



Institut
Mines-Télécom



Journées scientifiques URSI :
L'HOMME CONNECTÉ.
25 et 26 MARS 2014

Drone Autonome pour l'Intervention Humanitaire

Ludovic Apvrille¹, Tullio Joseph Tanzi¹,
Jean-Luc Dugelay²

¹Institut Mines-Telecom, Telecom ParisTech, LTCI CNRS,
06904 Sophia Antipolis cedex, France, [\[prenom.nom\]@telecom-paristech.fr](mailto:{prenom.nom}@telecom-paristech.fr)

² EURECOM, 06904 Sophia Antipolis cedex, France, jean-luc.dugelay@eurecom.fr

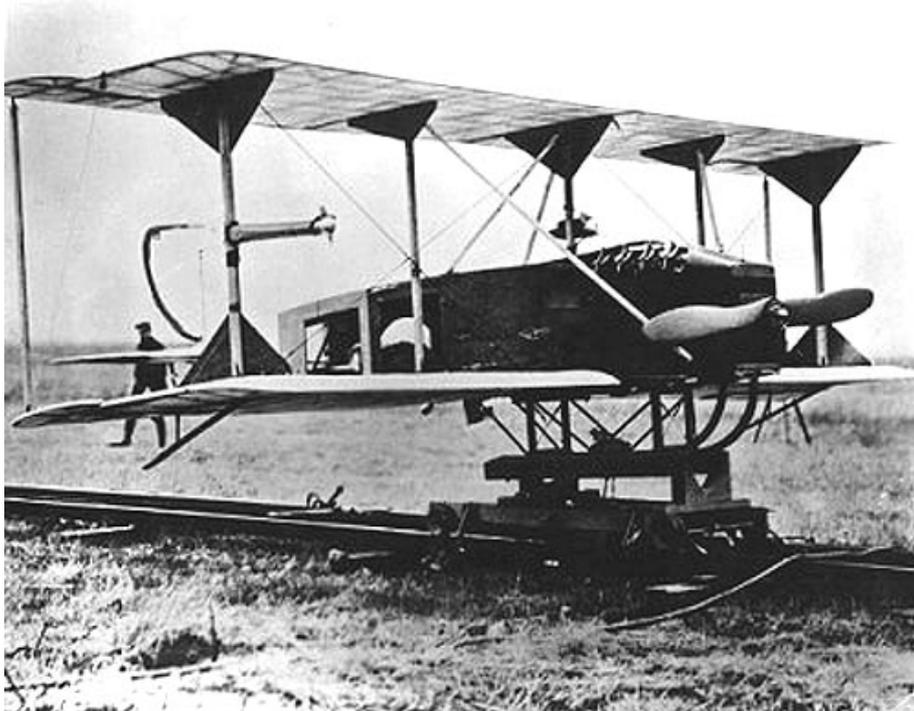


Définition

- Un drone est un aérodyne télécommandé qui emporte une charge utile, destinée à des missions civiles ou militaires.
- En anglais, le terme drone existe mais il désigne d'abord et surtout un avion-cible. Un aérodyne automatisé et le système associé de mise en œuvre sont aussi appelés UAV (Unmanned Aerial Vehicle, soit véhicule aérien sans pilote) et de plus en plus souvent UAS (Unmanned Aerial System, système d'aéronef(s) sans pilote(s)).
- L'usage du mot drone pour décrire un véhicule ou robot terrestre, de surface ou sous-marins dotés d'autonomie est une particularité française.

Les drones dans l'histoire ...

La conceptualisation du drone remonte à la fin de la Première Guerre Mondiale. Alors qu'aux Etats-Unis se développe le projet *Hewitt-Sperry Automatic Airplane*, en France George Clémenceau, alors Président de la Commission sénatoriale de l'Armée, lance un projet "d'avions sans pilote".



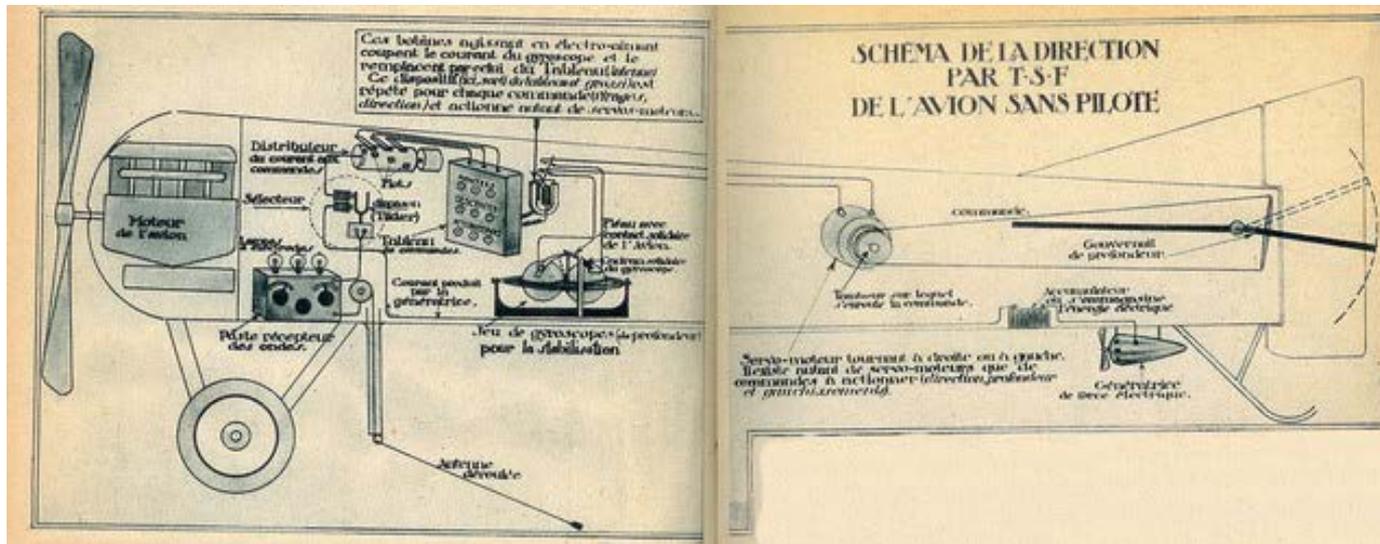
Hewitt-Sperry automatic airplane (1910).

Le capitaine Max Boucher met au point un système de pilotage automatique qui fait voler sur plus de cent kilomètres un avion Voisin BN3 (1918).



Les drones dans l'histoire (2)

Ainsi, dans les années 1920, des avions sans pilote radio-commandés voient le jour, avec les tentatives de *torpilles aériennes* télécommandées par des ondes de télégraphie sans fil (TSF).



Plan de l'avion sans pilote de Maurice Percheron [Lectures pour tous, février 1923].



Maurice Percheron (1936)

Les drones dans l'histoire (3)

Les lourdes pertes subies pendant la seconde guerre mondiale par l'aviation d'observation suscitèrent l'idée d'un engin d'observation militaire sans équipage (ni pilote, ni observateur).



Les premiers drones apparaissent en France dans les années 1960, tel le R20 de Nord-Aviation, dérivé de l'engin cible CT20.



CT.20 restauré par les Ailes Anciennes de Toulouse

Les Drones aujourd'hui ...

Predator B



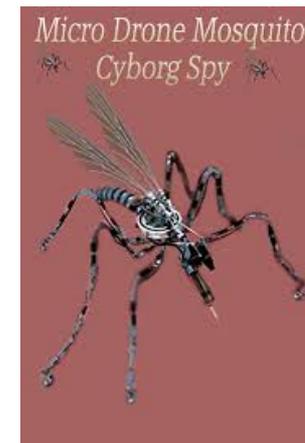
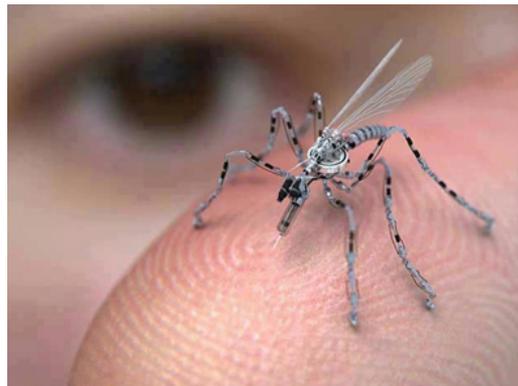
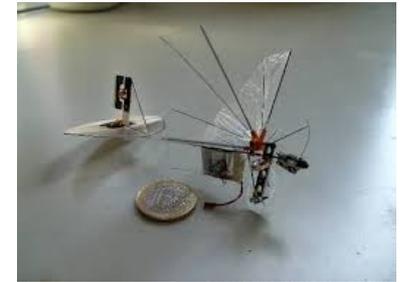
Quad-copter ADR 2



MiKroKopter

Enjeux scientifiques

- Inertie et contrôle,
- Miniaturisation et interactions électromagnétiques,
- Navigation et autonomie,
- Vol électrique et densité énergétique,
- Effets Reynolds et performances aéro-propulsives,
- Usage et Acceptabilité,
- ...



Les 3 lois de la Robotique, selon Asimov

■ Première loi :

- Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.

■ Deuxième loi :

- Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la première loi.

■ Troisième loi :

- Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la première ou la deuxième loi.



*Manuel de la robotique
58^e édition (2058 après J.-C.)*

Les 3 lois *versus* Drone

■ Première loi :

- Un drone ne doit pas représenter un danger potentiel pour un être humain ou pour l'environnement dans lequel il opère.

■ Deuxième loi :

- Un drone doit être capable de modifier, suspendre ou interrompre sa mission si elle devient en contradiction avec la première loi.

■ Troisième loi :

- Un drone doit assurer sa sécurité dans la mesure où ce n'est pas en contradiction avec la première ou la deuxième loi.

Manuel du drone
1^e édition (2014 après J.-C.)

"Dangerosité" d'un Drone ...

- **Un drone présente un risque inhérent à ce type de système vis-à-vis de l'environnement dans lequel il évolue :**
 - Masse conséquente : 5 à 10 kgs.
 - Puissance embarquée importante (~ 2 000 W).
 - Danger des hélices (6 à 8), rotation 720 t/mn.
 - Pas de portance (pas de voilure), chute directe.
- **Limitation de l'impact en cas de retour au sol imprévu :**
 - Procédure de retour au sol automatique.
 - Parachute (impact < 69 joules, norme DGAC).

Sécurité et Sûreté du Drone

■ Conception sécurisée :

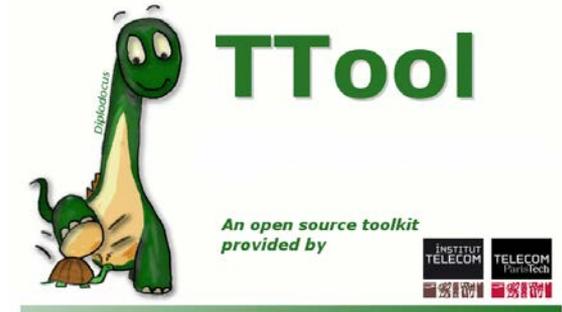
- Validation du code embarqué (TTool),
- Flux de commande contrôle,
- Flux de données acquises par le drone,

■ La sûreté de fonctionnement:

- Limitation de l'impact en cas de retour au sol impromptu,
- Gestion de l'énergie :
 - Optimisation de la consommation,
 - Respect des contraintes des nouvelles génération de batteries (LiPo, etc.).

■ Les contraintes :

- Rapidité d'exécution et énergie consommée (poids des batteries).

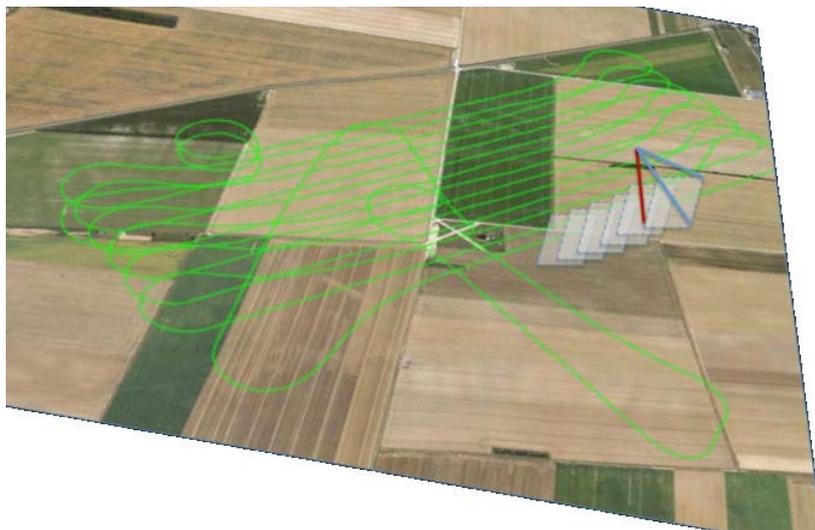


Fonctions primaires

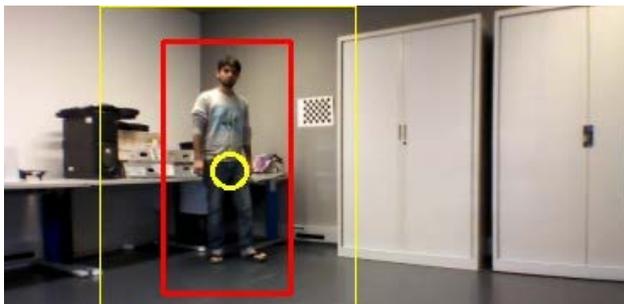
- **Complétude spatiale :**
 - Couverture de la zone pour constitution d'une cartographie d'urgence.
- **Traitement d'image :**
 - Détection des personnes avec une distinction entre adultes et enfants.
- **Charge utile spécialisée :**
 - Détection des émissions de terminaux de type téléphone portable, Smartphone ou encore tablette afin d'orienter les sauveteurs vers les décombres sous lesquelles se trouvent peut-être des sinistrés.
- ...

Complétude spatiale

- **Pour une zone donnée, assure que la trajectoire utilisée couvre la totalité de l'espace.**
 - Stratégie simple pour une surface plane.
 - Stratégie plus complexe à mettre en œuvre pour une zone au relief accidentée afin de minimiser la consommation d'énergie.



Détection et suivi de personnes ...



Techniques classiques de traitement d'images :

- visage : Haar et Adaboost,
- corps entier : HOG et SVM,
- etc.

Phases suivantes :

- utiliser la détection pour la distinction enfant-adulte (ratio volume englobant),
- suivre les déplacements de personnes (Kalman, particles filtering, etc.).

**Problématique : Adaptation à nos besoins (open Source),
Banque d'images (CNIL).**



Navigation autonome et reconstruction 3D...

Vision 3D avec une caméra mono-vision :

- reconstruction dense (Fig A), nécessite un arrêt du vol,
- reconstruction éparsse (Fig B) qui nécessite une trajectoire en *tire-bouchon*.

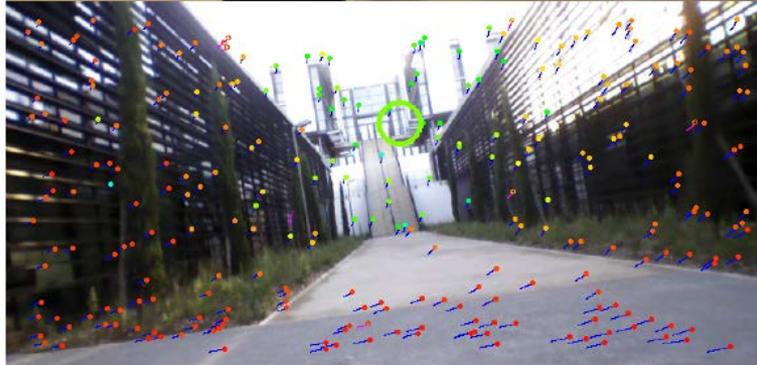
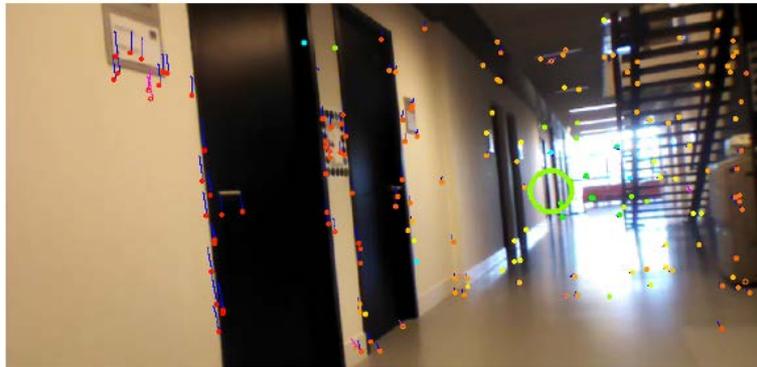


Figure B

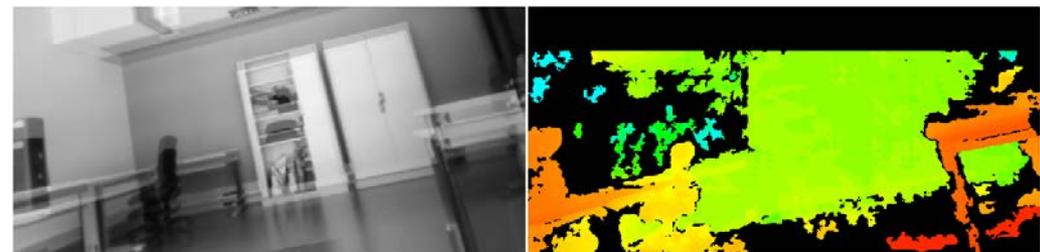


Figure A

Perspectives ...

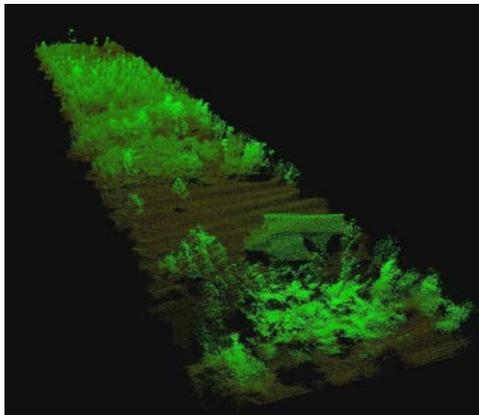
■ Liens entre objets communicants et humains :

- Définition et conception d'antennes embarquée destinées à la détection d'émission électromagnétique de type téléphone mobile (GSM , UMTS, etc.) et réseaux sans fil (Wifi, Bluetooth, etc.).

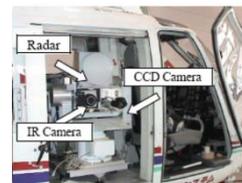


■ Intégrer des capteurs complexes :

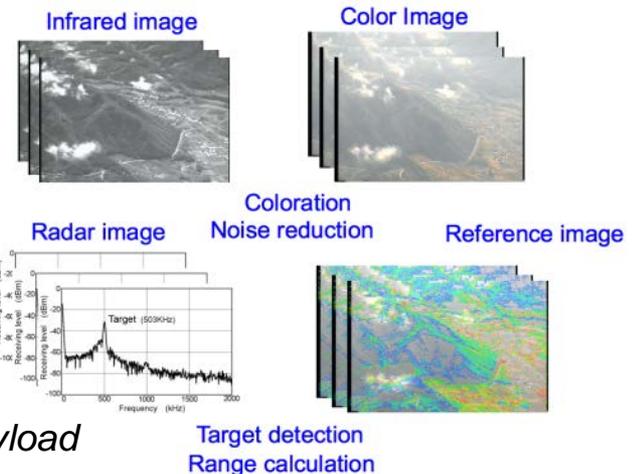
- Radar, Lidar,
- Onde à pénétration de sol (GPR).



Lidar



Non conventional payload



Synthèse ...

- **Concevoir un Drone "civil",**
- **Aller vers une intelligence embarquée :**
 - Autonomie de vol,
 - Autonomie décisionnelle,
- **Sécurité et Sûreté dès la conception,**
- **Intégrer des capteurs complexes (Lidar, Radar, IR, etc.),**
- **Obligations réglementaires nationales (DGAC) et internationales,**
- **Usage et Acceptabilité versus "*opérationnalité*",**
- ...

Merci pour votre attention ...

Prof. Tullio Joseph TANZI

Tullio.Tanzi@Telecom-ParisTech.fr



Institut Mines-Telecom - Telecom ParisTech. LTCI UMR 5141 CNRS
Télécom ParisTech - LabSoC, c/o EURECOM,
Campus SophiaTech Les Templiers, 450 route des Chappes 06410 Biot



URSI Commission F