	Etude des aéronefs et des engins spatiaux	P3-EAES
C.I.R.A.S	3.4 – Les commandes de vol	B.I.A

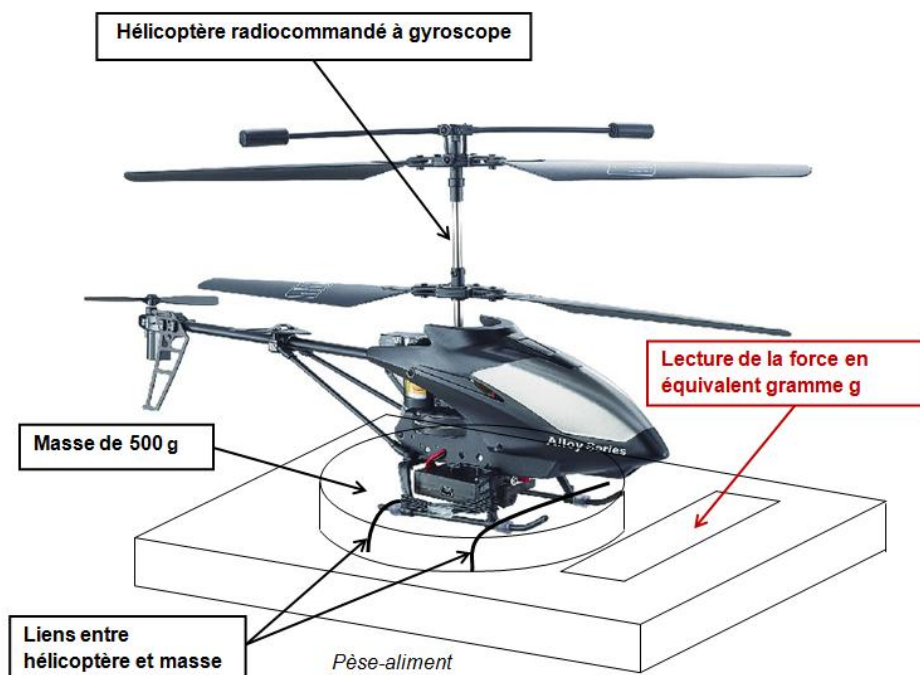
- **Problématique** : Etablir le lien entre le mouvement d'une gouverne (ou d'une voilure) et la mobilité de l'aéronef.
- **Compétence** : Repérer et décrire les principaux systèmes ou éléments réalisant les fonctions techniques élémentaires des aéronefs (BO n° 11 du 12 mars 2015)
- **Savoirs associés** (BO n° 11 du 12 mars 2015) :
 - Rôle : les commandes de vol en roulis et en lacet
 - Technologie mécanique
- **Documents et matériels** :
 - Un hélicoptère radiocommandé à gyroscope (58,80 € TTC chez Technologie Service),
 - Un pèse-aliment ou balance de cuisine numérique (22 € TTC chez Conrad),
 - Une masse d'haltère de 500 g (4 € TTC chez décathlon),
 - Deux élastiques pour lier la masse à l'hélicoptère.



Banc de mesure :

Le banc de mesure est un hélicoptère radiocommandé lesté d'une masse de 500 g. Il repose un pèse-aliment en guise de capteur de force. L'hélicoptère est lié à cette masse. Nous connaissons alors la masse de l'hélicoptère ainsi que l'équivalent gramme généré par la force de portance.

Attention : l'hélicoptère possède un rotor principal composé de **2 hélices**. Ces 2 hélices tournent en sens inverse pour contrer le couple induit qui tend à faire tourner la cellule. C'est 2 hélices tournent à la même vitesse et génèrent donc une même portance.


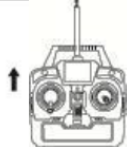

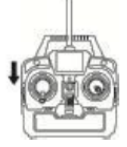


1- Procédure à suivre pour manœuvrer l'hélicoptère

- Positionnez l'interrupteur principale de l'hélicoptère sur « ON ». L'éclairage de vol avant s'allume ainsi que la del de fonctionnement bleu (fixe) sous l'hélicoptère.
- Déployez l'antenne au maximum.
- Positionnez le manche des gaz (gauche) en position basse. Mettre sous tension la télécommande en positionnant l'interrupteur principal sur « ON ». La DEL rouge clignote lentement environ toutes les secondes.
- Basculez le manche des gaz vers l'avant au maximum puis ramener le manche en position basse. L'appairage est en cours avec l'hélicoptère sous tension.
- La DEL Rouge est fixe. L'appairage entre cette télécommande et l'hélicoptère est terminé. Le fait de remonter le manche des gaz contrôle désormais la vitesse de rotation du rotor de cet hélicoptère.

2- Observations

2-1 Monter et descendre

Monter	Pousser le manche de gauche vers le haut, la vitesse du rotor augmente et l'hélicoptère monte verticalement.		
Descendre	Pousser le manche de gauche vers le bas, la vitesse du rotor diminue et l'hélicoptère descend.		

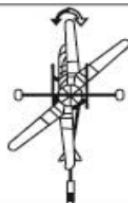
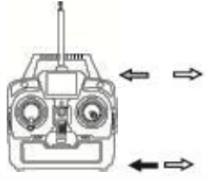
☞ Expliquez le phénomène mécanique qui permet à l'hélicoptère de monter et descendre

Monter	Dès que le double rotor tourne suffisamment vite pour générer une portance globale supérieure au poids de l'hélicoptère : l'hélicoptère monte.
Descendre	Dès que le double rotor tourne à une vitesse de rotation inférieure à celle qui génère une portance globale égale au poids de l'hélicoptère : l'hélicoptère descend.

Conclusion

Vol stabilisé	Le vol stabilisé est obtenu pour une vitesse de rotation du double rotor générant une portance égale au poids. $F_z = \text{Poids}$
---------------	--

2-2 Rotation à droite, rotation à gauche

Tourner	Lorsque le manche de direction est poussé vers la droite, le nez de l'hélicoptère tourne à droite. Lorsque le manche de direction est poussé vers la gauche, le nez de l'hélicoptère tourne à gauche.		
---------	---	--	---

☞ Expliquez le phénomène mécanique qui permet à l'hélicoptère de tourner

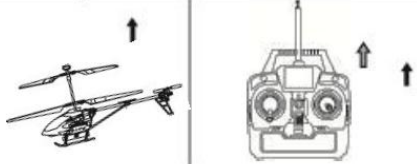

Rotation à droite	Le rotor supérieur (rotation antihoraire) tourne plus vite que le rotor inférieur (2 rotors de géométrie identique mais tournant en sens inverse).
Rotation à gauche	Le rotor inférieur (rotation horaire) tourne plus vite que le rotor inférieur (2 rotors de géométrie identique mais tournant en sens inverse).

Conclusion

Direction fixe	Les 2 rotors tournent à la même vitesse (2 rotors de géométrie identique mais tournant en sens inverse).
----------------	--

☞ Autour de quel axe évolue l'hélicoptère en actionnant ces commandes ? **L'axe des lacets**

2-3 Avancer et reculer

Avancer	Pousser le manche de droite vers le haut, l'hélicoptère avance.	
Reculer	Pousser le manche de gauche vers le bas, l'hélicoptère recule.	

☞ Expliquez le phénomène mécanique qui permet à l'hélicoptère d'avancer ou de reculer

Avancer	Le rotor de queue tourne dans le sens 1 et génère une portance qui soulève l'arrière de l'hélicoptère. L'hélicoptère bascule ainsi vers l'avant. La portance du rotor principal s'incline donc vers l'avant et génère une traction.
Reculer	Le rotor de queue tourne dans le sens 2 et génère une force qui abaisse l'arrière de l'hélicoptère. L'hélicoptère bascule ainsi vers l'arrière. La portance du rotor principal s'incline donc vers l'arrière et génère une traction vers l'arrière.

Conclusion

Vol stabilisé	Le rotor de queue tourne à une vitesse qui génère l'équilibre longitudinal de l'hélicoptère. C'est la position pour laquelle le rotor principal est parfaitement vertical.
---------------	--

☞ Autour de quel axe évolue l'hélicoptère en actionnant ces commandes ? **L'axe des tangages**

3- Comparaison avec le réel

Aide : « C'est pas sorcier »

<https://www.youtube.com/watch?v=ULeMFoy-aq4>

3-1 Remarque

☞ Cet hélicoptère radiocommandé peut-il évoluer autour de tous ses axes ?

Non

☞ Quel est l'axe autour duquel il ne peut pas tourner ?

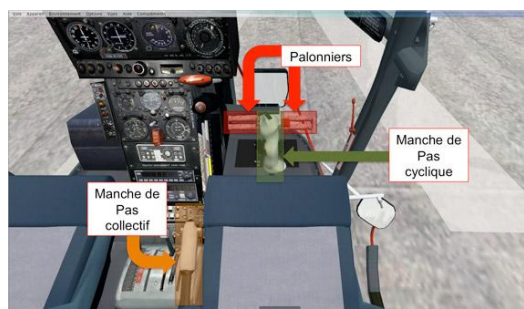
L'axe des roulis


Confirmer votre réponse en essayant de le faire basculer en combinant les commandes.

☞ Que faudrait-il pour qu'il puisse le faire ?

Que les pâles du rotor principal puissent tourner autour de leur axe longitudinal. Il s'agirait de faire varier l'incidence des pales au cours d'un tour pour faire varier la portance qu'elles génèrent.

3-2 L'hélicoptère réel



 <small>Région académique NOUVELLE-AQUITAINE</small>	Etude des aéronefs et des engins spatiaux	P3-EAES
C.I.R.A.S	3.4 – Les commandes de vol	B.I.A

Mobilités	Commandes	Conséquence sur la gouverne
Monté et descente	Manche de pas collectif	Angle d'incidence des pales du rotor principal symétriquement. Même incidence sur toute la rotation
Rotation autour de l'axe des tangages	Manche de pas cyclique	Angle d'incidence des pales du rotor principal non symétriquement. Plus d'incidence sur les pales lorsqu'elles sont à l'avant ou à l'arrière.
Rotation autour de l'axe des roulis	Manche de pas cyclique	Angle d'incidence des pales du rotor principal non symétriquement. Plus d'incidence sur les pales lorsqu'elles sont à droite ou à gauche.
Rotation autour de l'axe des lacets	Le palonnier	Angle d'incidence du rotor d queue.

Aide : <http://www.helicopassion.com/fr/02/tech01.htm>