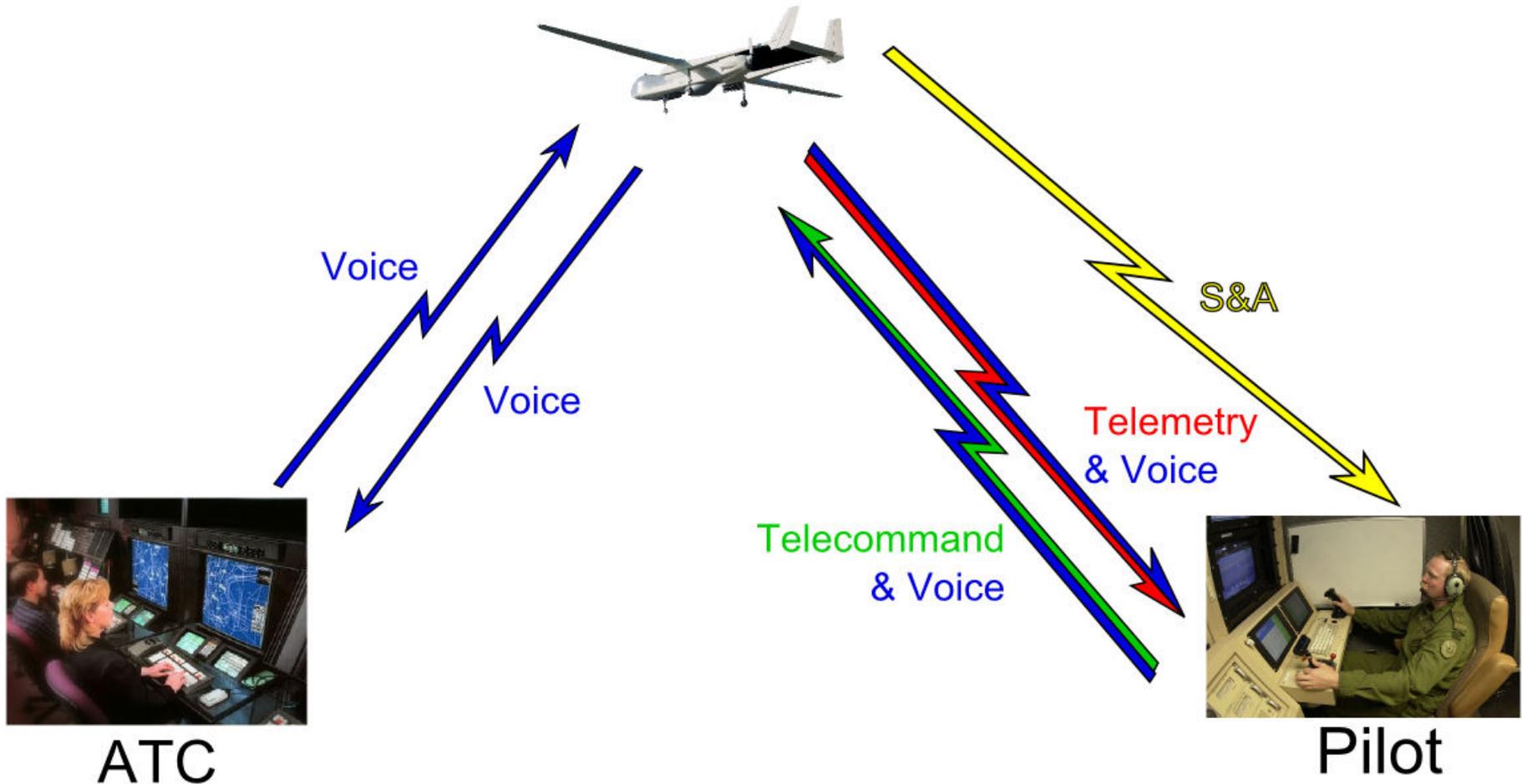
- Mise au point de la stabilité automatique d'un planeur vers 1894 (pour améliorer la sécurité des vols) !
- Expérimentation avec pilote de sécurité à bord, sans qu'il intervienne
 - 2 juillet 1917, vol automatique d'un avion Voisin à Avord
 - Fin mars 1918, essais de deux avions Voisin VIII à Etampes (décollage, court vol et atterrissage)
 - 14 septembre 1918, télécommande d'un avion depuis un deuxième avion suiveur, vol de plus d'une heure
- Puis désintérêt de l'administration pour ces essais et abandon des recherches
- Reprise en 1923 puis expérimentations dédiées au pilotage automatique
- Méfiance vis-à-vis des avions automatiques entre les deux guerres
- Années 60 : utilisation militaire opérationnelle des drones

Qu'est ce qu'un drone ?

- Le mot “Drone” est utilisé dans beaucoup de langues, mais ne l'est pas dans la réglementation – il est cependant préféré par les membres du Parlement Européen...
- Unmanned Aerial Vehicle (UAV)
 - Risque d'oublier qu'un drone n'est pas qu'un engin volant
- Unmanned Aircraft ... System (UAS)
 - Il s'agit d'un système, pas seulement d'un aéronef
 - Il n'y a personne à bord de l'aéronef
 - Le système global peut, par contre, être opéré par un humain
- Remotely-Piloted Aircraft (RPA) + Remote Pilot Station (RPS) = **RPAS** pour Remotely Piloted Aircraft System

Qu'est ce qu'un drone ?

Un drone ressemble à un avion piloté dont le pilote est dans une station distante



Qu'est ce qu'un drone ?

Arrêtés d'avril 2012

- **Aéronef télépiloté** : aéronef qui circule sans personne à bord
- **Système d'aéronef télépiloté** : système constitué d'un aéronef télépiloté et les éléments servant à sa commande et son contrôle depuis le sol
- **Télépilote** : personne qui a le contrôle de la trajectoire de l'aéronef télépiloté

- **Aéromodèle** : aéronef télépiloté utilisé exclusivement à des fins de loisir ou de compétition par un télépilote qui est à tout instant en mesure de contrôler directement sa trajectoire pour éviter les obstacles et les autres aéronefs

Qu'est ce qu'un drone ?

HALE et MALE



Global Hawk

Envergure : 40 m

Masse au décollage : 14 tonnes



Reaper

Envergure : 20 m

Masse au décollage : 4,5 tonnes

Qu'est ce qu'un drone ?

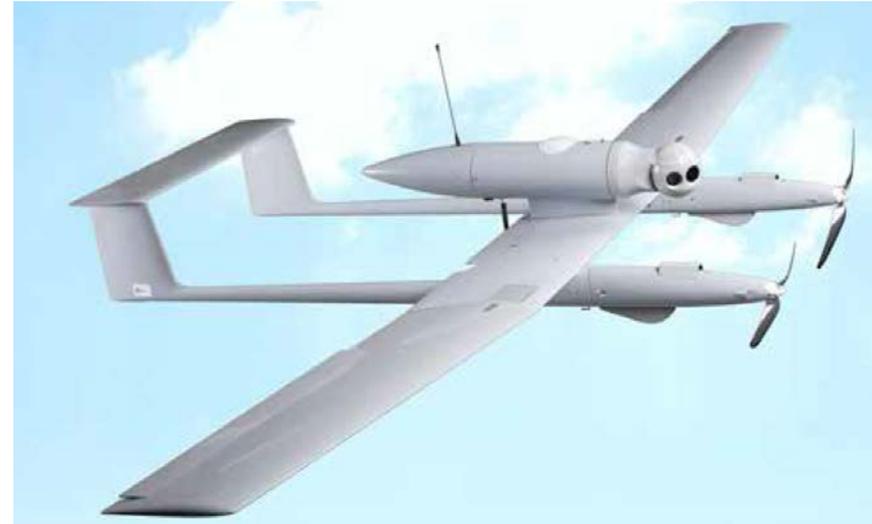
UCAS et drone tactique



X-47B

Envergure : 19 m

Masse au décollage : 20 tonnes



Tracker 120

Envergure : 3,30 m

Masse au décollage : 8,7 kg

Qu'est ce qu'un drone ?

Arrêtés d'avril 2012 pour les petits drones

- Catégorie D : masse maximale au décollage inférieure à 2 kilogrammes,
- Catégorie E : masse maximale au décollage inférieure à 25 kilogrammes
- Catégorie F : masse maximale au décollage inférieure à 150 kg



AscTec Falcon 8
Envergure : 0,77 x 0,82 m
Masse au décollage : 2,2 kg



Infotron IT180
Envergure : 1,8 m
Masse au décollage : 20 kg



Delair-tech DT18 et DT 26
Envergure : 1,8 et 2,6 m
Masse au décollage : 2 et 8 kg



senseFly eBee
Envergure : 0,96 m
Masse au décollage : 0,7 kg

Multicoptère, aile volante et avion

Une réglementation, pour quoi faire ?

- **Ce qui peut être dangereux n'est pas autorisé**
 - Blessier quelqu'un au sol (chute du drone ou vol à très basse altitude)
 - Entrer en collision avec un autre aéronef
- **Mise au point de la réglementation**
 - La réglementation est mise au point par des personnes raisonnables
 - Des personnes raisonnables ne peuvent pas autoriser une mise en danger de la vie d'autrui, que ce soit en vol ou au sol...

Scénarios d'utilisation des petits drones

Aéromodèle ou drone de loisir :
voir fiche DGAC



RÈGLES D'USAGE D'UN DRONE DE LOISIR



**ASSURER LA SÉCURITÉ
DES PERSONNES ET DES AUTRES
AÉRONEFS EST DE VOTRE
RESPONSABILITÉ**

10 PRINCIPES POUR VOLER EN CONFORMITÉ AVEC LA LOI

- 1 JE NE SURVOLE PAS LES PERSONNES
- 2 JE FAIS TOUJOURS VOLER MON DRONE À UNE HAUTEUR INFÉRIEURE À 150 M
- 3 JE NE PERDS JAMAIS MON DRONE DE VUE
- 4 JE N'UTILISE PAS MON DRONE AU DESSUS DE L'ESPACE PUBLIC EN AGGLOMÉRATION
- 5 JE N'UTILISE PAS MON DRONE À PROXIMITÉ DES AÉRODROMES
- 6 JE NE SURVOLE PAS DE SITES SENSIBLES
- 7 JE N'UTILISE PAS MON DRONE LA NUIT
- 8 JE RESPECTE LA VIE PRIVÉE DES AUTRES
- 9 JE NE DIFFUSE PAS MES PRISES DE VUES SANS L'ACCORD DES PERSONNES CONCERNÉES ET JE N'EN FAIS PAS UNE UTILISATION COMMERCIALE
- 10 EN CAS DE DOUTE, JE ME RENSEIGNE

L'UTILISATION D'UN DRONE DANS DES CONDITIONS D'UTILISATION NON CONFORMES AUX RÈGLES ÉDICTÉES POUR ASSURER LA SÉCURITÉ EST PASSIBLE D'UN AN D'EMPRISONNEMENT ET DE 75 000 EUROS D'AMENDE EN VERTU DE L'ARTICLE L.6232-4 DU CODE DES TRANSPORTS

Pour plus d'information rendez-vous sur le site de la direction générale de l'Aviation civile :
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Drones-civils-loisir-aeromodélisme>



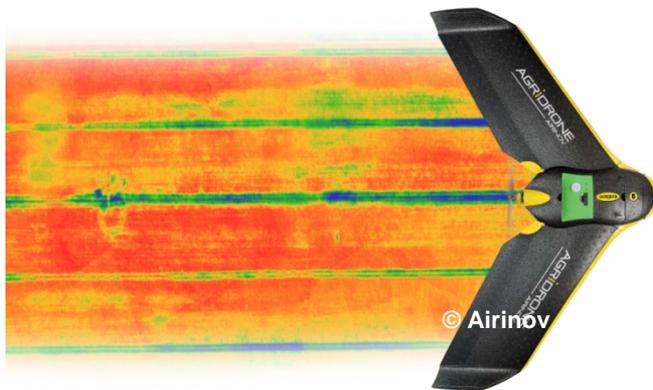
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

www.developpement-durable.gouv.fr

Exploitation d'aéronefs télépilotés pour des activités particulières:

- 4 Scénarios (voir présentation de E. de Maistre)
- « autorisations spécifiques »

Les drones, pour quoi faire ?



Dans le domaine civil

Les drones, pour quoi faire ?



Dans le domaine militaire

Les drones, pour quoi faire ?



Pour la Recherche

- Des outils de développement de capteurs et de logiciels
- Des outils de développement de logiciels et d'équipements
- Des modèles réduits de nouveaux concepts

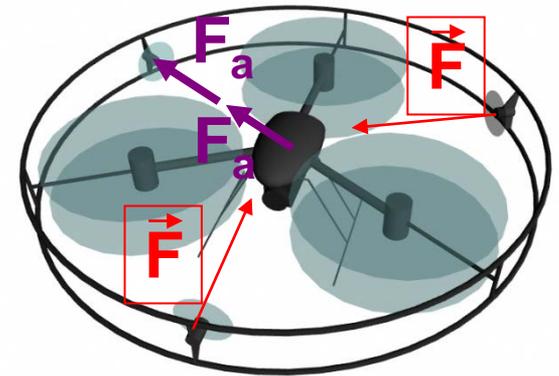
A quels problèmes faut-il faire face ? Quelles sont les solutions ?

- **Il ne faut pas que le drone « tombe » trop souvent**
 - Architecture du véhicule aérien
 - Robustesse à la panne moteur : n moteurs, fonctionnement possible avec n-1, voire n-2 moteurs
 - “Qualification” de la structure (ne se casse pas en conditions normales d’utilisation)
 - Redondance des sources d’énergie...
 - Redondance IMU et calculateurs
 - “Agilité” du vol, par exemple :

Navigabilité



D’un X6...



...vers un X9

A quels problèmes faut-il faire face ? Quelles sont les solutions ?

- **Il faut que le drone reste sous contrôle de son télépilote**

- Vérification et validation des logiciels
- Robustesse de la liaison de données
- Sûreté “intelligente” : logiciel bord n’autorisant que des commandes validées (volume d’activité, vitesse...)
- Interface homme-machine correctement défini (IHM)
- Télé-pilote correctement formé et entraîné (en liaison avec IHM)
- ...

Operation

Licence pilote

Navigabilité

A quels problèmes faut-il faire face ? Quelles sont les solutions ?

- **Si le drone a une défaillance, il ne faut pas blesser un tiers au sol**
 - Déclenchement d'un parachute après trajectoire montante (si possibilité avec les capacités et commandes restantes...)
 - Lois de guidage spécifiques minimisant l'énergie déposée au sol lors d'un crash "contrôlé"
 - Structure frangible
 - Structure avec protections
 - Avertisseur sonore
 - ...

Operation

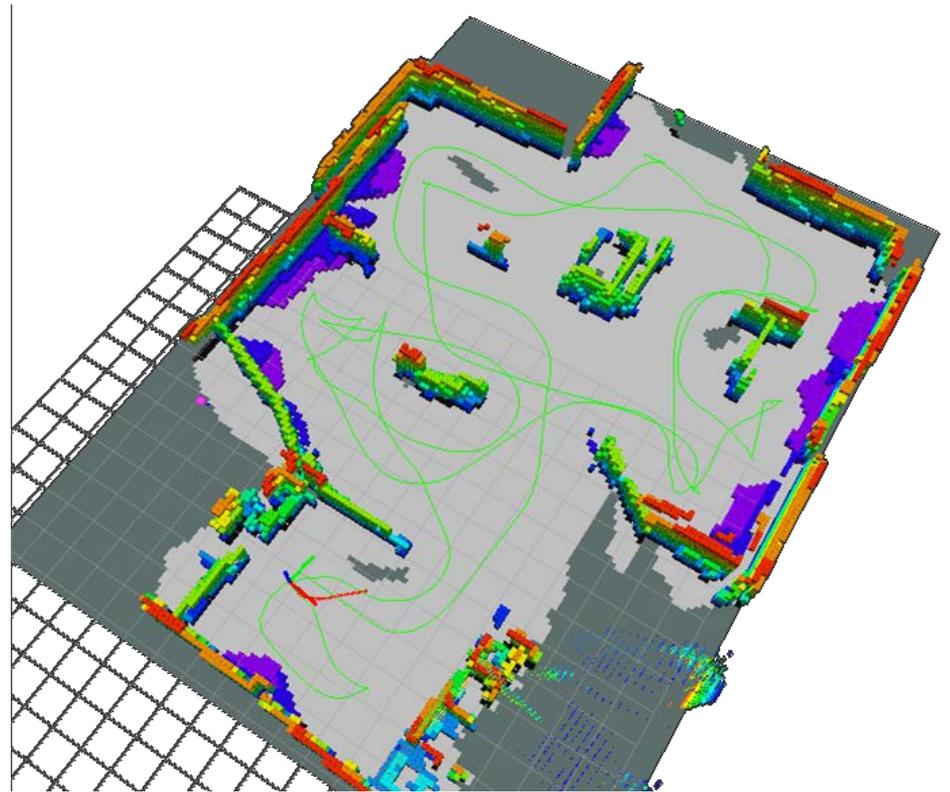
Navigabilité

A quels problèmes faut-il faire face ? Quelles sont les solutions ?

- **Il ne faut pas que le drone percute des obstacles**

- Reconstruction 3D de l'environnement (optique)
- Evitement des obstacles

Operation



A quels problèmes faut-il faire face ? Quelles sont les solutions ?

- Il ne faut pas que le drone percute un autre aéronef
 - Système de Detect and Avoid à bord du drone



NASA Dryden Flight Research Center Photo Collection
<http://www.dfrc.nasa.gov/gallery/photo/index.html>
NASA photo: EC03-0086-1 Date: April 1, 2003 Photo by: Tom Tschida
Amphitech Radar on Proteus

Navigabilité

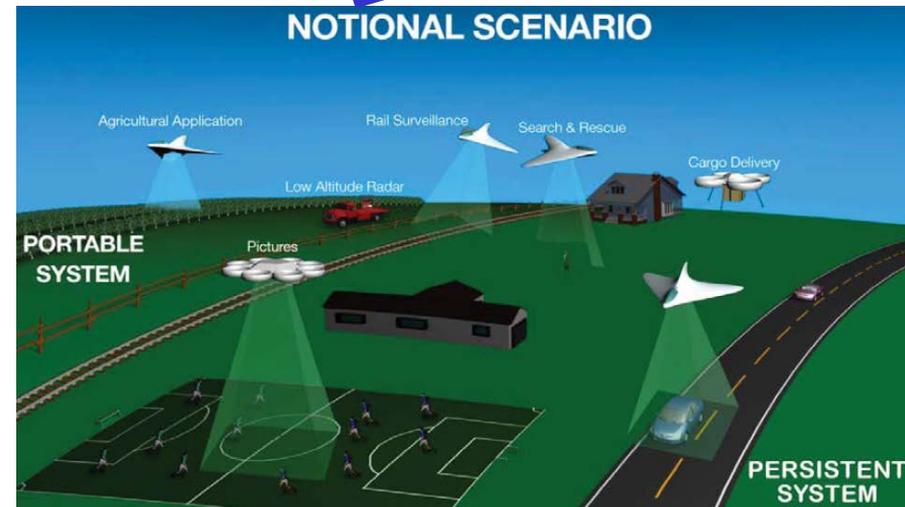
Operation

- Système sol de D&A

Avec
l'homme
dans la
boucle !



Licence pilote



A quels problèmes faut-il faire face ? Quelles sont les solutions ?

- **Il ne faut pas que le drone soit utilisé à mauvais escient...**
 - Respect de la vie privée
 - Respect des zones interdites de vol

Faire appliquer la loi

Appeler J. D. 😊



Les drones dans le futur, jusqu'où... ?



Les livraisons ?



Les secours urbains ?

L'avion-lib ?



Le transport aérien ?

Les drones jusqu'où ?...

- Quel est le niveau de risque acceptable par la Société vis-à-vis de l'utilisation des drones ?

Severity Likelihood	Minimal 5	Minor 4	Major 3	Hazardous 2	Catastrophic 1
Frequent A	Low Risk	Medium Risk	High Risk	High Risk	High Risk
Probable B	Low Risk	Medium Risk	High Risk	High Risk	High Risk
Remote C	Low Risk	Low Risk	Medium Risk	High Risk	High Risk
Extremely Remote D	Low Risk	Low Risk	Low Risk	Medium Risk	High Risk
Extremely Improbable E	Low Risk	Low Risk	Low Risk	Low Risk	Medium Risk

Low Risk
Medium Risk
High Risk

● Single Point or Common Cause Failure

