



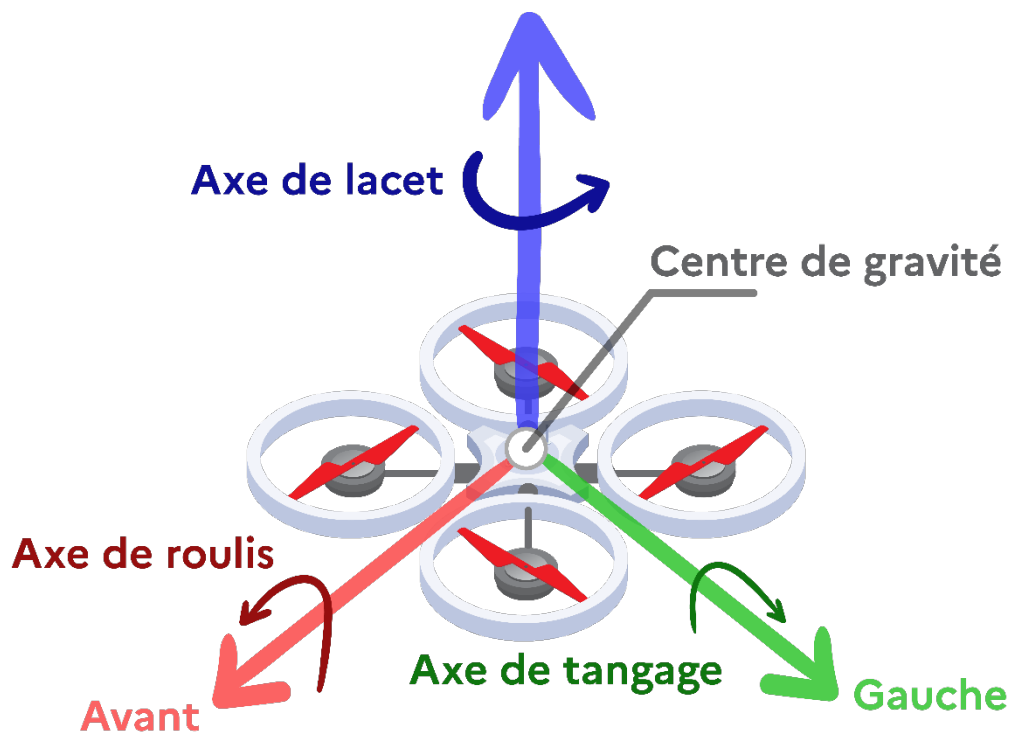
FICHE PEDAGOGIQUE

Connaissances générales d'un UAS

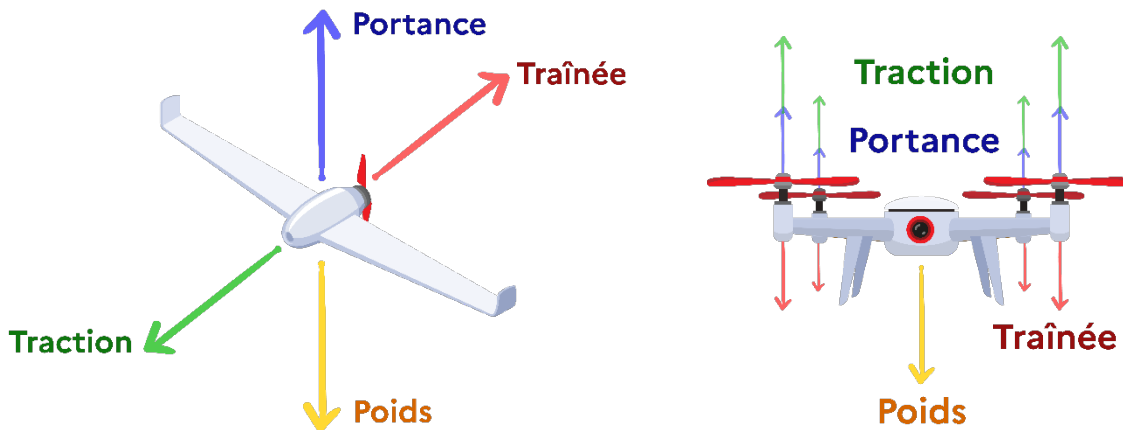
1. Notions de mécanique du vol

Tout UAS évolue dans un repère local centré sur son centre de gravité et défini par trois axes de référence :

- Le roulis : axe longitudinal autour duquel tourne l'UAS lors d'une mise en virage ;
- Le tangage : axe latéral autour duquel tourne l'UAS lors d'une mise en montée ou en descente. L'angle entre l'axe de l'UAS et l'axe horizontal s'appelle l'assiette ;
- Le lacet : axe vertical autour duquel tourne l'UAS pour en modifier l'orientation (le cap).



En vol, quatre forces s'exercent sur l'UAS: la portance, la traînée, la traction et le poids.



Sur un hélicoptère, la rotation du rotor principal crée un couple de réaction dans le sens contraire à celui de la rotation du rotor. Sans compensation, ce couple provoque la rotation de la cellule de l'hélicoptère sur elle-même. Cette rotation est annulée par l'action du rotor anti-couple situé à l'arrière de l'hélicoptère. Sur un UAS de type multirotor, le même phénomène est créé par chaque rotor. En utilisant des sens de rotations différents pour la moitié des rotors, les couples résistants s'annulent deux à deux, ce qui permet de stabiliser l'UAS en rotation.

Pour un UAS de type « multirotor » :

- En réduisant la vitesse de rotation des moteurs avant et en augmentant la vitesse de rotation des moteurs arrière, l'UAS tourne autour de son axe de tangage, s'incline vers l'avant, ce qui a pour effet de le faire avancer.
- En réduisant la vitesse de rotation des moteurs gauche et en augmentant la vitesse de rotation des moteurs droit, l'UAS tourne autour de son axe de roulis, s'incline et se déplace vers la gauche.
- En réduisant la vitesse de rotation des moteurs diamétralement opposés, l'UAS tourne autour de son axe de lacet, ce qui a pour effet de changer sa direction. Ce changement de vitesse de rotation affecte en effet le couple résistant global (voir plus haut) et provoque la rotation de l'UAS autour de son axe de lacet.

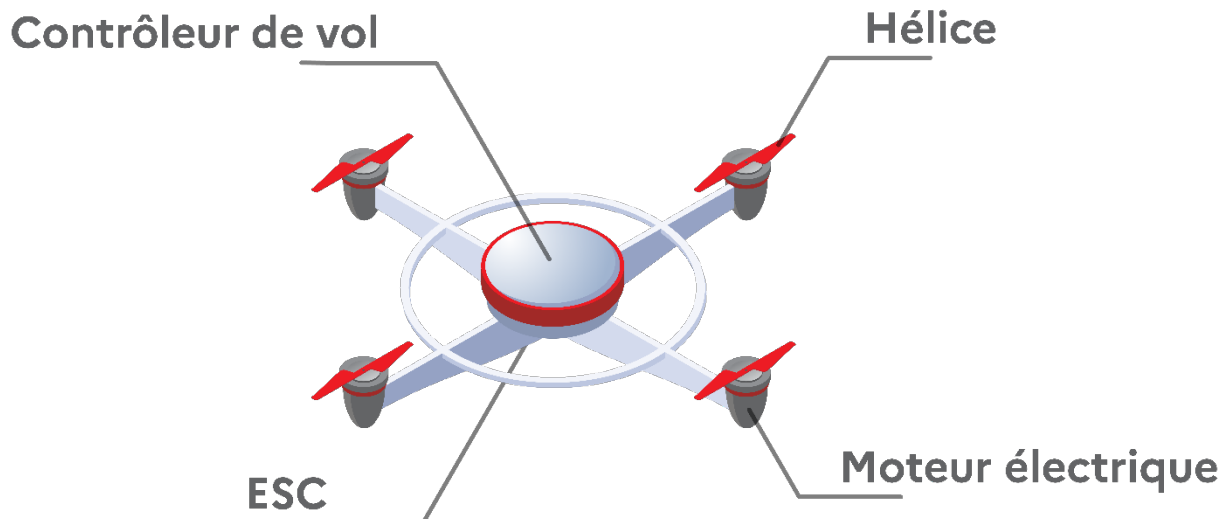
Au cours d'un vol rectiligne en palier à vitesse constante, pour un UAS de type « voilure fixe » comme pour un « multirotor » :

- La portance équilibre le poids,
- La traction équilibre la traînée.

Les conditions météorologiques ou les caractéristiques de l'air (température, densité) peuvent affecter ces forces et donc les performances de l'UAS. On peut retenir qu'une augmentation de température ou diminution de la pression (en altitude par exemple) dégradent la portance et diminuent la traînée, toutes choses égales par ailleurs.

2. Les composants principaux d'un UAS de type « multirotor »

Les UAS sont des aéronefs dotés de nombreux équipements électroniques nécessaires à sa contrôlabilité et à sa stabilité. Ce paragraphe vous permettra de découvrir les principaux éléments dont le bon fonctionnement permettra une exploitation en sécurité de l'UAS.



Les moteurs électriques

Sur ce type d'UAS, les moteurs assurent à la fois la sustentation et le déplacement de l'UAS. Leur rôle est donc critique et d'eux dépendent la sécurité de l'UAS (contrairement à un UAS à voilure fixe, un UAS de type multirotors ne plane pas en cas de panne de moteur).

Les moteurs sont de type *brushless* (sans contacts) : leur rotation est provoquée par l'alimentation séquentielle d'électro-aimants fixes qui vont « attirer » chacun leur tour les aimants mobiles en rotation du moteur. Le pilotage de l'alimentation des aimants est une fonction critique pour garantir le bon fonctionnement des moteurs. Cette fonction est assurée par l'ESC (*Electronic Speed Controller*), on en trouve un par moteur.

Les hélices

Entraînées par le moteur, elles assurent la sustentation et les mouvements de l'UAS. Elles sont caractérisées par leur diamètre et leur pas, deux grandeurs inscrites sur l'hélice avec leur sens de rotation. En effet, les moteurs ne tournant pas tous dans le même sens (voir plus haut), il convient de prêter attention au bon appariement de l'hélice et du moteur.

La vérification de leur bon état et de leur bon montage lors de la visite pré-vol contribuera à un vol sûr.

L'ESC

L'ESC est le composant assurant la fonction de pilotage de l'alimentation des moteurs pour garantir un fonctionnement souple et conforme aux ordres du télépilote ou du pilote automatique (fonction de stabilisation).

Le contrôleur de vol

Ce contrôleur assure l'intégration de toutes les données « air » de l'UAS afin d'élaborer des ordres de commandes aux ESC afin d'assurer la stabilité du vol et convertir les actions du télépilote sur la télécommande en consignes pour les ESC notamment.

La télécommande

Composant essentiel de l'UAS, elle permet au pilote de contrôler la trajectoire du drone. La liaison avec l'UAS est assurée à travers des protocoles de communication sur des gammes de fréquences dédiées et autorisées. Généralement, les informations de commande de la trajectoire sont transmises sur la fréquence de 2,4 GHz. Cette fréquence est commune avec celles utilisées pour le Wi-Fi. C'est pourquoi des interférences entre la télécommande et le drone peuvent exister lors de vol en zones urbaines et/ou peuplées.

Lorsque le drone est équipé de caméras, le retour vidéo est transmis sur une autre fréquence, en général 5,8 GHz. Cette fréquence plus élevée permet des débits plus importants (nécessaires pour transmettre des images), en dépit d'une portée moindre par rapport à la fréquence de 2,4 GHz.

Au cours du vol, le télépilote doit vérifier que le signal est suffisamment fort et que l'UAS est en portée de réception pour en conserver le contrôle. La force et la qualité du signal sont en général indiquées sur la télécommande de l'UAS.

3. La préparation du vol

Avant d'utiliser mon UAS dans la catégorie ouverte, je dois prendre rigoureusement connaissance du manuel d'utilisation et d'entretien fourni par le constructeur. Ces documents donnent des informations essentielles sur :

- les principaux éléments de l'UAS,
- ses limitations (par exemple de masse, en vitesse, de vent maximal, etc.),
- le contrôle de l'UAS dans toutes les phases des vols (par exemple, le décollage, le vol stationnaire le cas échéant, les vols de base et l'atterrissage),
- les caractéristiques qui affectent la sécurité du vol,
- le paramétrage des fonctions de sécurité en cas de perte de liaison entre la télécommande et le drone,
- le paramétrage de la hauteur maximale de vol,
- les procédures de chargement des données de zone géographique dans le système,
- les procédures de chargement du numéro d'enregistrement de l'exploitant d'UAS dans le système d'identification,
- des considérations de sécurité comme : les instructions pour sécuriser la charge utile et la manipulation des batteries,
- les instructions de maintenance.

Une fois ces informations connues, le vol ne doit pas être entrepris sans une visite pré-vol. Elle a pour objectif de vous assurer que l'UAS est apte à un vol sûr. Cette visite doit inclure :

- la vérification du bon état des moteurs et des hélices : fixation, propreté, rotation sans points durs, connexion de l'alimentation des moteurs si visible
- l'inspection du bon état de la structure : présence de toutes les vis et attaches nécessaires, absence de jeu anormal dans les éléments du drone
- vérification de la présence et de la bonne fixation des antennes et autres récepteurs apparents (notamment pour la réception des signaux de la télécommande et du GPS)
- mise en place des batteries, et vérification que les batteries sont chargées, correctement positionnées et sans dommage (vérifier notamment qu'elles ne sont pas gonflées)
- la vérification de la télécommande : charge de ses batteries, lisibilité de l'écran, force du signal (émission et réception), réglage des neutres et des trims le cas échéant.

Profitez-en pour vérifier également que **vous** êtes aptes au vol ! Pensez notamment à :

- votre état de santé physique, mais également psychique : fatigue, stress, maladie, traitements éventuels. N'entreprenez pas de vol sous l'emprise d'alcool, de drogues ou de substances psychotropes.
- votre équipement (gants, lunettes de soleil par exemple)

Enfin, avant de décoller, préparez correctement votre vol en étudiant attentivement votre environnement : météo, hauteur maximale de vol, respect des zones à statut particulier, etc. Le guide de la catégorie ouverte vous sera précieux :

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide_categorie_Ouverte.pdf

4. Après le vol

Après le vol, il peut être utile de procéder à quelques vérifications et prendre quelques précautions. Elles vous permettront de maintenir un bon niveau de sécurité pour vos prochains vols :

- Vérifier l'état de votre drone, notamment les hélices, vous permettra de détecter d'éventuels dommages survenus en vol et entreprendre le cas échéant les actions de maintenance recommandées par le constructeur de l'UAS.
- Retirez et inspectez les batteries pour vérifier qu'elles n'ont pas gonflé et sont en bon état.
- Pour prolonger leur durée de vie, stockez les chargées à environ 50% de leur capacité. Pour éviter tout risque d'incendie, ne les laissez pas dans votre drone et stockez les dans un endroit propre, à l'abri du soleil ou d'une source de chaleur et à température modérée (15 à 25° par exemple).

Toute batterie gonflée présente un danger et ne doit être ni rechargée ni utilisée.