

Réalisation d'un drone pour des missions de télédétection THR environnementales à la demande

BEAUDOIN Laurent§, GADEMER Antoine§ et §§, MONAT Sébastien§, CHERRON Correntin§, RUDANT Jean-Paul§§

§ Pôle Acquisition et Traitement des Images et des Signaux (ATIS), ESIEA, France

§§ Observation de la Terre et Information Géographique (OTIG), UMVL, France

Mots-clés : drone, télédétection THR, quadricoptère

• Contexte de l'étude

La télédétection Très Haute Résolution (THR) pour l'environnement a connu un fort développement ces dernières années notamment dû à l'accès banalisé à l'information spatiale métrique voire sub-métrique jusque là inaccessible à la communauté civile. Cependant, malgré ces progrès tout à fait remarquables, certaines limites opérationnelles sont vite atteintes avec les moyens traditionnels que sont l'imagerie spatiale et aérienne.

Les images spatiales ne nécessitent pas d'infrastructures sur le site d'observation mais peuvent poser des problèmes pour le suivi de situation si les contraintes orbitales ou tout simplement une météo défavorable au moment du survol de la scène rendent impossible l'acquisition régulière des images. A contrario, les images aériennes peuvent profiter pleinement des fenêtres météo mais nécessitent de se déplacer sur place. Ces deux systèmes sont donc totalement complémentaires, et l'imagerie aérienne a encore de beaux jours devant elle.

Un des points critiques du développement de l'imagerie aérienne est le coût de revient d'une image car il faut monopoliser un avion et un pilote. Pour diminuer ce coût, de nouvelles machines volantes sont apparues dans le ciel : les drones. Un drone est pour simplifier un avion robotisé sans pilote pouvant réaliser de manière autonome une mission de renseignement. Dans la pratique, la réalisation d'un tel engin est particulièrement complexe car elle fait appel à de très nombreux domaines d'expertise différents comme l'aéronautique, l'électronique et l'informatique embarquées, l'asservissement temps réel, la navigation autonome etc.... L'objectif de cette communication est de démontrer que la réalisation d'un drone pour des missions de télédétection THR environnementales à la demande est réalisable à moindre coût.

• Principales fonctionnalités du drone

Selon la thématique environnementale étudiée, le cahier des charges défini lors de la conception du drone peut être très varié. Pour être compatible avec une utilisation en contexte de crise, les principales contraintes que nous nous sommes fixées sont une grande facilité de mise en oeuvre opérationnelle, et donc un drone capable de décoller et d'atterrir de n'importe où, et un drone autonome dans la réalisation de sa mission. Ces contraintes nous ont amené à opter pour une solution de type quadricoptère.

Pour pouvoir être efficace, un drone doit pouvoir dégager un bon rapport entre le poids de la charge utile sur le poids total. Les progrès de ces dernières années en aéromodélisme ouvrent en la matière de très intéressantes perspectives, notamment en ce qui concerne les moteurs dits "brushless", c'est-à-dire sans charbon, la possibilité de les contrôler numériquement et les batteries lithium-polymère qui ont un excellent rendement. Les moteurs étant positionnés de façon symétrique (au sens de rotation des hélices près) sur le quadricoptère, une diminution ou une augmentation de la vitesse générale de rotation des hélices permet de descendre ou monter, et un différentiel entre les moteurs permet un mouvement dans les trois axes roulis, tangage et lacet. Du moins théoriquement, car à l'usage, la structure se révèle être

par nature très instable (comme tous les aéronefs modernes d'ailleurs). Il est donc nécessaire de doter le drone de la capacité de connaître son attitude dans l'espace grâce à une centrale inertielle et de la capacité à exploiter cette information pour corriger son attitude en temps réel grâce à un microcontrôleur de type DsPic correctement programmé. Enfin, pour compléter les fonctionnalités de bas niveau, c'est-à-dire toutes celles qui rendent le vol possible dans une bonne sécurité opérationnelle, il faut rajouter la possibilité à l'opérateur humain de (re)prendre le contrôle de l'appareil via la télécommande. Pour les fonctionnalités de haut niveau, c'est-à-dire celles qui rendent possible la réalisation de la mission de manière autonome, on peut spécifier la charge utile en fonction de la mission, constituée la plupart du temps d'une mini caméra retransmettant des images en temps réel, d'un GPS permettant de géo positionner le drone et les données acquises et de moyens embarqués supplémentaires en calculs (verdex). La figure 1 montre le schéma fonctionnel général du drone. La figure 2 montre le drone en vol. Ses principales caractéristiques sont un poids de 1600g et une autonomie de l'ordre de 20 minutes.

● **Potentiel d'utilisation des données du drone pour des application environnementales**

Le grand avantage du drone est de pouvoir faire des vols à la demande et donc de s'adapter à la vitesse d'évolution du phénomène observé ou à une fenêtre météo favorable (sous réserve de peu de vent). De plus, les données géo référencées sont disponibles in situ immédiatement. L'inconvénient est que, contrairement à l'imagerie spatiale ou aérienne, la zone couverte est relativement réduite (quelques hectares par vol). Une fois ces contraintes posées, la THR issue du drone peut se révéler très intéressante. On peut envisager par exemple une connaissance très fine de la canopée d'une zone de forêt ou le suivi de zones sensibles en environnement littoral. Mieux, son agilité et la proximité avec l'objet observé rend abordable la cartographie de zones difficiles ou dangereuses d'accès, voire leur reconstruction 3D centimétrique. Les données étant géo référencées dès leur acquisition, leur post-traitement en est largement simplifié. Enfin, le couplage entre acquisition simultanée par le drone et par satellite d'une zone devrait ouvrir des perspectives inédites en terme de robustesse de classification.

● **Conclusion**

Les drones offrent de belles perspectives opérationnelles en THR environnementale mais ont la réputation d'être inabordable aux chercheurs car hors de prix. Un des objectifs de cette communication est de démontrer qu'en adaptant les dernières technologies de l'aéromodélisme, il est possible de réaliser un drone à moindre coût pour des applications THR environnementales. Les auteurs tiennent à remercier la Direction Générale de l'Armement (DGA) pour son support financier dans le cadre du challenge mini drones.

● **Bibliographie**

- GADEMER, A., BEAUDOIN, L., RUDANT, J-P., 2008, "Integration of a multi-sensor system for rapid cartography in crisis situations.", SPIE.
- BOUABDALLAH S., 2007, "Design and control of quadrotors with application to autonomous flying.", PhD thesis, EPFL.
- CASTILLO, P., LOZANO, R. AND DZUL, A.E., 2005, "MODELLING AND CONTROL OF MINI-FLYING MACHINES, SPRINGER

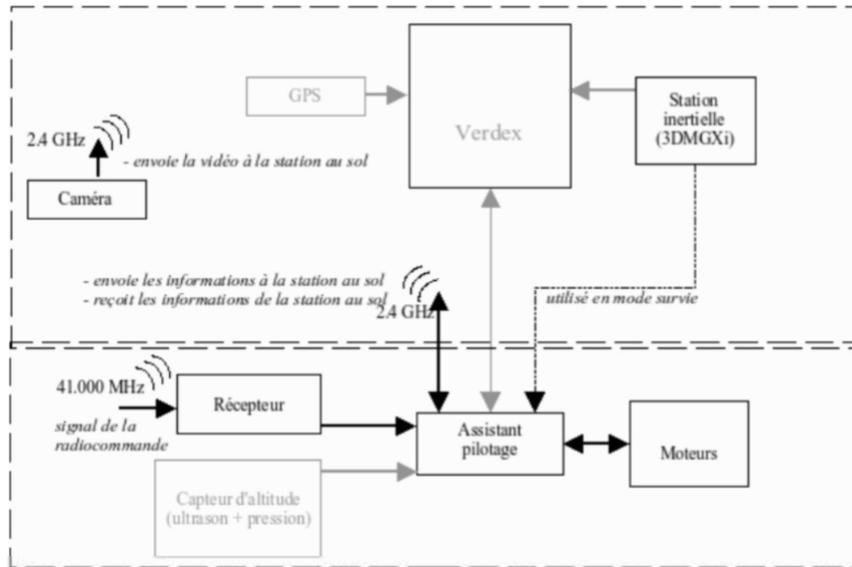


Figure 1 : Schéma fonctionnel général du drone. En haut, les fonctionnalités de haut niveau et en bas celles de bas niveau

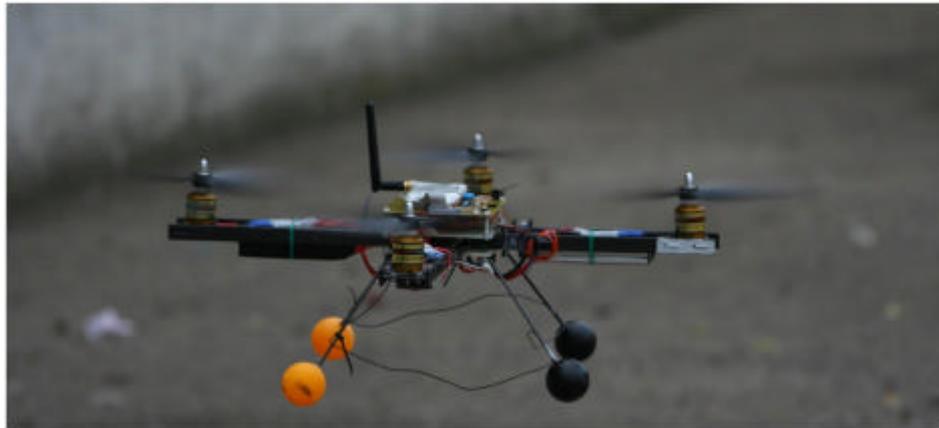


Figure 2 : Le drone en vol. L'avant est à droite.