

# Physique Derrière le Vol des Drones

August 2023

# Agenda

- Introduction à la physique du vol des drones.
- Aperçu des composants du drone et des problèmes courants.

# Qu'est-ce qu'un Drone ?

- Origine du terme militaire pour les véhicules aériens sans pilote (UAVs).
- Quadricoptère : drone de consommation le plus populaire avec 4 hélices.
- Hélices connectées à des moteurs pilotés par des contrôleurs de vitesse électroniques.
- Recommandation : "Le Guide Complet des Drones" sur Amazon.



These are Digital Bridge Original and Proprietary Materials -  
Do not use without explicit authorization



These are Digital Bridge Original and Proprietary Materials -  
Do not use without explicit authorization



These are Digital Bridge Original and Proprietary Materials -  
Do not use without explicit authorization

# Comment les Drones Volent-ils ?

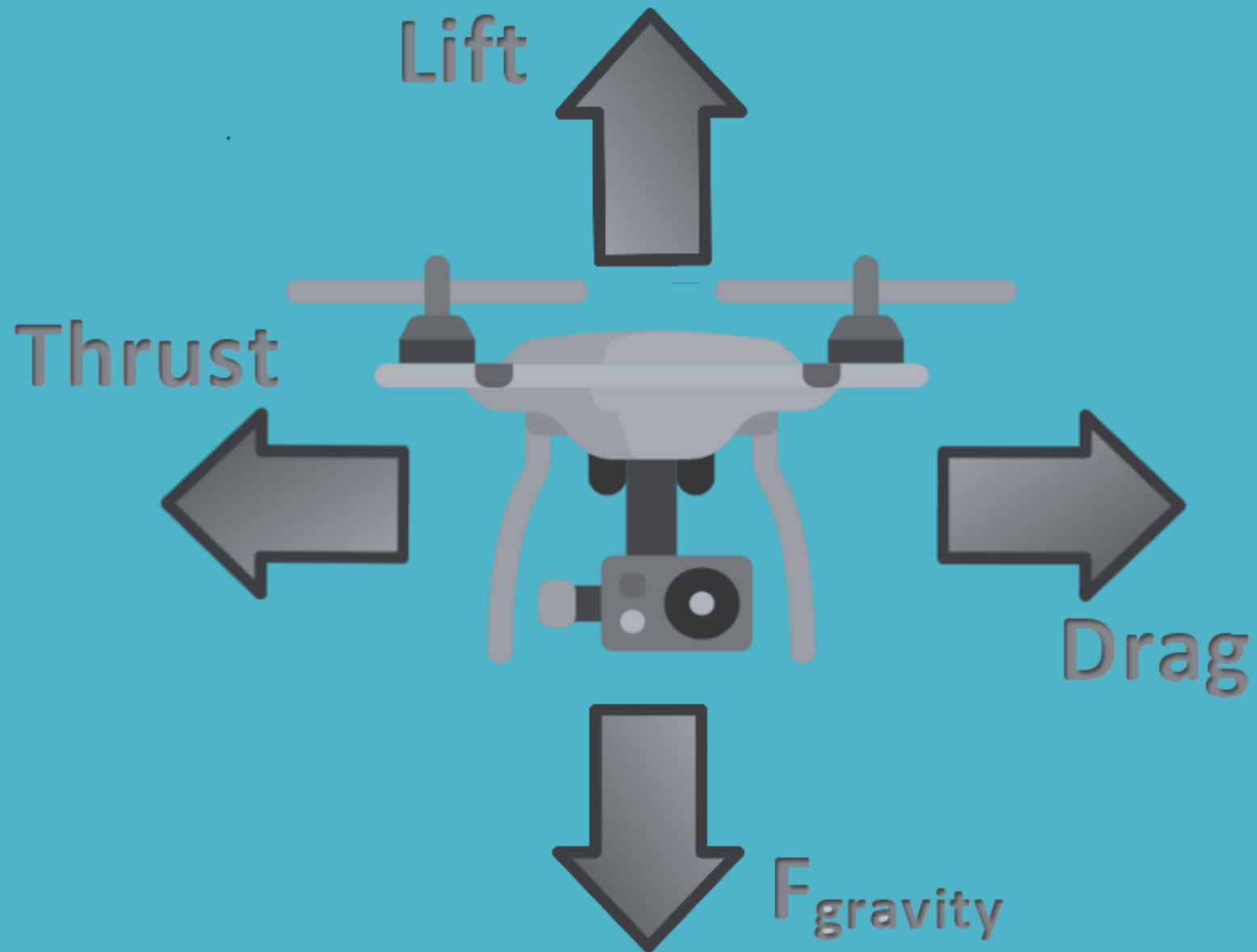
- **Direction du Rotor :**
  - Quadricoptère a 4 rotors connectés à des moteurs individuels.
  - Les rotors en diagonale tournent dans des directions opposées pour équilibrer le drone.
  - Les rotors poussent vers le bas sur l'air, provoquant une élévation.
- **Rotation du Drone :**
  - Pour tourner, ajustez les vitesses des moteurs en diagonale.
  - Le drone accélère du sol en fonction de la vitesse de rotation de l'hélice.
- **Mouvement Avant / Arrière :**
  - Ajustez les vitesses des rotors sur les côtés opposés.
  - Le drone se penche vers le côté le plus lent.
  - Basé sur la 3ème loi du mouvement de Newton.
- **Télécommande :**
  - Les joysticks contrôlent les vitesses des rotors.
  - La tension de la batterie détermine la vitesse du moteur.
  - Importance de maintenir des batteries lithium-ion saines.
  - GPS intégré pour la connaissance de la localisation.



# Poussée (Propulseur) du Drone

- Poussée : force ascendante lorsque le drone utilise la pleine puissance.
- La poussée doit être supérieure au poids du drone pour le décollage.
- La poussée change dans des situations mobiles.
- La poussée en vol réel est de 5-10% inférieure aux tests sur banc.





# Lift Formula

- $L = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_L$
- $L = \text{Lift}$
- $\rho = \text{Density of Air}$
- $v = \text{Velocity}$
- $A = \text{Surface area}$
- $C_L = \text{Coefficient of Lift}$

# Thrust Equations

- $F_{\text{Thurst}} = A \Delta P$
- $F_{\text{Thurst}} = \frac{1}{2} A \rho (V_f^2 - V_i^2)$
- $\Delta P$  = Change in Pressure
- $A$  = area of propeller disks
- $\rho$  = Density of air  $\approx 1.2 \text{ kg/m}^3$
- $V_f$  = Final Velocity
- $V_i$  = Initial Velocity

# Force of Gravity Equation

- $F_{\text{Gravity}} = m g$
- $m = \text{mass}$
- $g = \text{gravity } (9.8 \text{ m/s}^2)$

# Drag Equations

- $D = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_D$
- $D = \text{Drag}$
- $\rho = \text{Density of Air} \approx 1.2 \text{ kg/m}^3$
- $v = \text{Velocity}$
- $A = \text{Surface area}$
- $C_D = \text{Coefficient of drag}$

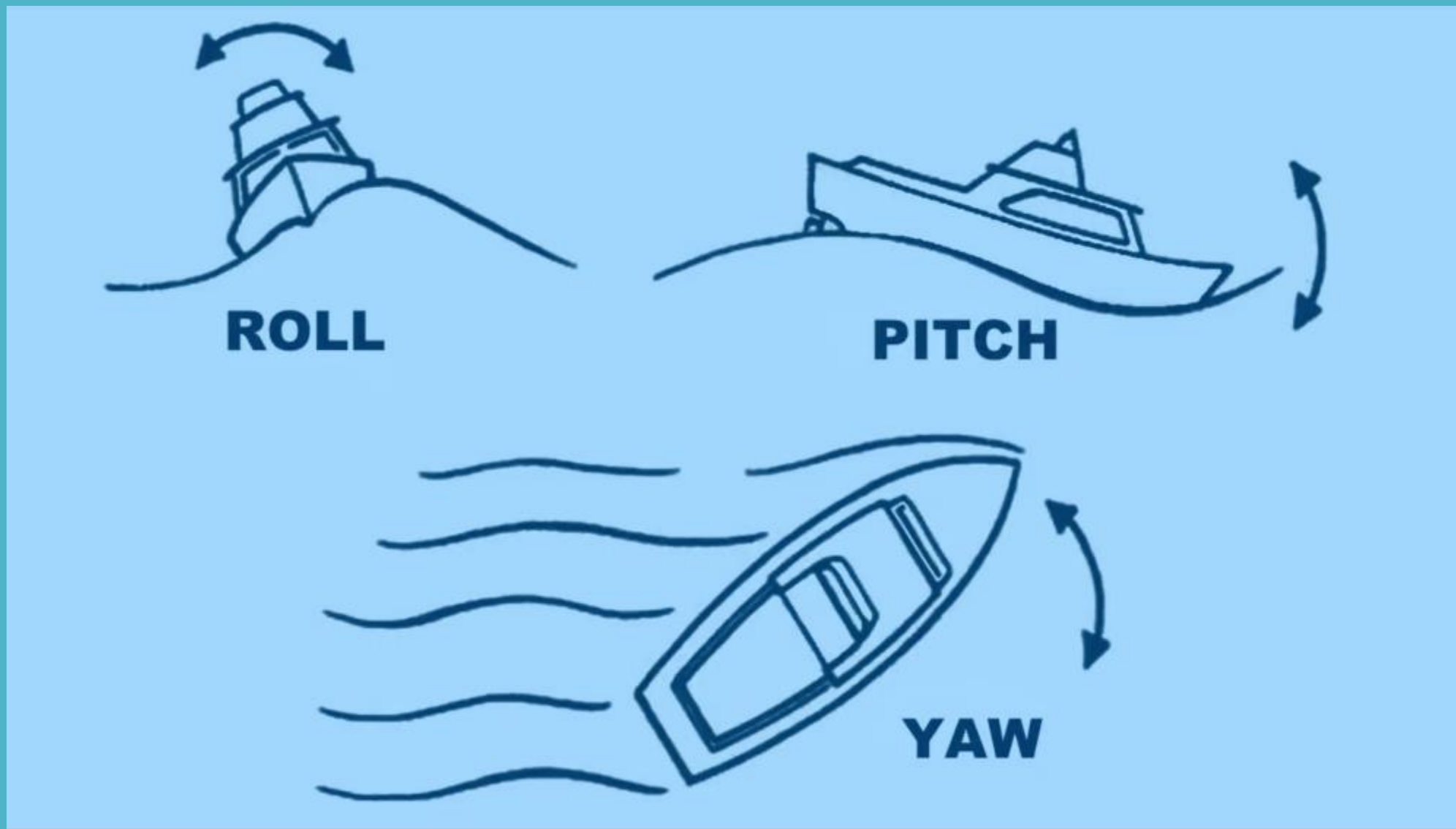
# Voltage Equations

- $V = I R$  or  $V = P / I$
- $V$  = Voltage
- $P$  = Power
- $I$  = Current

# Attitude du Drone

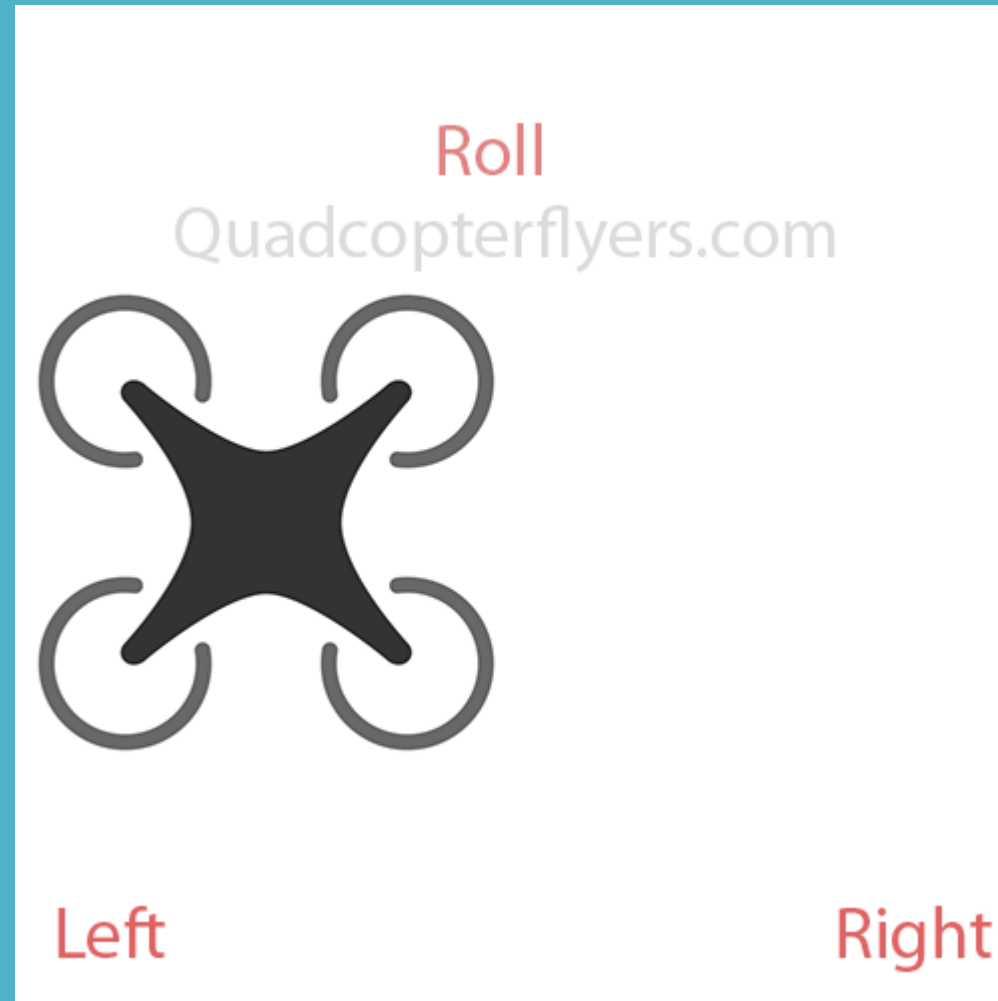
- **Attitude:** orientation d'un objet par rapport au cadre de niveau local et au nord vrai.
- **Composants:** Roulis, Tangage, et Lacet. (Roll, Pitch, Yaw)
- **Roulis (roll):** Mouvement à gauche ou à droite.
- **Tangage (pitch):** Mouvement en avant ou en arrière.
- **Lacet (yaw):** Rotation autour du centre.

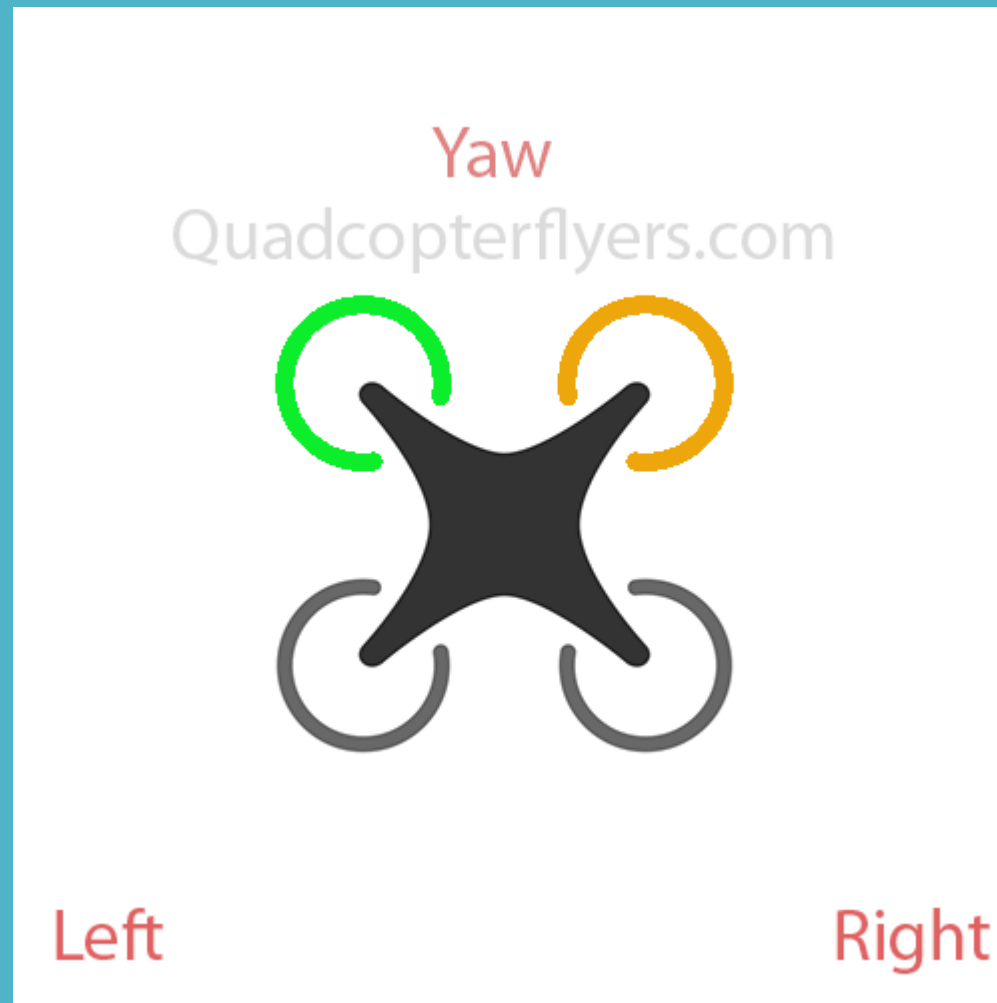




Quadcopterflyers.com  
Forward and Backward Pitch







# Forces et Moments qui Affectent le Drone

- Les hélices produisent une poussée dans la direction perpendiculaire au plan de rotation.
- Moment de réaction sur le quadricoptère dû à la rotation de l'hélice.
- La force de gravité agit vers le bas.
- Analyse basée sur la deuxième loi du mouvement de Newton.

# Décollage et Condition Stationnaire du Drone

- Pour le décollage, le drone a besoin d'une force nette vers le haut.
- Les moteurs génèrent une poussée supérieure au poids du drone pour le mouvement ascendant.
- Toutes les forces doivent être équilibrées pour le vol stationnaire.

# Gyroscope du Drone

- Dispositif pour stabiliser le vol et maintenir la position.
- Mesure le taux de rotation de l'UAV pour l'équilibre.
- Inventé au 19ème siècle par Jean-Bernard Foucault.



# Accéléromètre

- Mesure les forces d'accélération de votre drone.
- Aide à maintenir l'orientation du drone.
- Mesure la force de la gravité ou la force dynamique pour le mouvement.

# Quelle est la Vitesse d'un Drone ?

- La réponse courte est "ça dépend".
- Facteurs : densité de l'air, température, altitude.
- Le plafond de service évalué du drone est basé sur la capacité de gérer la densité de l'air.

# Radio Commande du Drone

- Système pour contrôler le drone à distance.
- L'émetteur envoie des entrées au récepteur dans le drone.
- Le récepteur transmet l'information au contrôleur de vol du drone.



# Conclusion

- Le mouvement du drone est réalisé en changeant le taux de rotation d'un ou plusieurs rotors du drone.
- La télécommande ajuste la tension à chaque moteur.
- Les drones ont des systèmes de contrôle pour la facilité et la stabilité.
- Importance de l'accéléromètre et du gyroscope pour un vol stable.