



Du pigeon photographe aux essaims de micro-drones autonomes bio-inspirés



Serge Chaumette
serge.chaumette@labri.fr



Le LaBRI

- Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique
- Le LaBRI est une unité de recherche associée au CNRS (UMR 5800), à l'Université de Bordeaux et à l'INP Bordeaux. Depuis 2002, il est partenaire de l'INRIA.
- 320 personnes
- 150 enseignants chercheurs
- 140 étudiants préparant un Doctorat





Drones et robots autonomes ou télé-opérés en environnement complexe : tenue de situation, prise de décision, responsabilité et éthique



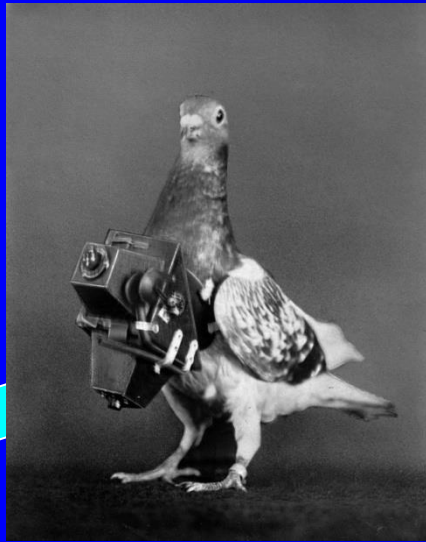
Image © P. Casteran

serge.chaumette@labri.fr, Professeur UB, chercheur au LaBRI

- responsable des activités drones du LaBRI,
- membre du copil du cluster drones Aetos de la Région Aquitaine
- co-responsable du groupe Systèmes Téléopérés et Autonomes du GIS Albatros
- membre de la commission drones du pôle de compétitivité AeroSpace Valley

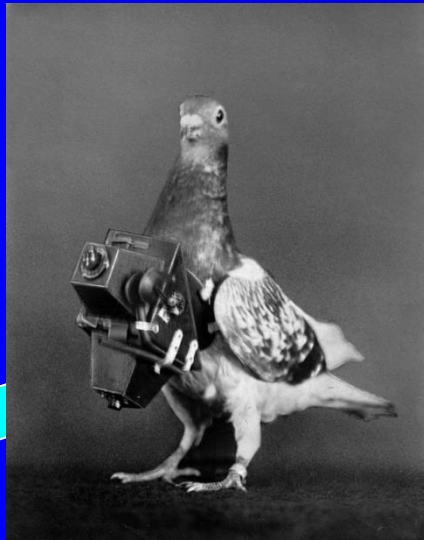


Les drones sont des systèmes qui croissent en complexité





et c'est *a fortiori* le cas des essaims de drones



© National Air & Space Museum/Exclusivepix



Domaine d'activité drones au LaBRI

Contribuer à la définition et au développement de *middlewares*, d'outils et de mécanismes formellement validés qui permettent d'exploiter de manière sécurisée des ressources mobiles communiquant en non filaire et de développer des applications au dessus de ces ressources

Systemes cibles

→ Flottes sécurisées de terminaux
mobiles communicants autonomes ←



Cibles physiques

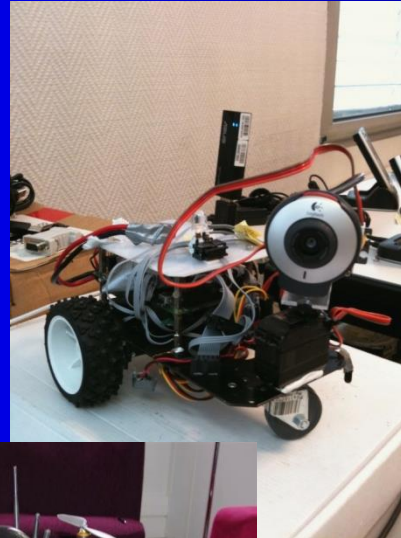
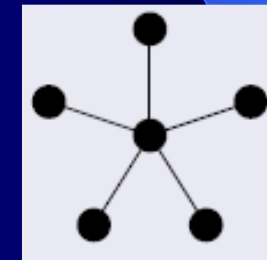


Image courtesy the
Smart Surface project)

Modèle formel sous-jacent





Qu'est ce qu'un drone ?

- UAV : *Unmanned Aerial Vehicle*
véhicule aérien sans pilote
- UAS : *Unmanned Aerial System*
système aérien sans pilote
- RPAS : *Remotely Piloted Aircraft System*
système aérien piloté à distance
- Mais plus généralement tout système
piloté à distance



Quid de l'autonomie ?



Qu'est ce qu'un drone ?

- UAV : *Unmanned Aerial Vehicle*
véhicule aérien sans pilote
- UAS : *Unmanned Aerial System*
système aérien sans pilote
- RPAS : *Remotely Piloted Aircraft System*
système aérien piloté à distance
- Mais plus généralement tout système
piloté à distance

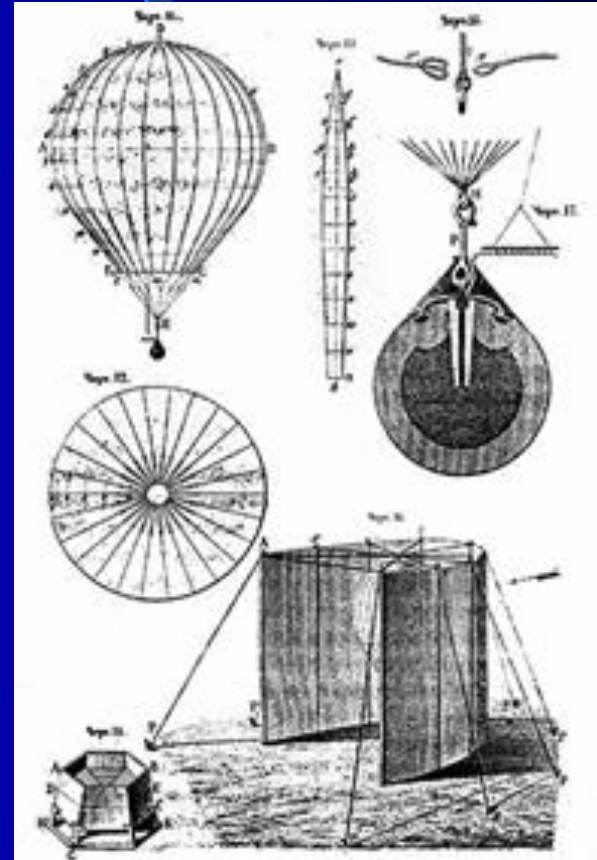


Quid de l'autonomie? → domaine de recherche



Au commencement étaient les ballons

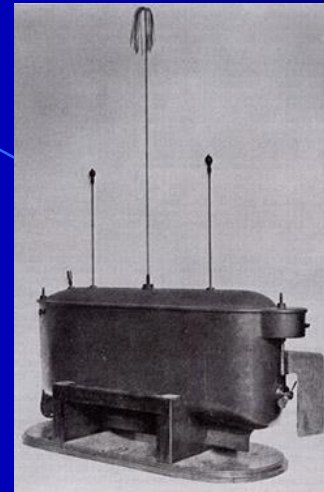
- 12 Juillet 1849
- 22 Août 1849
- 200 ballons au dessus de Venise par les Autrichiens
- Frégate en mer
- 15 kgs d'explosif
- 'Fusible' de ½ heure





Contrôle distant : Tesla

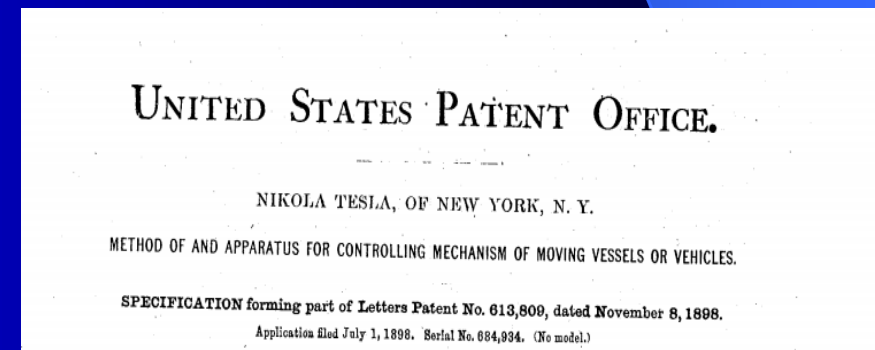
1898 : Teleautomaton



Demo au New York's Madison
Square Garden

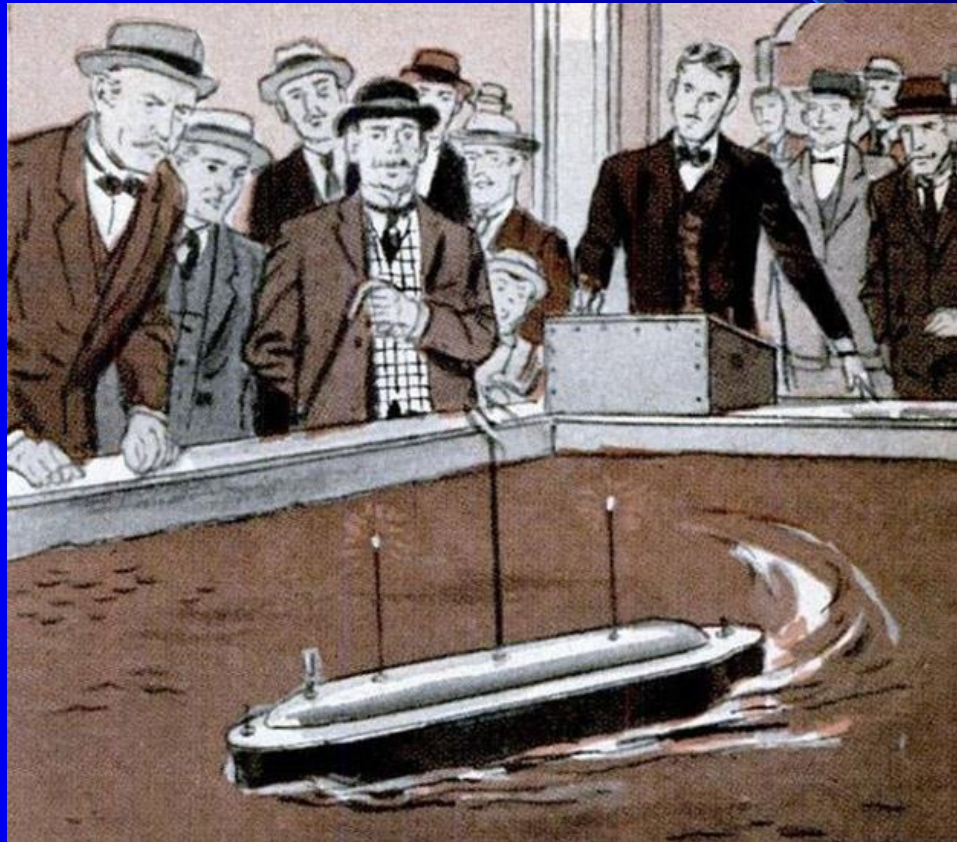


Method of and apparatus for
controlling mechanism of
moving vessels or vehicles
(Patent US 613809 A)





Tesla



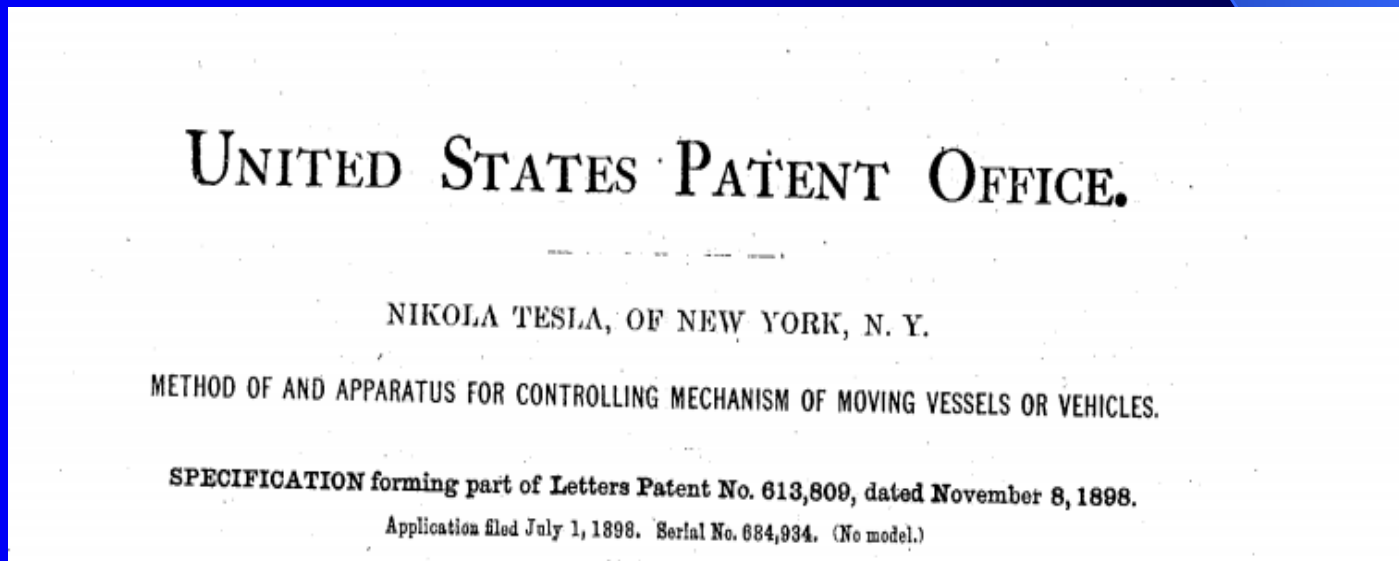


Tesla

- Patent :

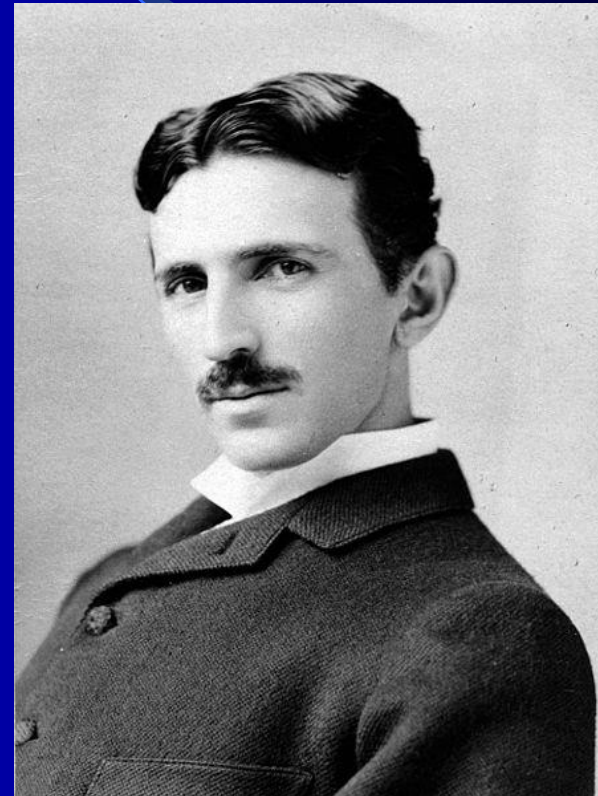
Method of and apparatus for controlling mechanism of moving vessels or vehicles

US 613809 A





Le prestige film avec David Bowie





Les premiers drones

Exemple : l'Aerial Target

- 1916, GB
- Archibald Low

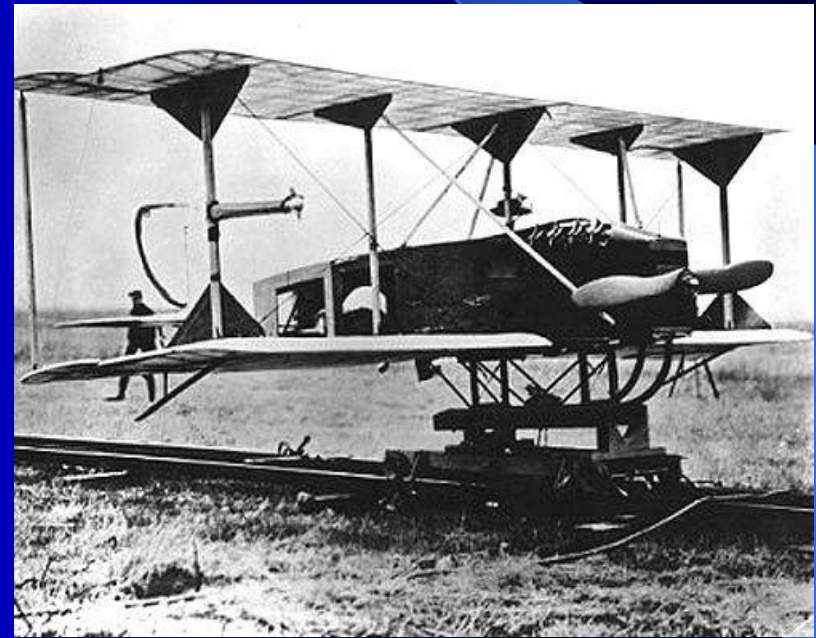




Les premiers drones

Exemple : le Hewitt-Sperry Automatic Airplane

- 1917
- Aerial torpedo





De Havilland DH.82 Queen Bee

- Cible pour l'artillerie côtière britannique
- 1931
- Environ 400 construits
- Aussi utilisé par Pathe News



Source :

http://www.ptaeromuseum.com/aircraft_projects/dehavilland_dh82b/dehavillanddh82b.html



Target Drone Denny 1 (TDD-1)

- 1941, USA
- Cible aérienne
- Peut simuler des manoeuvres d'attaque



<http://histomil.com/viewtopic.php?f=95&t=12896>



A l'intérieur d'un drone

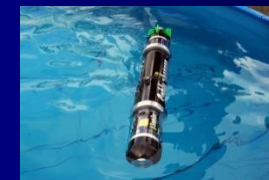




A l'intérieur d'un drone

L'airframe

- Différentes formes
 - Différentes tailles
 - Différentes technologies
 - Hybrides
-
- Dépend de la mission, endurance, etc.



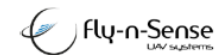


L'intérieur d'un drone

La charge utile (payload)

Ref : 0006@2017-may-24@22-58-CET@1-1-1 ; From-ref: previous talks + new material; Author: Serge Chaumette

Payloads



AUTONOME - CERTIFIÉ - INTÉGRÉ - ÉPROUVÉ

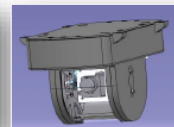
Fly-n-Sense sensors



Mosaicing payload



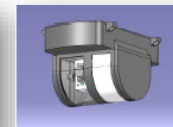
- Dedicated to wildfire monitoring



1 axis IR payload



- Night operation



1 axis Dual payload (EO/IR)



- 24/24 operation
- Wide range of detection (IR)



1 axis EO payload (onboard recording + HD pictures)



- Day operation
- High quality result for post analysis

STANDARD LINE

SPECIFIC PAYLOADS



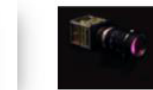
Chemical



Aerosol Counter



Micro radar altimeter



Multi Spectral

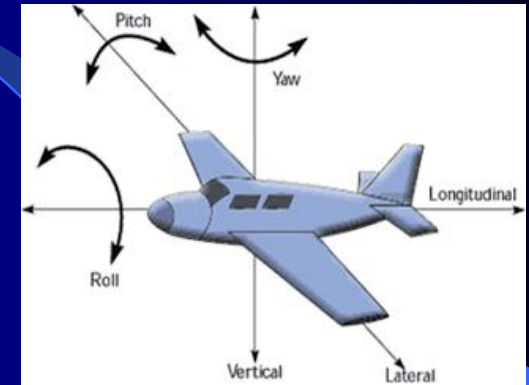




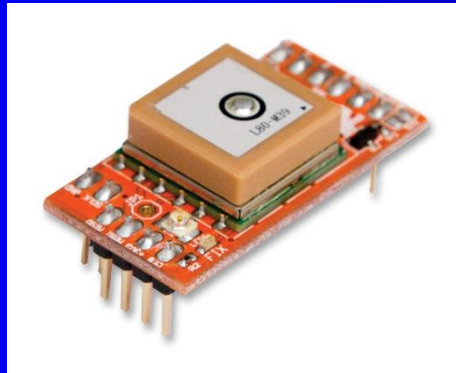
A l'intérieur d'un drone

L'IMU et le GPS

- IMU
 - accéléromètres
 - gyroscopes
 - [magnétomètres]



- GPS

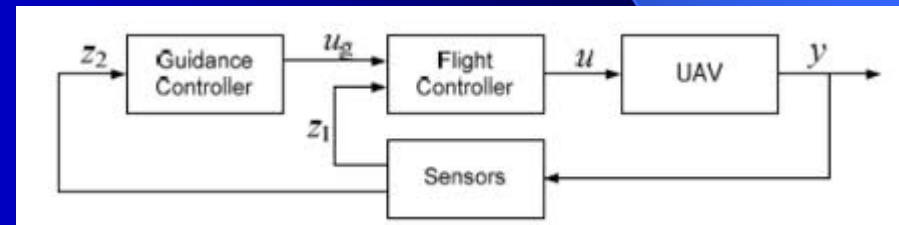




A l'intérieur d'un drone

L'autopilote

- Temps réel
 - Sense & Avoid
 - Intégration au trafic aérien

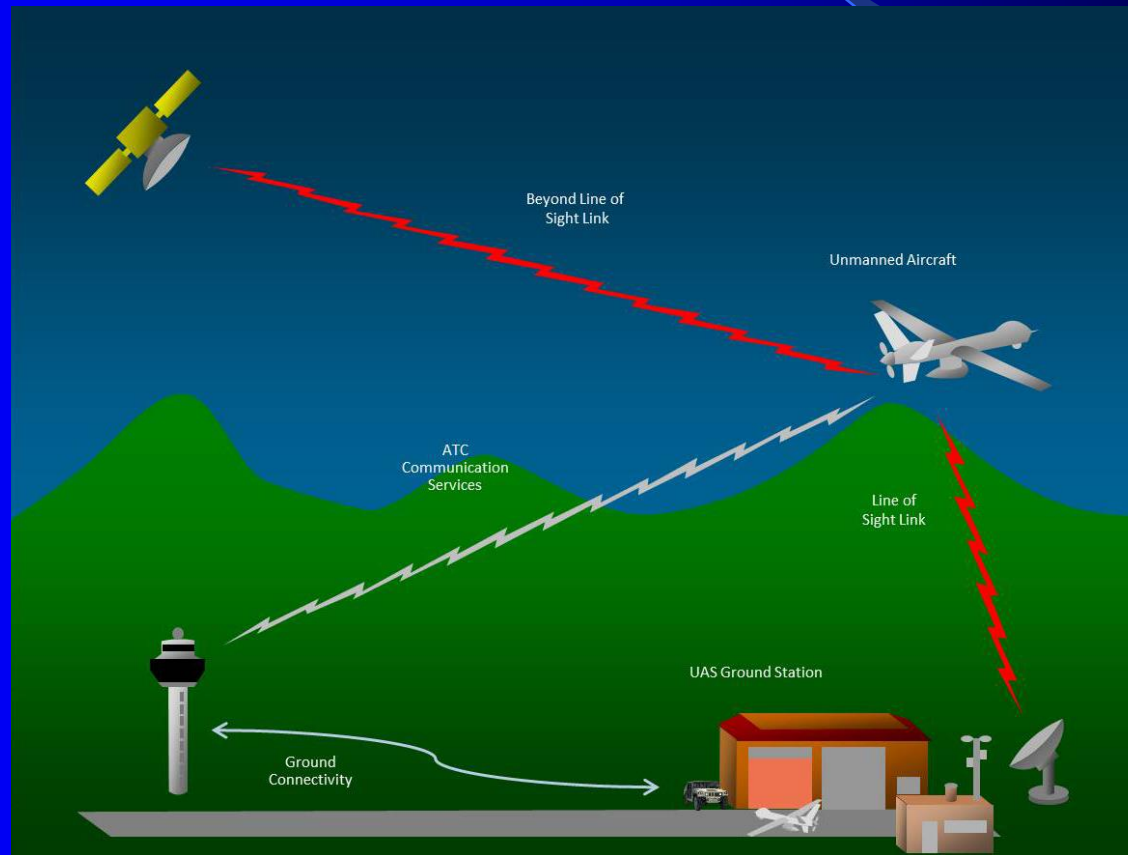






A l'intérieur d'un drone

Le système de communication





- **Système**
 - **RPAS**
 - **UAS**
 - etc.



Cycle de vie d'une opération



Source : <http://www.aetos-aquitaine.fr/actualite.php?n=98>
2017/01/26

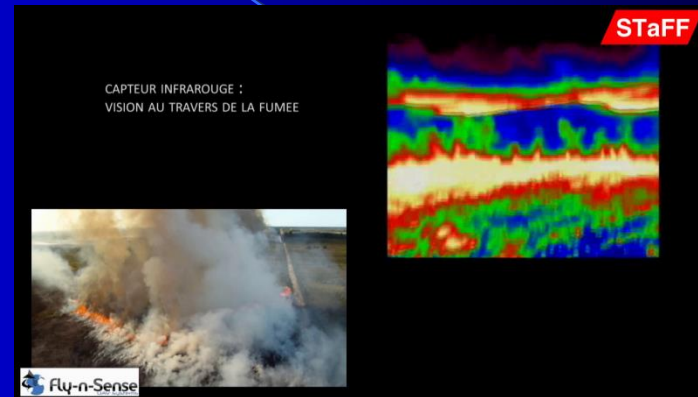


Source : <https://www.suasnews.com/2015/08/cold-spot-using-a-drone-to-count-grey-seals-in-canada>
2017/01/26/



Les applications : le vrai

- Sécurité civile
- Aide au secours
- Cinéma
- Aide pour le BTP





Les applications : le *buzz*

- La livraison de pizzas
- L'avion de ligne sans pilote
- Le drone canadair



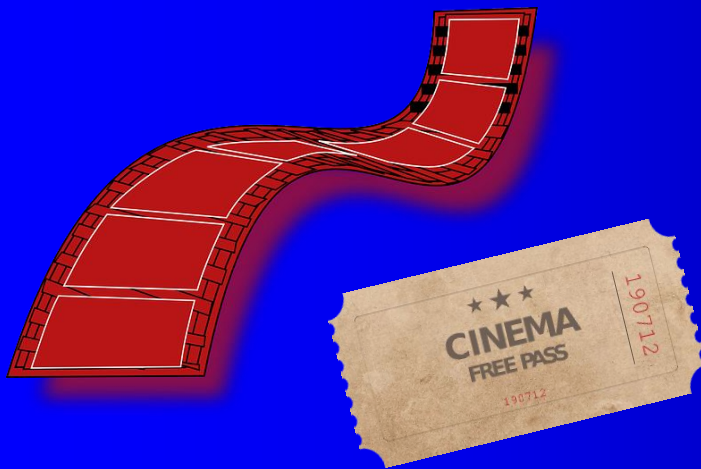


Sécurité

Titre : Parachute UAV Drone DJI S1000 - Crash test

Source : <https://www.youtube.com/watch?v=BcBgXqW6J-Y/>

[As of 2017/05/17]





Sécurité



Source : <http://www.neozone.org/drone/dronesield-devoile-un-fusil-anti-drone-disposant-dune-portee-de-deux-kilometres/>
2017/01/26



Ethique



La télé-opération et l'autonomisation des drones : quels problèmes éthiques ?

Patrice Sartre | Général de brigade (2S).

TRIBUNE n° 558

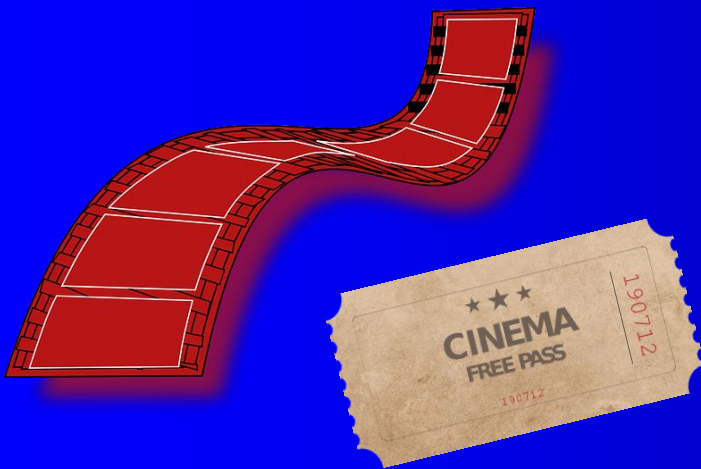


Ethique

Titre : GOOD KILL Bande Annonce VOST (Ethan Hawke - 2015)

Source : https://www.youtube.com/watch?v=jvjBaA_RLQI

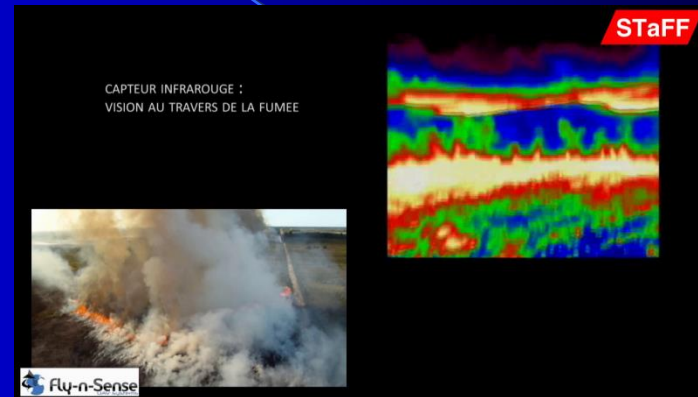
[As of 2017/07/17]





Les applications : le vrai

- Sécurité civile
- Aide au secours
- Cinéma
- Aide pour le BTP





Les applications : le *buzz*

- La livraison de pizzas
- L'avion de ligne sans pilote
- Le drone canadair





Le futur

- Les drones multi-milieus
- Les drones de maillage réseau
par exemple Facebook ou Google
- Les essaims de drones
autonomie, hétérogénéité, sécurité, etc.



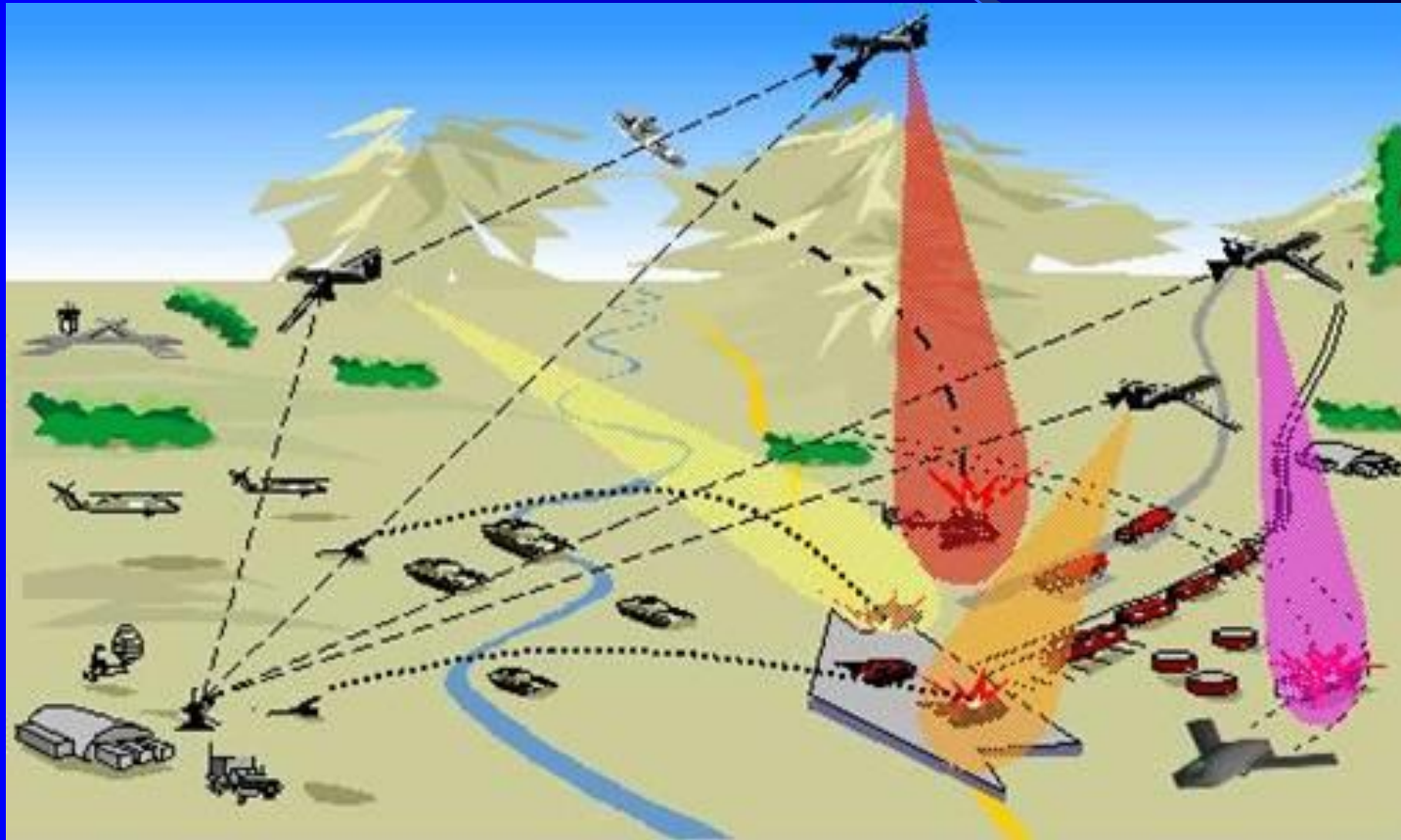
Les essaims de drones



© National Air & Space Museum/Exclusivepix



Essaims hétérogènes et multi essaims



Source : <http://www.cds.caltech.edu/~murray/projects/darpa01-mica/>



Mode dégradé → passage à l'échelle

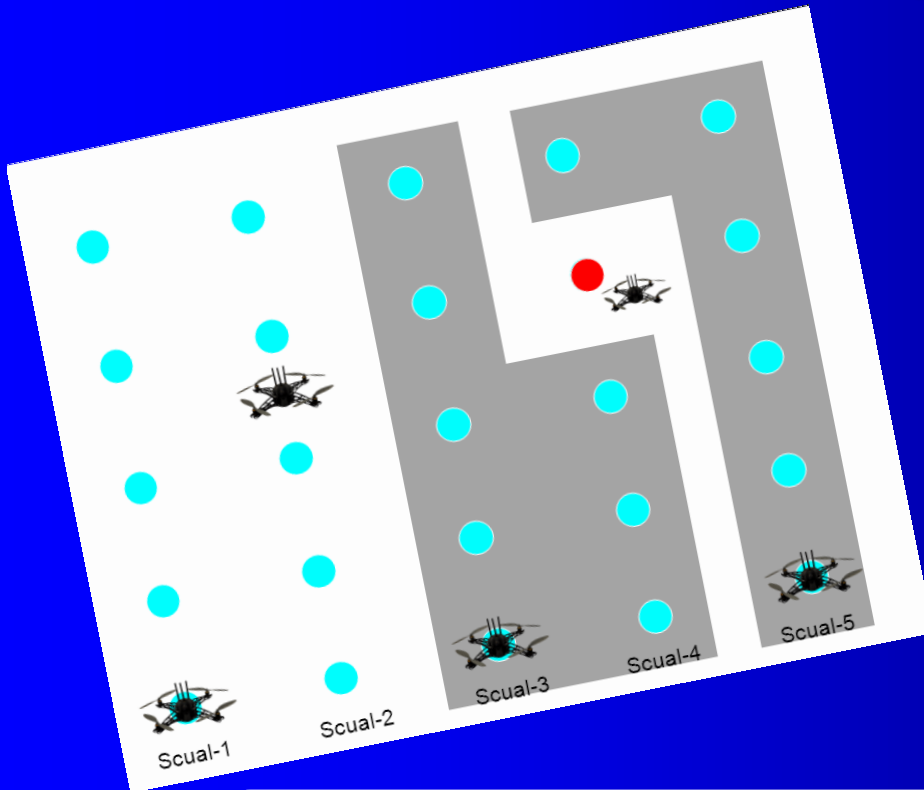
- *“classical separation between “nominal operation” and “faults” becomes untenable; system is continuously operating under faults”*

Werner J.A. Dahm, Arizona State University
in his keynote at
AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference
19 - 22 August 2013, Boston , Massachusetts

- Parmi les “fautes”, il y a :
 - La perte d’un drone
 - La perte d’un lien de communication



Scenario 'historique': CARUS



*Cooperative
Autonomous
Reconfigurable
UAV Swarm*

Investigate: swarming, construction of a global view from local views, retasking





CARUS :
COOPERATIVE AUTONOMOUS RECONFIGURABLE
UAV SWARM



approximation du monde réel



CARUS :
COOPERATIVE AUTONOMOUS RECONFIGURABLE
UAV SWARM



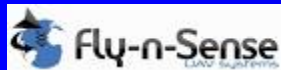
approximation du monde réel



Scenario 'multi' : ASIMUT

ICET 2 project

Aid to Situation Management based on
MULTimodal, MULTiUAVs, MULTilevel acquisition
Techniques



Coordination: THALES Systèmes Aéroportés
SAS.

Name : Gilles Guerrini/Gilles Jurquet

Email: gilles.guerrini@fr.thesgroup.com

Technical and scientific lead: LaBRI, Université
de Bordeaux

Name: Serge Chaumette

Email : serge.chaumette@labri.fr

Investigate: multi-level swarming and load
sharing

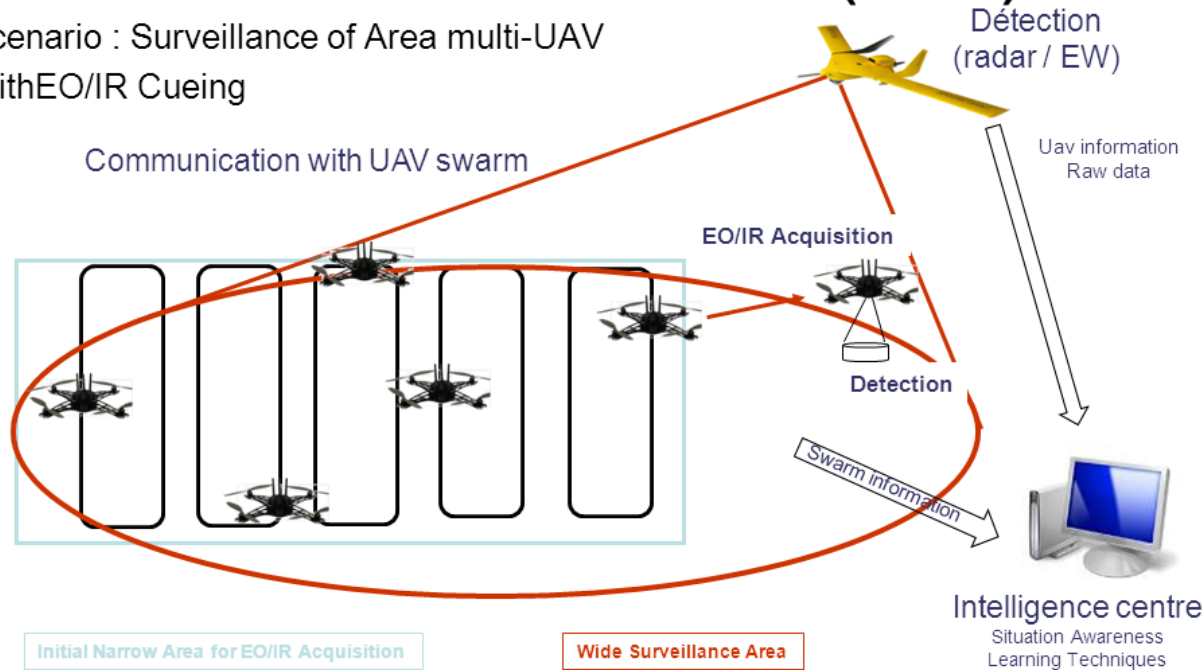




ASIMUT – Scénario

ASIMUT – Scénario (ctd.)

- Scenario : Surveillance of Area multi-UAV with EO/IR Cueing



Use case could be used for Needs Definition and Evaluation



dilution de responsabilité/décision

La télé-opération
et l'autonomisation des drones :
quels problèmes éthiques ?

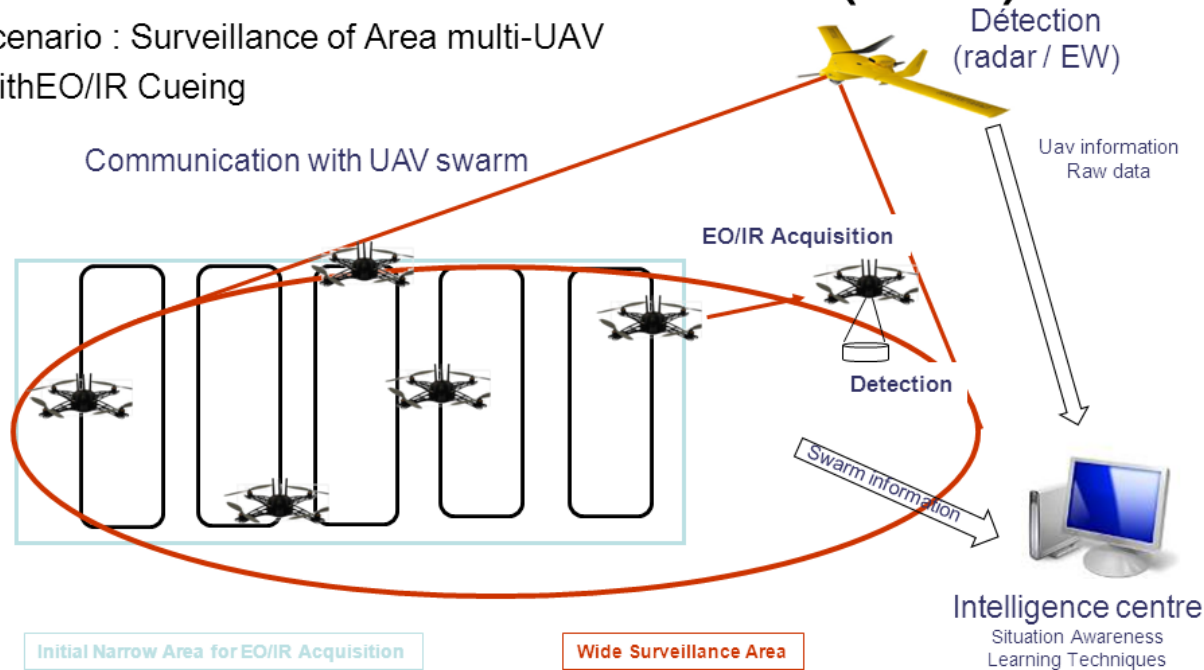




ASIMUT – Scénario

ASIMUT – Scénario (ctd.)

- Scenario : Surveillance of Area multi-UAV with EO/IR Cueing



Use case could be used for Needs Definition and Evaluation



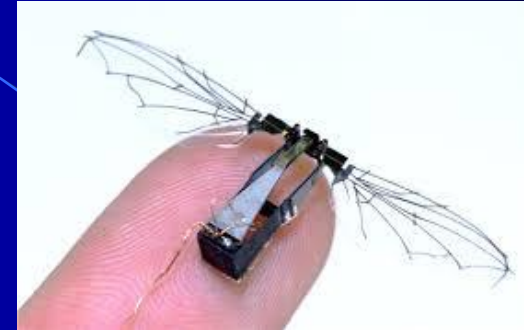
dilution de responsabilité/décision



La télé-opération
et l'autonomisation des drones :
quels problèmes éthiques ?



Micro drones (bio-inspirés)



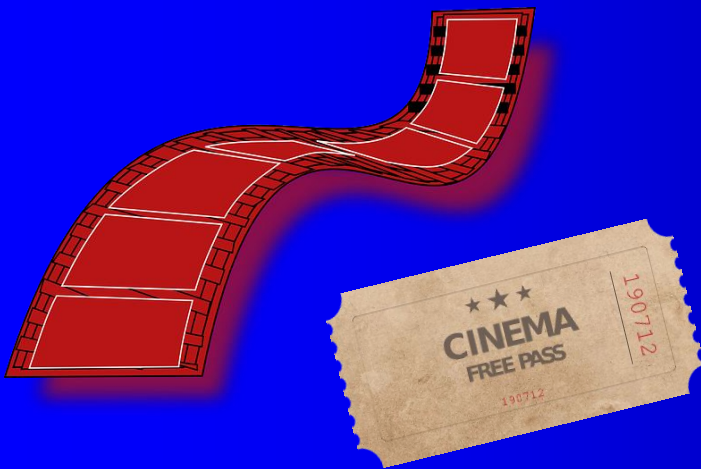


Démonstration des microdrones Perdrix

Titre : DoD Announces Successful Perdix Micro-Drone Demonstration

Source : <https://www.youtube.com/watch?v=3XKiUtruQiY>

[As of 2017/05/17]





Conclusion

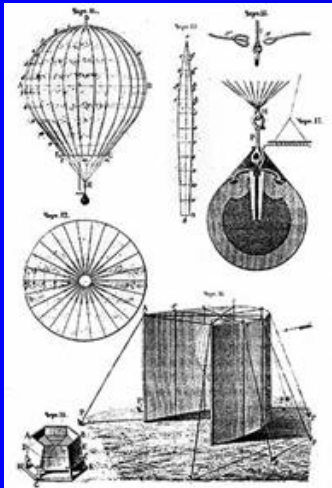
- Nous sommes face à des conditions extrêmes mais nous devons tout de même garantir
 - Le succès des missions
 - La sécurité des personnes et des biens



et ceci est l'objet d'une réglementation stricte



Autonomie



Approximation du monde réel

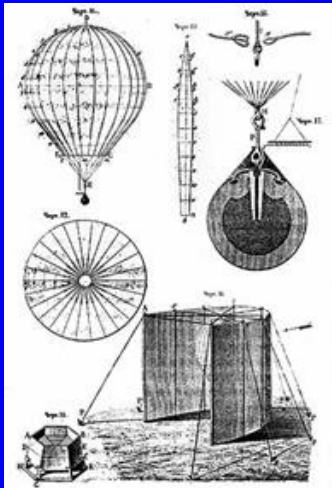
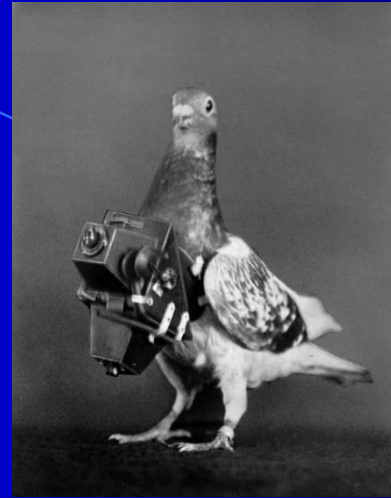
Dilution de responsabilité/décision



© National Air & Space Museum/Exclusivepix



Autonomie



Approximation du monde réel



© National Air & Space Museum/Exclusivepix

Dilution de responsabilité/décision



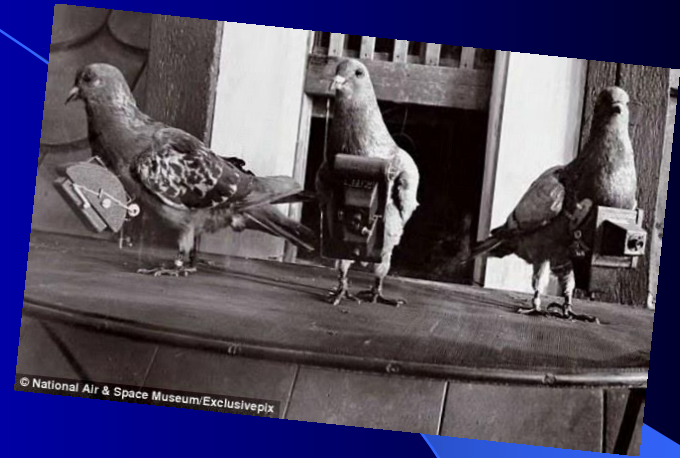
Autonomie

Approximation

Dilution



Autonomie Approximation Dilution



→ serge.chaumette@labri.fr





Du pigeon photographe aux essaims de micro-drones autonomes bio-inspirés



Serge Chaumette
serge.chaumette@labri.fr



Additional copyrights

- Drone Neuron
 - Source:
<https://theaviationist.com/wp-content/uploads/2012/12/nEUROn.jpg>
 - Date : 12/02/2017
- Bowie (photo)
 - <http://www.altfg.com/film/wp-content/uploads/images/2016/01/david-bowie-nikola-tesla-the-prestige.jpg>
- Tesla (photo)
 - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tesla_Sarony.jpg
- Good Kill (affiche du film)
 - Source :
 - http://fr.web.img5.acsta.net/r_1920_1080/pictures/15/03/13/19/03/164909.jpg
 - Date : 12/02/2017



Additional copyrights (ctd.)

- PixHawk (Photo)
 - <http://www.robotshop.com/eu/fr/autopilote-avance-radiolink-pixhawk-gps-se100.html>

All other trademarks, vidéos or images are the property of their respective owners.