

Corrigé

Proposition de barème :

Questions	Q2	Q3	Q4	Q5	Q7	Q8	Q9
Points	3	3 + 1	2	3	4	2	2
Compétences	Analyser	Modéliser + Analyser	Analyser	Modéliser	Expérimenter	Expérimenter	Communiquer

Q1. Visionner la vidéo 1 à l'aide du logiciel VLC.

Non évalué.

Q2. A l'aide du document technique 1, présenter les chaînes d'énergie et d'information de la Gimbal, en précisant notamment les solutions utilisées pour les fonctions Distribuer, Convertir, Agir, Acquérir et Traiter.

Fonctionnement de la chaîne d'énergie :

- ✓ La batterie du drone alimente le système en énergie électrique.
- ✓ Le contrôleur GCU distribue cette énergie aux 3 moteurs brushless.
- ✓ Les 3 moteurs convertissent l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation.
- ✓ Le support de la caméra est mis en mouvement selon les 3 axes pour stabiliser la caméra lorsque le drone bouge.

Fonctionnement de la chaîne d'information :

- ✓ Le capteur IMU permet d'acquérir les informations : accélérations grâce aux accéléromètres, et vitesses angulaires d'inclinaison grâce aux gyroscopes.
- ✓ Le contrôleur GCU traite ces informations pour élaborer des ordres pour piloter le moteur (asservissement).
- ✓ Le bus CAN (contrôleur GCU) communique des informations au drone.

Question ouverte complémentaire : Caractériser les grandeurs efforts et flux absorbés et utiles des moteurs.

Energie	Grandeur effort	Grandeur flux
Electrique	Tension en V	Intensité en A
Mécanique de rotation	Couple en N.m	Vitesse angulaire en rad.s ⁻¹

Q3. Décrire la méthode permettant d'évaluer l'autonomie du drone équipé de la Gimbal et de sa caméra, à partir des données fournies dans le tableau ci-

dessus. Calculer cette autonomie et vérifier qu'elle est cohérente avec le besoin en calculant l'écart correspondant en %.

Méthode :

- ✓ Additionner l'intensité absorbée par l'électronique du drone, par la nacelle, et par les moteurs du drone en fonction de la masse totale soulevée (drone + nacelle + caméra).
- ✓ En déduire l'autonomie connaissant la capacité totale de la batterie.

Application :

$$I = 0,5 + 0,6 + 9,5 \cdot (1 + 0,168 + 0,150) = 13,6 A$$

$$\Delta t = \frac{C}{I} = \frac{5,2}{13,6} = 0,38 h = 23 \text{ min}$$

L'autonomie obtenue est supérieure de 3 minutes à celle désirée, ce qui correspond à 15% en plus, donc le besoin est satisfait.

Question ouverte complémentaire : Evaluer les puissances absorbées par le drone et par la nacelle.

$$P_{\text{drone}} = U \cdot I = 11,1 \cdot (0,5 + 9,5 \cdot (1 + 0,168 + 0,150)) = 145 W$$

$$P_{\text{nacelle}} = U \cdot I = 11,1 \cdot 0,6 = 6,7 W$$

Q4. Justifier le choix de l'alliage d'aluminium 2017 A pour réaliser la structure de la nacelle.

L'aluminium a un indice M_1 2 fois supérieur à l'acier inoxydable et au plastique, ce qui veut dire qu'il est deux fois plus résistant que ces matériaux à masse égale.

L'aluminium a un indice M_2 1,7 fois supérieur à l'acier inoxydable et 2,5 fois supérieur au plastique, ce qui veut dire qu'il est bien plus rigide que ces matériaux à masse égale.

Le choix de l'aluminium permet donc d'allier résistance et rigidité avec légèreté.

Question ouverte complémentaire : Citer deux autres critères importants pour le choix d'un matériau.

- ✓ Coût de la matière première.
- ✓ Emissions de CO_2 liées au matériau, mais également au procédé de fabrication.
- ✓ Disponibilité de la matière première.
- ✓ Comportement en fonction de la température (peu pertinent ici)...

Q5. Justifier la position de la zone la plus sollicitée de la pièce, puis calculer le coefficient de sécurité de la pièce vis-à-vis de l'élasticité, et justifier sa valeur.

Position de la zone la plus sollicitée :

Le bras de roulis a tendance à travailler en flexion, et la zone la plus sollicitée est la plus éloignée de la zone d'application de la force de 10 N, donc il s'agit de la zone qui a le plus grand bras de levier.

Coefficient de sécurité :

$$s = \frac{R_e}{\sigma_{\max}} = \frac{260}{11,5} = 22,6$$

Ce coefficient de sécurité très élevé garantit une durée de vie très élevée face aux efforts répétés, et également une résistance en cas de chocs sur la nacelle (chute du drone par exemple).

Question ouverte complémentaire : Justifier la forme en I du bras de roulis.

La forme en I est celle qui optimise le mieux la disposition de la matière lorsqu'une pièce travaille en flexion (contraintes élevées loin de la fibre neutre donc besoin de matière, contraintes faibles dans la partie centrale donc peu de besoin en matière), ce qu'on constate sur le document technique 2

Q6. Visionner la vidéo 2 à l'aide du logiciel VLC (vidéo de 3 s qui a permis de réaliser l'acquisition de la position des points).

Non évalué.

Q7. Après lecture du document technique 3, montrer l'intérêt du système de stabilisation à partir des courbes obtenues. Compte tenu de la précision du traitement vidéo, vérifier que la stabilité est suffisante. Calculer l'écart en % entre l'inclinaison maximale attendue et l'inclinaison maximale mesurée.

Le système de stabilisation permet de limiter fortement l'inclinaison de la caméra 1 (angle 2 maximum de $0,45^\circ$), alors même que l'inclinaison du drone est importante (angle 1 de 17° au même instant).

La précision du traitement vidéo est de $\pm 0,05^\circ$ donc on peut assurer que la valeur maximale de l'inclinaison de la caméra 1 est de $0,05^\circ + 0,45^\circ = 0,5^\circ$, ce qui est inférieur à la valeur maximale autorisée pour garantir la qualité de la vidéo ($0,62^\circ$).

L'erreur de positionnement obtenue est inférieure de $0,12^\circ$ à celle désirée, ce qui correspond à 19% en moins.

Question ouverte complémentaire : Décrire la méthode permettant de déterminer l'erreur réelle en % de la définition verticale de l'image, et la calculer.

✓ Calculer le décalage vertical autorisé en nombre de pixels :

$$\tan(0,5^\circ) = \frac{\text{erreur}}{1920} \text{ donc } \text{erreur} = 1920 \cdot \tan(0,5^\circ) = 17 \text{ pixels}$$

✓ Traduire ce nombre en % de la définition verticale :

$$\% \text{ erreur} = \frac{17}{1080} = 1,57\%$$

Q8. Proposer une solution pour améliorer la précision du traitement vidéo.

Si on travaille avec un plus grand nombre de pixels entre les points C et D, la précision sera meilleure :

- ✓ on peut utiliser un format vidéo en plus haute définition,
- ✓ ou alors on peut reculer la caméra 2, si cela est possible.

Q9. Résumer en quelques phrases, convenablement construites et argumentées, en quoi la Gimbal Zenmuse H3-3D permet de remplir le besoin du cinéaste.

Le drone équipé de la Gimbal permet de filmer en garantissant une stabilité suffisante de la caméra (erreur au maximum de $0,5^\circ$).

La batterie du drone est suffisante pour alimenter la nacelle, car elle aura une autonomie supérieure à 20 minutes.

Les efforts liés au montage répétés de la caméra ne risquent pas de créer de contraintes irréversibles dans la structure, et cette structure semble même capable de résister à des chocs "raisonnables".

Le choix de l'aluminium permet de garantir une structure résistante et rigide, tout en étant légère, ce qui favorise l'autonomie du drone.