Baccalauréat S option Sciences de l'Ingénieur
Session 2015

FICHE DE PROJET INTERDISCIPLINAIRE EN SCIENCES DE L'INGENIEUR

Établissement Lycée Jean Rostand, 66 rue Fernand Bodet 78200 MANTES LA JOLIE		**Année scolaire : 2014-2015** **Classe : TS Si**
Nombre de groupes élèves : 4		**Nombres d'élèves concernés : 5**
Professeurs responsables	**Nom :** **Prénom :** **Discipline :**	**Nom :** **Prénom :** **Discipline :**
Intitulé du projet :	**Mini Multicoptère FPV**	
Origine du projet :	Proposition d'un professeur pour miniaturiser un multi-coptère existant. Le but étant de pouvoir inspecter les endroits exigus potentiellement dangereux pour l'être humain.	
Énoncé général du besoin :	• **Miniaturisation d'un quadricoptère existant à voilure tournante pour permettre le vol en immersion en espaces restreints**	
Contraintes imposées au projet :	• Moins de 500 gr en ordre de vol • Retransmission Vidéo 600TVL à plus d'un kilomètre. • Onscreendisplay (tension accumulateur, position « home », distance du pilote, altitude, vitesse) • Cout inférieur à 500€ (hors radio/Lunettes FPV) • Respecter la législation européenne (retransmission vidéo & multicoptère) • Temps de vol > à 5 min	
Nom des élèves du groupe :	• • • •	
Production(s) attendue(s) :	• Choix des composants pour respecter la masse maximale admissible. • Etude des écarts entre les simulations informatiques (www.ecalc.ch), les mesures physiques (réalisation d'un banc de test) et les documents constructeurs des groupes moto-propulseurs (Contrôleurs, Moteurs brushless, hélices, etc) et de l'accumulateur. • Optimisations des réglages de correcteurs PID sur la vitesse des moteurs par logiciel Opensource (openpilot ou Taulabs). • Intégration d'un OSD, télémétrie (incrustation des informations de vol sur le signal vidéo) et choix d'une transmission vidéo (choix fréquence, puissance, type d'antenne) • Montage et test réel	

Informations sur le Multirotor existant

Ce quadricoptère (surnommé Quad_FPV) est un modèle réduit à voilure tournante équipé de 4 moteurs indépendants. Il a une autonomie de 25 minutes (dans sa configuration légale de moins de 2kg) et permet la prise de vue aérienne avec retransmission vidéo à 3km.

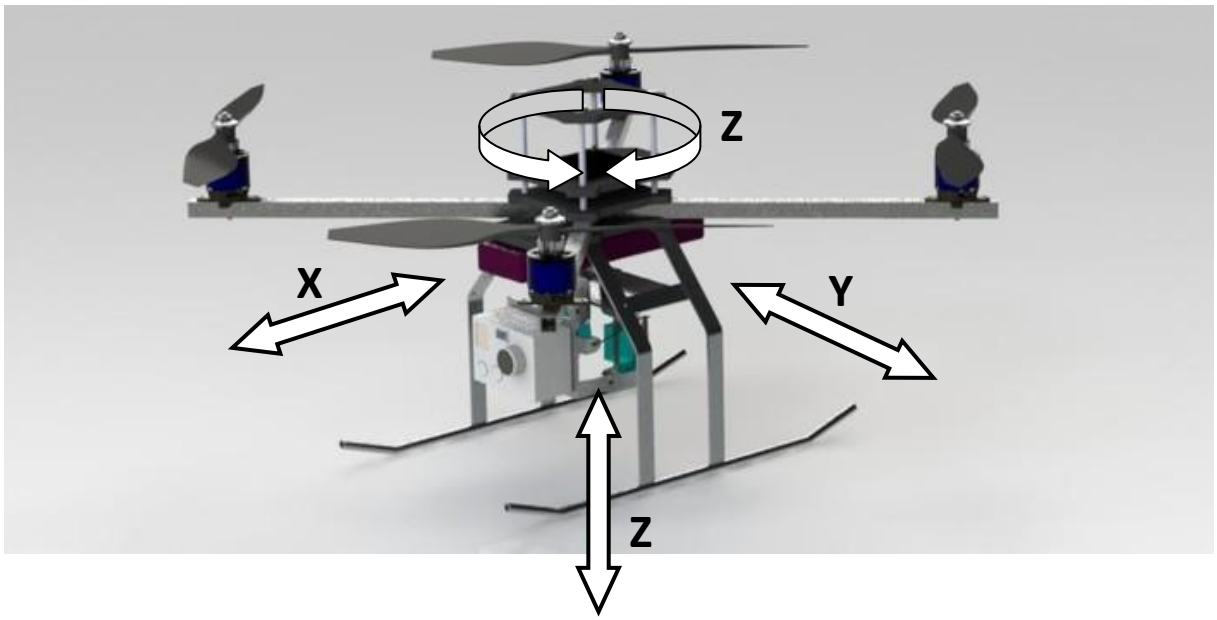
La camera de type GoPro est montée dans une nacelle stabilisatrice (Gimbal) 2 axes. La vidéo est simultanément enregistrée sur carte mémoire dans la camera (jusqu'en 4k@30fps) et transmis par ondes radios au pilote. Avant l'émission hertzienne, les informations sur le vol sont incrustées sur le flux vidéo.

Maquette Solidworks

Maquette réelle

Le pilote commande son quadri-coptère grâce à une radiocommande 8 voies :

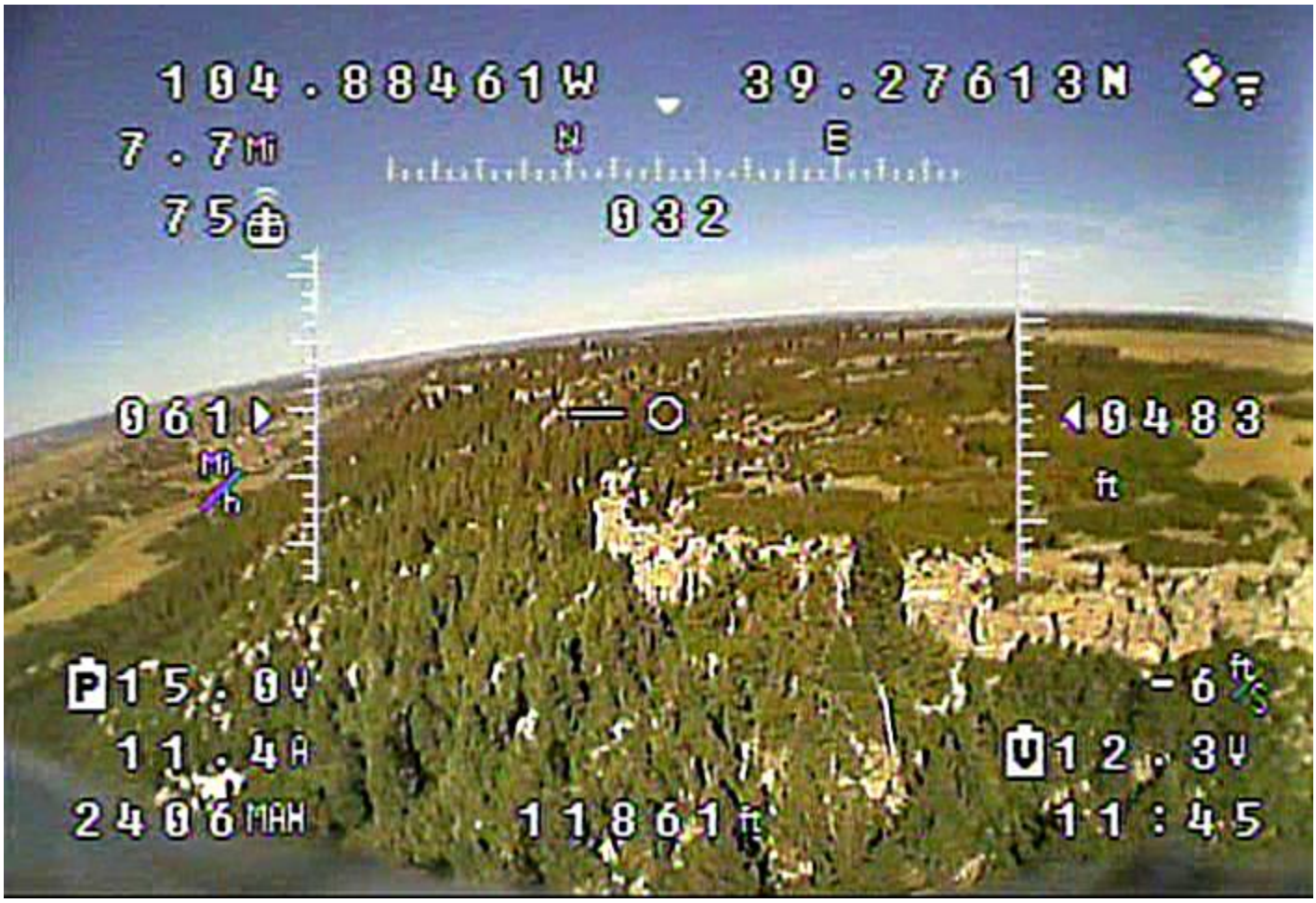
- 4 voies pour les déplacements spatiaux



- 2 voies pour les réglages de PID et autres configuration de vol.
- 2 voies sont utilisées pour piloter la nacelle suivant les mouvements de tête du pilote (utilisation d'un headtracker)

Les lunettes Vidéo équipées d'un headtracker (Accéléromètre 3 axes qui capte les mouvements de la tête)

Nacelle auto-stabilisatrice (Gimbal) pour la camera GroPro



Exemple d'incrustation OSD sur le flux vidéo (image des lunettes fpv)

Caractéristiques techniques du QUAD_FPV :

- Masse de 1985 grammes en ordre de vol
- Châssis Fibre de verre 2 mm
- Bras évidés en aluminium 20*20*1.5mm
- Train d'atterrissage en carbone
- Un récepteur 8 voies en CPPM (Multiplexage des voies)
- Contrôleur de vol Naza-m Light avec GPS
- 4 moteurs brushless Rctimer 5010/14 360KV
- 4 contrôleurs de moteur brushless (ESC) à 400Hz
- Accumulateur Lithium Ion Polymère 4S 14.8v 4000 ma
- Hélices carbones contrarotatives 16x6.5"
- Camera GoPro hero 3
- Gimbal brushless 2 axes autostabilisatrice
- OSD Minnazaosd
- Transmetteur vidéo 5.8Ghz avec antennes Cloverleaf

Matériels possibles / Conseillés pour réaliser le mini multirotors.

Etant donné le poids réduit du modèle final, il n'est pas envisageable de mettre plus 4 moteurs. Apres plusieurs tests, voila le matériel testé (ce matériel est donné à titre indicatif) :

1. <u>Le châssis</u>

a. Sur mesure, conçu sur Solidworks et fabriqué par usinage (fraiseuse, laser..). Cela permet de mesurer les écarts entre la masse « prévue » par Solidworks et la masse réelle.

b. Acheté sur un site en ligne. Env 20€ pour une version carbone

2. Les moteurs

Les moteurs les plus simples à trouver et ayant un coût raisonnable sont les suivants. Il est intéressant d'en prendre au moins un de chaque pour faire les tests de traction sur le banc de mesure. Le DYS BE1806 est celui qui équipe le mini multicoptère car il a le meilleur rapport (qualité & Traction) / prix

	Ref banggood	Désignation	Tarif en €uros
	SKU131370	ZMR 1804 2400KV Brushless Motor	€7.47
	SKU147223	DYS BE1806 2300KV Brushless Motor	€7.78
	SKU149142	EMAX MT1806 2280KV Brushless Motor	€11.30
	SKU143941	Sunnysky X2204 2300KV Brushless Motor	€14.43

3. Les hélices

Les références ci-dessous sont les hélices qui peuvent se monter sans souci sur ce type de moteur. Il est intéressant de voir l'influence du pas, de la taille, du nombre de pales et même du matériau de l'hélice sur les performances obtenues.

	SKU153734	5x3 Carbon Fiber Propellers	€1.9
	SKU153773	5x3 Gemfan Plastic	€1.78
	SKU164254	5x4 Gemfan Plastic	€1.42
	SKU153998	6x3 Gemfan Plastic	€1.26
	SKU159672	6x3 Gemfan Carbone	€5.23
	SKU158788	6x3 Gemfan Plastic tripale	€1.16
	SKU158787	5x3 Gemfan Plastic tripale	€1.16

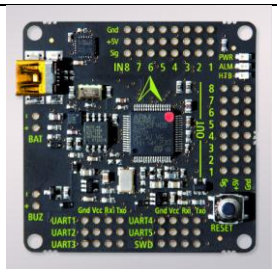
4. Les contrôleurs moteurs

Le contrôleur doit utiliser un firmware « haute fréquence » de type SimonK afin d'obtenir un vol stable.

	SKU122899	Emax Simonk Series 12A ESC	€6.42

5. Les contrôleurs de vol

Le contrôleur de vol est l'électronique qui gère la stabilité de l'engin. Il existe beaucoup de solution, la liste (non exhaustive) ci-dessous est adaptée au multicoptère de petite taille à un prix réduit.

	CC3D	Taille réduite, Très économique, Difficulté de configuration : 3/5 Vol avec ou sans GPS, Vol stable, open source (open pilot ou taulabs)	€18
	Naza-M Lite	Assez encombrant sur un mini quadri, Prix correct car le GPS est intégré, Difficulté de configuration : 2/5 Vol très stable, Logiciel propriétaire sous windows.	€130
	Naze32	Taille réduite, Bon marché, Difficulté de configuration : 3/5 Vol avec ou sans GPS, Vol stable, open source	€40
	quanton flight control	Taille moyenne, Capteurs très précis, Difficulté de configuration : 4/5 Vol avec ou sans GPS, Vol très stable, open source (taulabs)	€54

6. Les accumulateurs

		Accumulateur LiPo 3S 11.1V 1300 Ma	€7.4

7. Le GPS

Le gps est optionnel. Il permet d'obtenir une meilleure stabilité, de voler en autonome en définissant des coordonnées satellites de « passage » (Waypoint) ou encore de revenir à la position « home » (point de décollage) mais il alourdit l'ensemble.

	SKU159655	CRIUS NEO-6 V3.1 GPS Module	€19

8. La camera

	PZ0420H-L36 Securitycam2000	RunCam 600TVL Lentille 2.8mm	€24

9. L'OSD

	Ebay/amazon	MininOSD MAVlink-OSD	€12

10. L'émetteur vidéo

	RDF1221X Securitycam2000	32CH 5.8G 200mW Micro Wireless Video Audio Transmitter	€24

11. Les lunettes vidéo avec headtracker

	Fatshark Attitude BaseSD avec headtracker et récepteur 5.8Ghz	€234

12. La radio

	la radio turnigy 9X est très bien. 50€ avec le récepteur (mais il est gros).
	La radio turnigy 9X ou turnigy 9XR avec un module de transmission Frsky DJT 2.4Ghz. Environ 80€ avec un récepteur plus petit et qui accepte le multiplexage des voies (CPPM)

13. Le banc de test du groupe moto-propulseur

Le banc de test permet de comparer les écarts entre les valeurs mesurées, les données constructeurs et les valeurs simulées (http://www.ecalc.ch).

Banc de test « artisanal » : • Un renvoi d'angle usiné • Une balance de cuisine • Deux multimètres • Un tachymètre	Banc de test du commerce : (hobbyking) €40 + Tachymètre

Quelques sites web de vente en ligne

http://hobbyking.com
http://www.banggood.com
http://www.securitycamera2000.com
http://rctimer.com/
http://www.flashrc.com/

Nicolas Morel
Construction Mécanique
Lycée Jean Rostand, Mantes la jolie