



Modélisation de systèmes mobiles coopérant communiquant sûrs de fonctionnement

**Lafarge Barbara, Laurent
Cauffriez, Sébastien Grondel**

Workshop SuferLab Janvier 2019,
LAMIH UMR CNRS 8201,
à Valenciennes,
le 31 Janvier 2019

Sommaire



1. Problématique
2. Existant - Analyse de la technologie d'un système mobile particulier le drone
3. Essaim de drones dans le ferroviaire
4. Modélisation de systèmes mobiles
5. Conclusion et perspectives
6. Références bibliographiques



1. Problématique

Emergence de nouvelles technologies: « Drones ou UAVs et communicants »

⇒ Recherche amont :

Potentiel, apport et bénéfice des drones

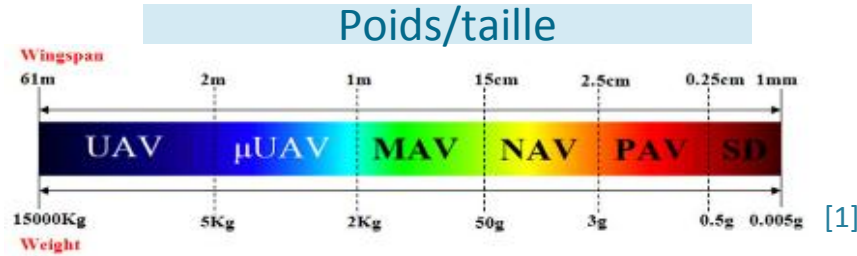
⇒ Application industrielle dans le milieu ferroviaire

Nous nous sommes attachés à:

- la modélisation de systèmes mobiles
- avec la perspective de travailler avec des systèmes communicants et sûrs de fonctionnement

2. Existant - Analyse de la technologie

Drone ou UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)



Caractéristiques techniques

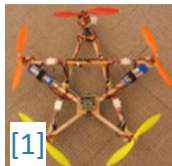
Voilure fixe



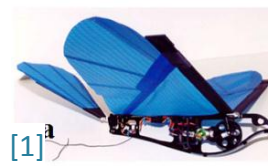
Aérostat



Voilure tournante



Ailes battantes



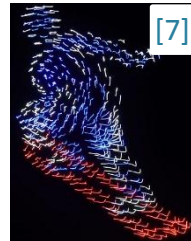
[1] M. Hassanalian, A. Abdelkerfi, « Classifications, applications, and design challenges of drones: A review », *Progress in Aerospace Sciences*, Vol. 91, pp. 99-131, 2017

[2] <https://www.droneaviationcorp.com/solutions/wasp-aerostat>

[3] <https://www.suasnews.com/2018/04/defexpo-2018-rt-lta-present-skystar-family-aerostats/>

2. Existant - Analyse de la technologie

Flotte et essais d'UAVs



Flotte hétérogène

Flotte homogène = Essaim

[1] P. U. Lima et al., « Formation control driven by cooperative object tracking », *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 63, pp. 68-79, 2015

[2] D. Serrano López et al., « Interoperability in heterogeneous team of search and rescue robots », 2017

[3] T. Hinzmann et al., « Collaborative 3D reconstruction using heterogeneous UAVs: System and Experiments », *2016 International Symposium on Experimental Robotics. ISER 2016. Springer Proceedings in Advanced Robotics*, vol 1. Springer, Cham

[4] J. How et al., « Flight demonstrations of cooperative control for UAV Teams », *AIAA 3rd "Unmanned Unlimited" Technical Conference, Workshop and Exhibit*, 20-23 September 2004, Chicago, Illinois

[5] M. Saska, « MAV-swarms: unmanned aerial vehicles stabilized along a given path using onboard relative stabilization », *2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, Denver Marriott Tech Center, Denver, Colorado, USA, June 9-12, 2015

[6] G. Vásárhelyi et al., « Outdoor flocking and formation flight with autonomous aerial robots », *2014 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2014)*, September 14-18, 2014, Chicago, IL, USA

[7] 1200 drones Intel aux Jeux Olympiques d'Hivers à PyeongChang en 2018 [8] Record du monde avec 1374 drones en vol simultané en Chine

2. Existant - Analyse de la technologie

Essais de drone



Jeux Olympiques d'hivers 2018
à PyeongChang [1]



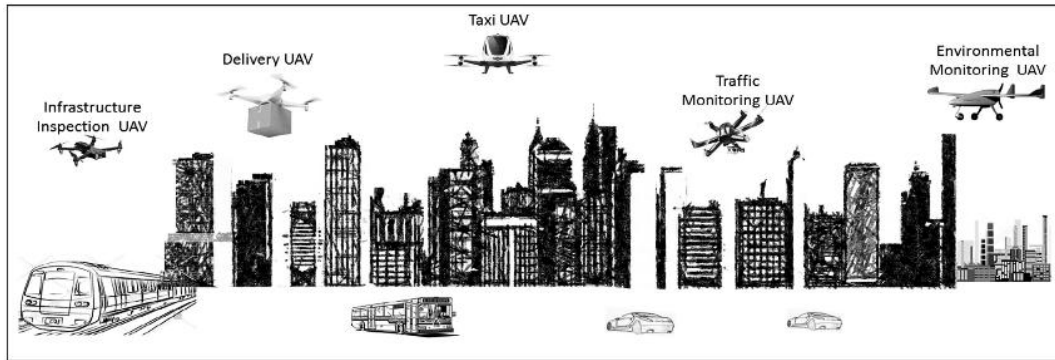
Nouvel an chinois 2018
avec 1374 drones lumineux [2]

[1] <https://www.youtube.com/watch?v=elk6j6dprnA&feature=youtu.be>

[2] https://www.youtube.com/watch?v=_ZaL9RypZIM

2. Existant - Analyse de la technologie

Missions potentielles des drones ou essaims de drones dans le futur



Utilisation des UAVs pour différentes applications dans les cités dites intelligentes [4].



Iris concept, réduire le temps de livraison du centre de distribution jusqu'à sa fenêtre en utilisant les infrastructures et les technologies existantes [1,2].



Transport de conteneurs spécifiques en utilisant des plateformes de livraison utilisant des drones [3].

[1] <https://www.designideas.pics/iris/>

[2] <https://www.theglobeandmail.com/globe-drive/culture/technology/train-drone-delivery-system-could-deliver-packages-to-yourbalcony/article35016993/>

[3] <https://cambridgerad.com/portfolio/autonomous-ev-railcars-and-uav-swarms/>

[4] N. Mohammed et al., «Unmanned aerial vehicles applications in future smart cities», Technological Forecasting & Social Change, 2018

3. Drones ou UAV dans le ferroviaire

Principales utilisations des drones dans le domaine ferroviaire :

BOMBARDIER
l'évolution de la mobilité



Prosyst

Master of system automation

Université Polytechnique
HAUTS-DE-FRANCE



Inspection et inventaire des wagons, INet, depuis fin 2015, Amérique du Nord [1]



Inspection, prise de vue, Network Rail, 2018, UK [2]



Détection des intrus, lutte contre les graffitis, végétation dangereuse, maintenance et surveillance des voies, Quantum TRON, pour la Germany Deutsche Bahn, depuis 2013 [3]

[1] <https://www.inetlp.com/products/inet-drone>

[2] <https://www.networkrail.co.uk/drones-trialled-inspection-large-railway-structures/>

[3] <https://www.pwc.be/en/documents/20180801-drones-eye-view-v2.pdf>

4. Modélisation de systèmes mobiles

En prenant en compte:

**Sureté de
fonctionnement &
Diagnostic réparti**

**Communication
Bord/Sol
Bord/Bord**

**Coopération
Bord/Sol
Bord/Bord**

BOMBARDIER
l'évolution de la mobilité



Prosyst

Master of system automation

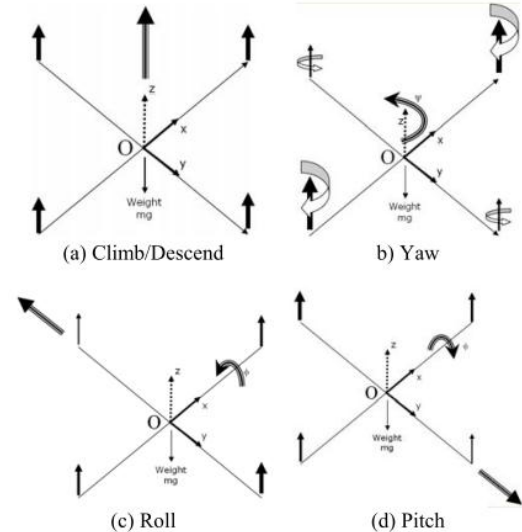
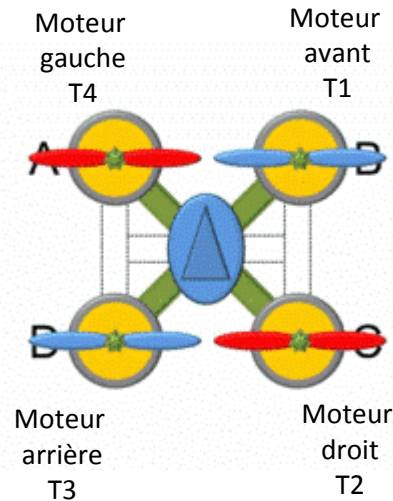


**Université
Polytechnique**

HAUTS-DE-FRANCE

4. Modélisation de systèmes mobiles

Modélisation d'un quadricoptère



Sujet d'étude : Quadricoptère de 500g
[1]

La stabilité de vol est assurée par l'inversion en alternance de la rotation des hélices [2].

Manœuvres possibles du quadricoptère [3]

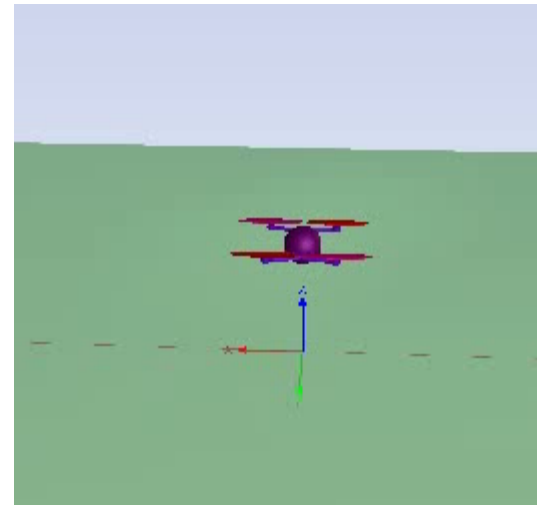
[1] <http://droneselect.com/drone-technology/diy-quadrotor-arduino/>

[2] <http://technologyiji.blogspot.com/2017/>

[3] M. Raju Hossain, D. Geoff Rideout, D. Nicholas Krouglicof, 'Bond graph dynamic modeling and stabilization of a quad-rotor helicopter', Proceedings of the 2010 Spring Simulation Multiconference, SpringSim 2010, Orlando, Florida, USA, April 11-15, 2010

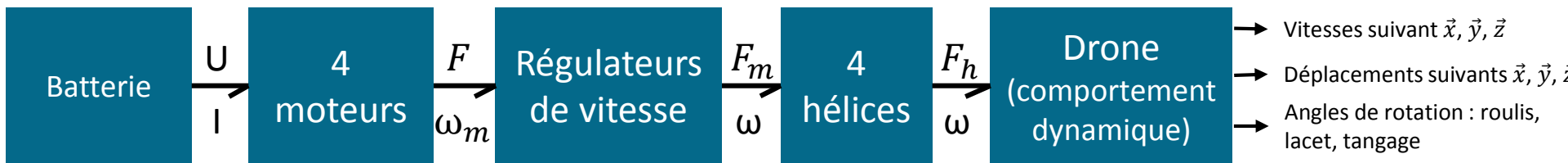
4. Modélisation de systèmes mobiles

Modélisation d'un quadricoptère



Sous-systèmes d'un quadricoptère

Vidéo de la modélisation



Modélisation multiphysique avec l'approche bond graph

4. Modélisation de systèmes mobiles

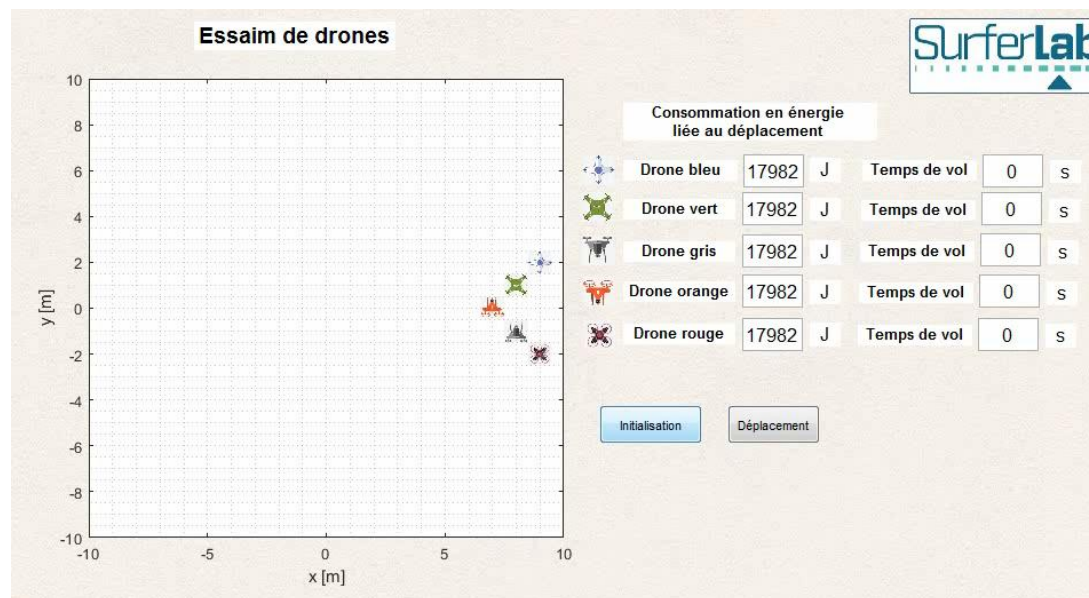
Modélisation d'un vol en essaim

Scénario de simulation

Plan de vol des UAVs se résume en 4 points:

1. Si l'obstacle est détecté, l'éviter au plus vite, sinon rester en position
2. Maintenir une distance de sécurité avec les autres UAVs
3. Maintenir une distance de sécurité avec les obstacles
4. Eviter les collisions avec les autres UAVs

Vol aléatoire de drones suivant les axes \vec{x} et \vec{y} - sans collision – dans un cadre prédéfinis



SurferLab

5. Conclusion - Perspectives



Ce qui a été fait:

Cartographie ferroviaire

Modélisation d'un système mobile

Simulation de vol

Perspectives :

Assurer la coopération et communication entre drones en mission nominale ou dégradée



Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie
UMR CNRS 8520



Laboratoire en intelligence distribuée pour les systèmes de transport



6. Références

- [1] M. Hassanalain, A. Abdelkerfi, « *Classifications, applications, and design challenges of drones: A review* », *Progress in Aerospace Sciences*, Vol. 91, pp. 99- 131, 2017
- [2] <https://www.droneaviationcorp.com/solutions/wasp-aerostat>
- [3] <https://www.suasnews.com/2018/04/defexpo-2018-rt-lta-present-skystar-family-aerostats/>
- [4] P. U. Lima et al., « *Formation control driven by cooperative object tracking*», *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 63, pp. 68-79, 2015
- [5] D. Serrano López et al., « *Interoperability in heterogeneous team of search and rescue robots*», 2017
- [6] T. Hinzmann et al., « *Collaborative 3D reconstruction using heterogeneous UAVs: System and Experiments*», 2016 *International Symposium on Experimental Robotics. ISER 2016. Springer Proceedings in Advanced Robotics*, vol 1. Springer, Cham
- [7] J. How et al., « *Flight demonstrations of cooperative control for UAV Teams*», *AIAA 3rd "Unmanned Unlimited" Technical Conference, Workshop and Exhibit, 20-23 September 2004, Chicago, Illinois*
- [8] M. Saska, « *MAV-swarms: unmanned aerial vehicles stabilized along a given path using onboard relative stabilization*», 2015 *International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, Denver Marriott Tech Center, Denver, Colorado, USA, June 9-12, 2015
- [9] G. Vásárhelyi et al., « *Outdoor flocking and formation flight with autonomous aerial robots*», 2014 *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2014)*, September 14-18, 2014, Chicago, IL, USA
- [10] <https://www.youtube.com/watch?v=elk6jdprnA&feature=youtu.be>
- [11] https://www.youtube.com/watch?v=_ZaL9RypZIM
- [12] <https://www.designideas.pics/iris/>
- [13] <https://www.theglobeandmail.com/globe-drive/culture/technology/train-drone-delivery-system-could-deliver-packages-to-yourbalcony/article35016993/>
- [14] <https://cambridgerad.com/portfolio/autonomous-ev-railcars-and-uav-swarms/>
- [15] <https://www.inetlp.com/products/inet-drone>
- [16] <https://www.networkrail.co.uk/drones-trialled-inspection-large-railway-structures/>
- [17] <https://www.pwc.be/en/documents/20180801-drones-eye-view-v2.pdf>
- [18] N. Mohammed et al., « *Unmanned aerial vehicles applications in future smart cities*», *Technological Forecasting & Social Change*, 2018
- [19] <http://dronesselect.com/drone-technology/diy-quadrotor-arduino/>
- [20] <http://technologyjji.blogspot.com/2017/>
- [21] M. Raju Hossain, D. Geoff Rideout, D. Nicholas Krouglicof, « *Bond Graph dynamic modeling and stabilization of a quad-rotor helicopter*», *Proceedings of the 2010 Spring Simulation Multiconference, SpringSim 2010, Orlando, Florida, USA, April 11-15, 2010*