



# DRONES



*Ceci n'est **PAS** un drone FPV !*

# ROBOTIQUE

# VOLANTE

Présentation par  
Pierre Adamini





- Intro
  - Nomenclature
  - Comparaison avions
- Comment ça vole ?
  - Cours aerial (MICRO-502)
- Différentes parties :
  - FC
  - ESC
  - AIO
  - Moteurs
  - Rx
  - Vtx
  - Cam
  - Frame
  - Périphériques
  - Equipement
  - Batteries
  - Logiciel
- Comment choisir ses composants ?







# Qu'est ce qu'un drone ?

- “Drone” = ?
- Engin volant sans pilote





# Qu'est ce qu'un drone ?

- Multicoptères
  - Drone avec plusieurs rotors
  - Tri-, Quad-, ... -coptères
- Classification des drones
  - Taille des drones définie par la taille des hélices en pouces
  - Stabilisés / Acro
  - FPV ou vol à vue





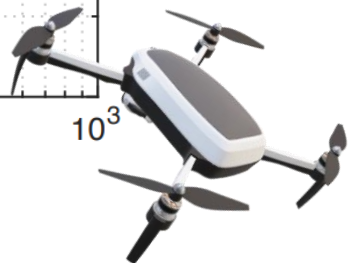
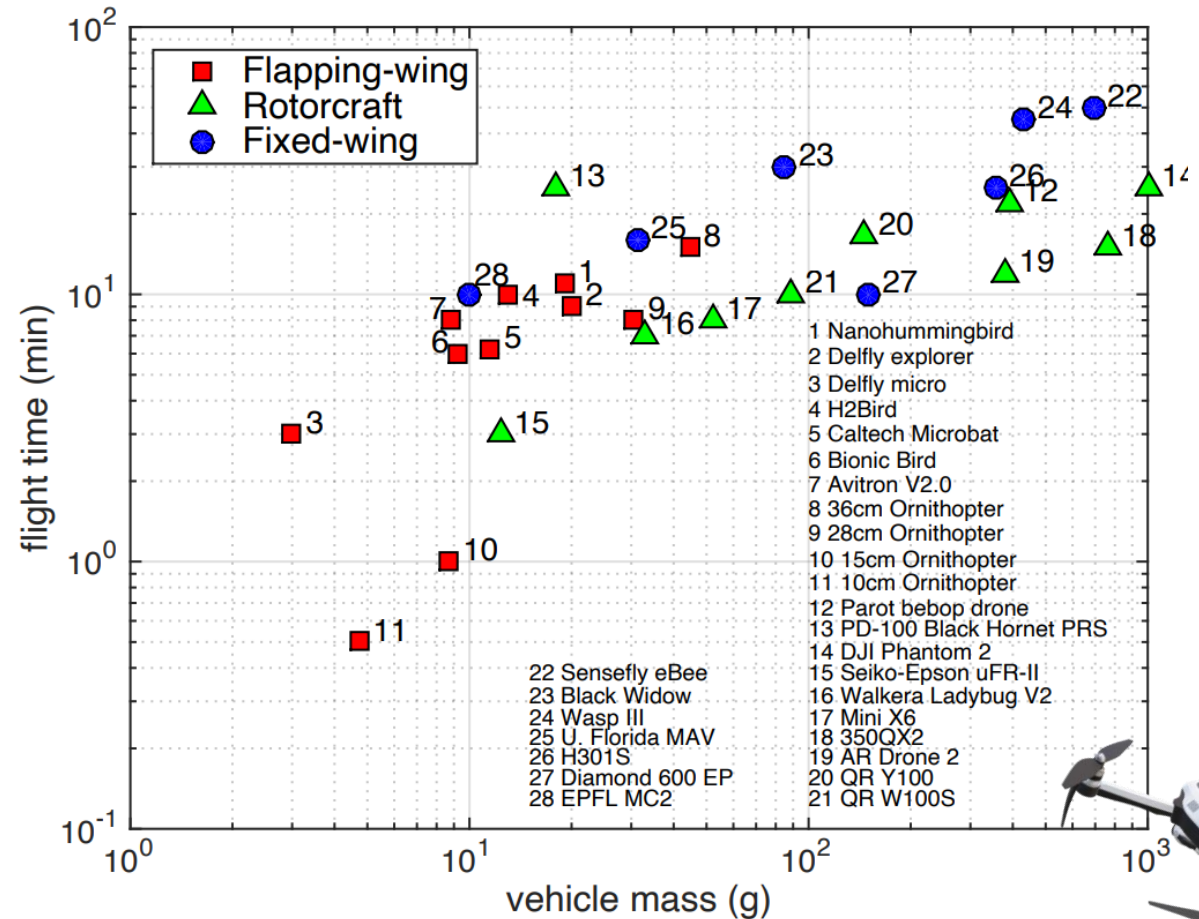
# Pourquoi un drone et pas un avion ?

## Avions :

- Volent plus longtemps
- Plus rapides
- Plus légers
- Moins grosses batteries
- Moins agiles

## Drones :

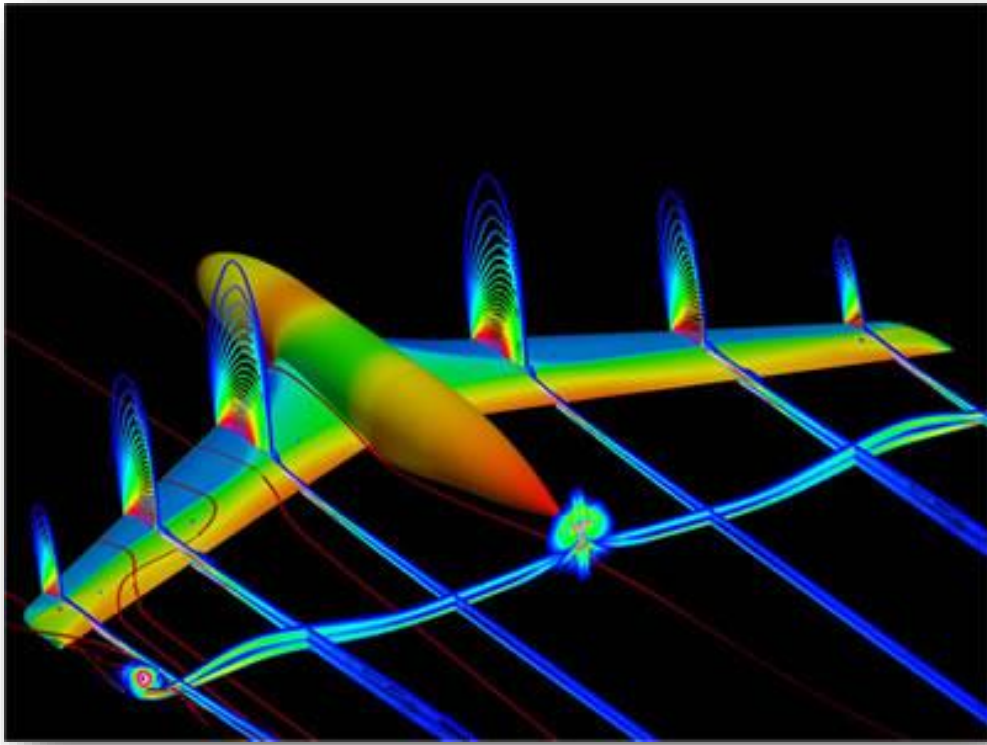
- FPV : temps de vol < 10 minutes
- Grosses batteries
- Bruyants
- Très agiles





# Pourquoi un drone et pas un avion ?

**Concevoir un bon avion**



**Concevoir un bon drone**

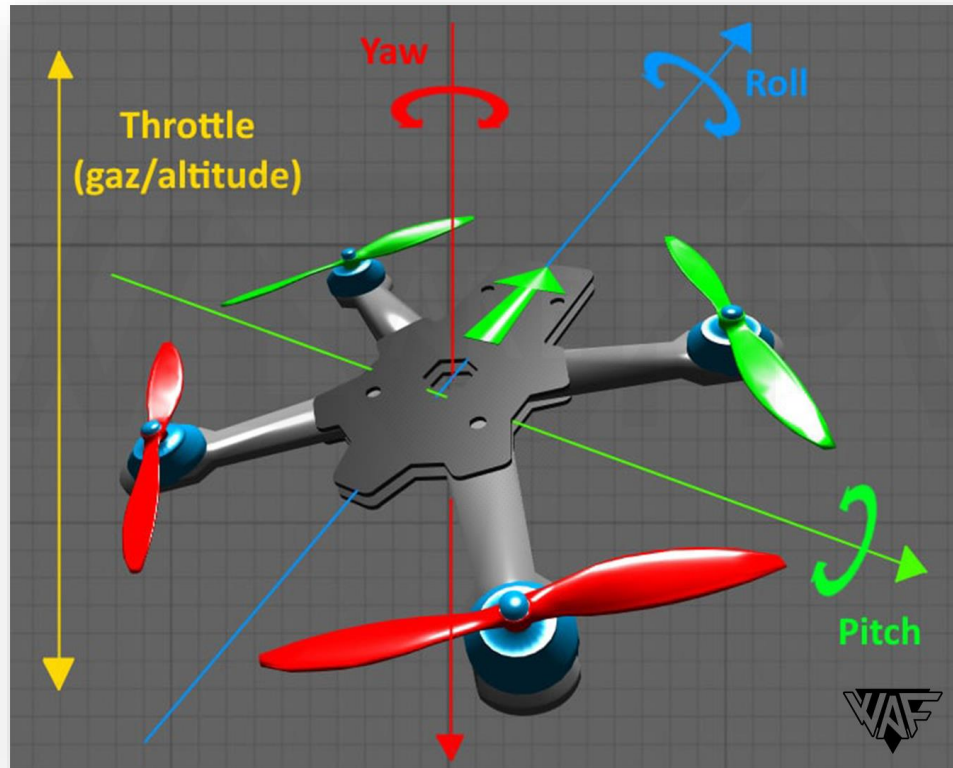




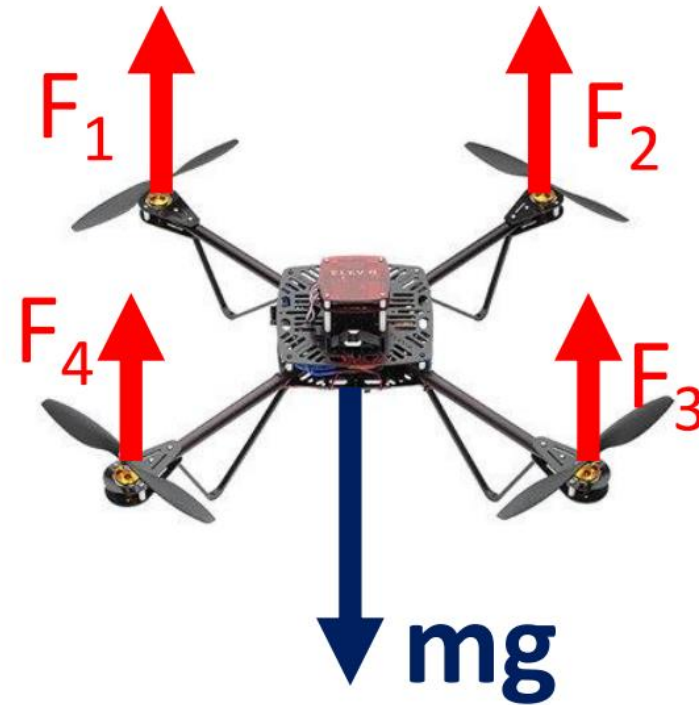


# Comment ça vole ?

Axes



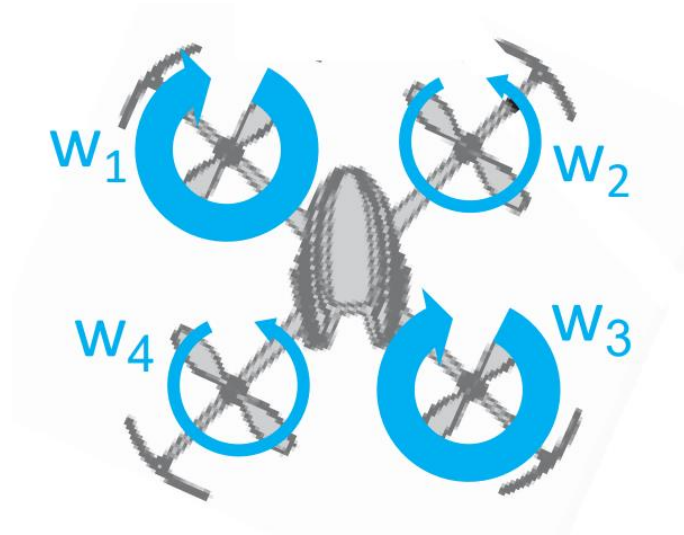
Hovering



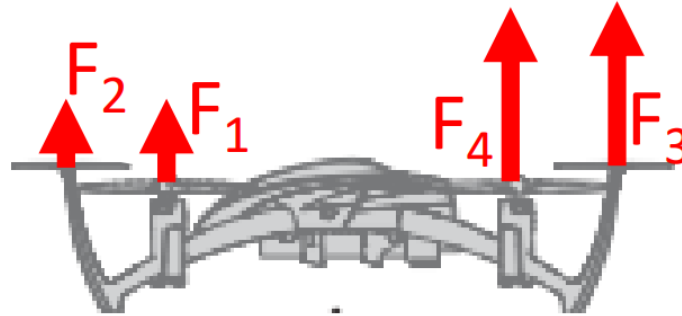


# Comment ça vole ?

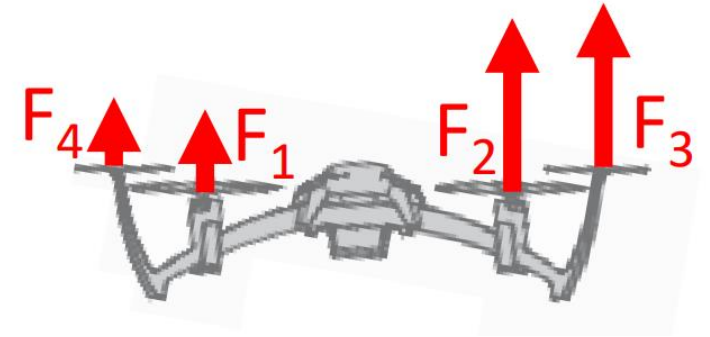
**Yaw**



**Pitch**



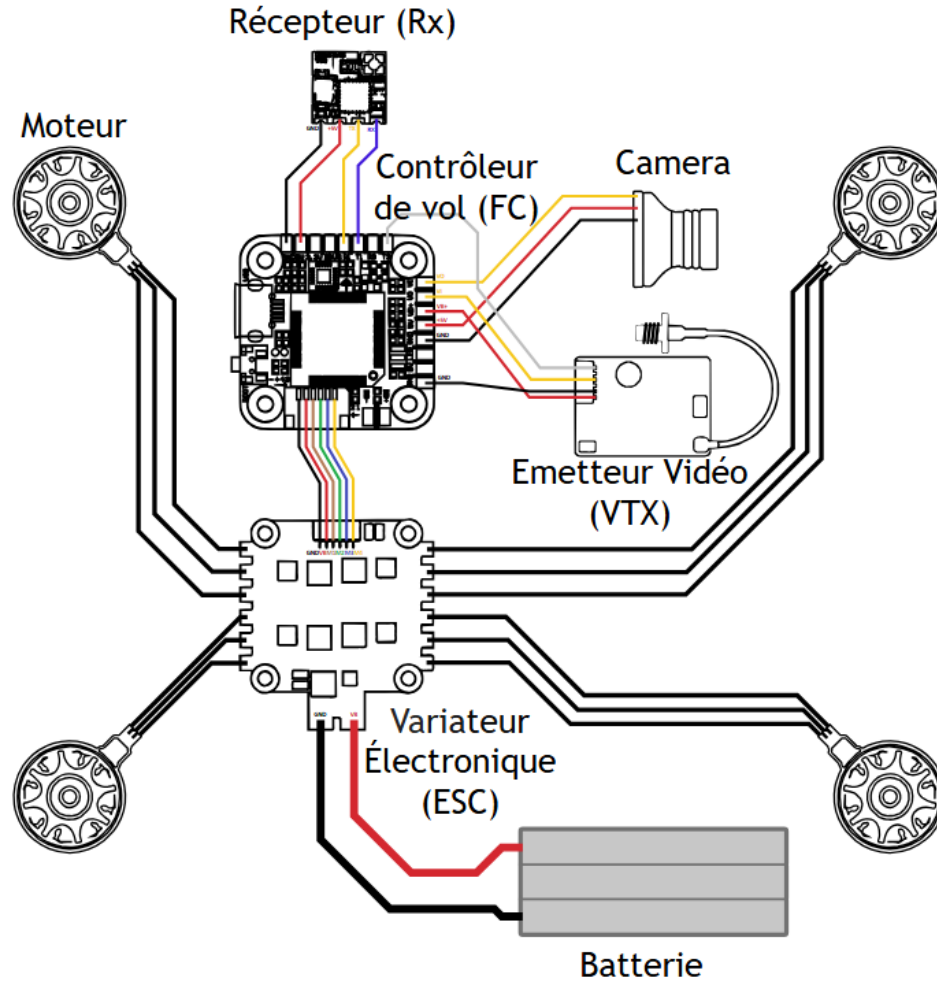
**Roll**







# Overview des composants



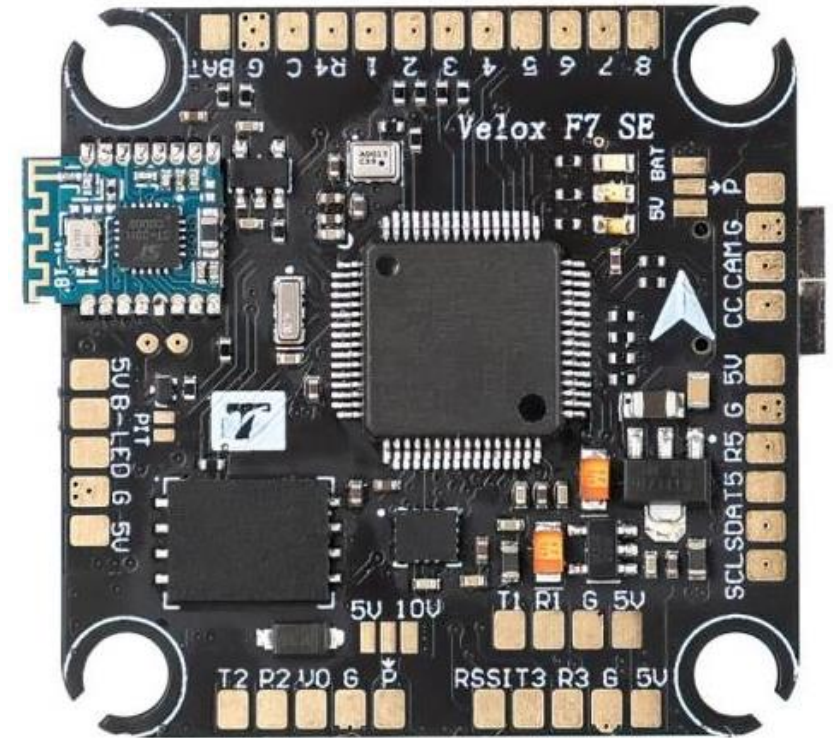


# Différentes parties du drone



## Flight controller (**FC**) :

- Ordinateur de bord
- Contient un microprocesseur, capteurs (gyro, baromètre, voltmètre, accéléromètre, ...)
- On Screen Display (OSD)
- Des GPIOs (UARTs) pour connecter tous les périphériques
- Des pads ou des connecteurs pour souder ou connecter les périphériques
- Bluetooth
- BlackBox
- Logiciel





# Différentes parties du drone



## Electronic Speed Controller (**ESC**) :

- Single ou 4-in-1.
- Reçoit, de la FC, la commande de vitesse pour chaque moteur (*PWM*, *Dshot*, ...)
- Transforme la tension de la batterie en courant triphasé pour faire tourner les moteurs brushless
- Contient un logiciel (*BL\_heli\_S*, *BL\_heli\_32*, ...)
- Fait beeper les moteurs (*DShot*)







# Différentes parties du drone



## All-In-One (AIO) :

- 1 PCB qui combine FC et ESC
- Très compact
- Peut contenir un récepteur radio, un émetteur vidéo, ...
- Très léger mais cher à remplacer





# Différentes parties du drone



## Moteurs :

- Font tourner les hélices
- Définis selon 3 metrics :
  - KV (RPM/V): vitesse de rotation à 1 V
  - Taille du stator :
    - Plus grand diamètre : plus de couple, plus haut : plus de dissipation thermique, plus de puissance.
- Plage de tension utilisable



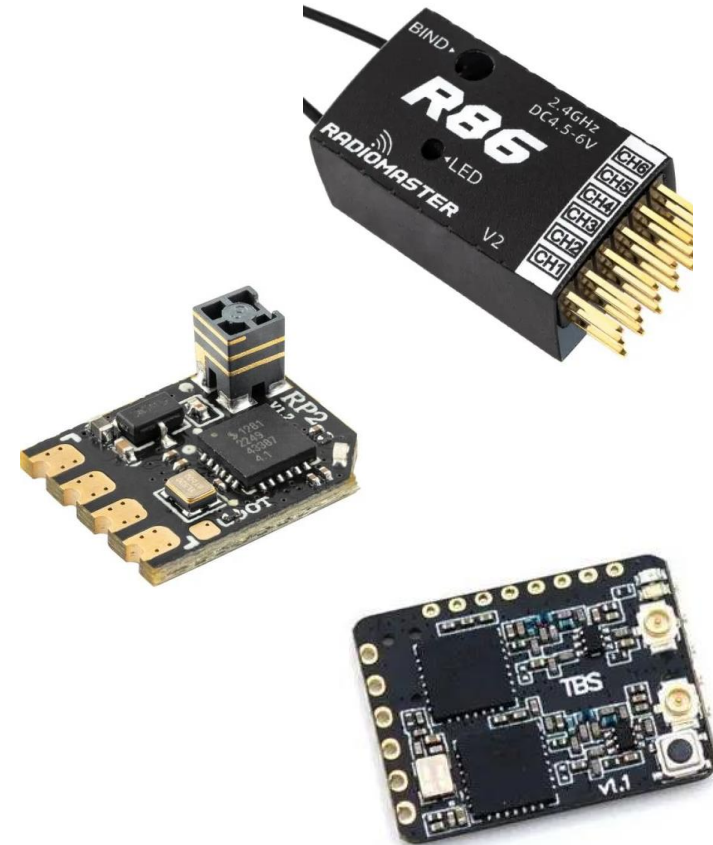


# Différentes parties du drone



## Récepteur radio (**Rx**) :

- Reçoit les commandes depuis la télécommande (Tx)
- Envoie les commandes à la FC
- Protocoles Tx-Rx : *Crossfire* (>), *Elrs*, *FrSky*, ...
- Protocoles Rx-FC : *CRSF*, *PWM*, *SBUS*, ...
- Télémétrie







# Différentes parties du drone



## Emetteur vidéo (vTx) :

- 2 sortes : Analogique, Numérique
- Fréquence et puissance d'émission modulable
- Analogique : signal faible qualité mais latence très faible, directement reçu par les lunettes
- Numérique : signal compressé converti en flux de données, excellente qualité vidéo



## Camera :

- 2 sortes : Analogique, Numérique
- Classées par tailles: nano, micro, mini, ...





# Différentes parties du drone



Numérique



Analogique





# Différentes parties du drone



## Châssis (**Frame**) :

- Défini la taille du drone
- Carbone ou plastique pour les tiny-whoops
- Plusieurs espacements de trous de montages de FC différents (20x20, 25x25, 30x30)
- Plusieurs configurations de bras (*True-X*, *Deadcat*, *H*, ...)
- Peuvent venir avec :
  - Protections d'hélices
  - Protections imprimées en 3D







# Différentes parties du drone



## Périphériques :

- GPS / Magnétomètre
  - RTH
- Buzzer
  - Buzzer avec un batterie incluse
- Caméra pour filmer
  - Caméra complète ou « Naked » alimentée par le drone, >50 g
- LED
  - Bandes de LEDs





# Différentes parties du drone

## Equipement :

- **Lunettes FPV**
  - Compatibles avec le système choisi (Analogique / Numérique)
  - Parfois, nécessité d'un VRx : Récepteur vidéo externe
- **Télécommande**
  - Compatible avec le Rx sur le drone
  - Possibilité de mettre des modules externes pour rendre compatibles la commande et le Rx





# Différentes parties du drone



## Batteries :

- **Tension [V]** : Batteries composées de plusieurs cellules (S) de 3.7 Vnom et 4.2 Vmax. Par ex une batterie 3S =  $3 \times 3.7V = 11.1V$ . Plus de tension augmente la puissance pour un même courant
- **Capacité [mAh]** : Quantité d'énergie stockée. Plus de mAh augmente le temps de vole mais aussi le poids du drone
- **Taux de décharge (C-rating)** : Courant maximal de décharge sans endommager la batterie :  $\text{courant max[A]} = C \times \text{capacité[mAh]}$
- 2 types de batteries : LiPo et Li-ion
- **LiPo** : Très gros C-rating
- **Li-ion** : Faible C-rating, très bonne densité énergétique, tension minimale plus faible







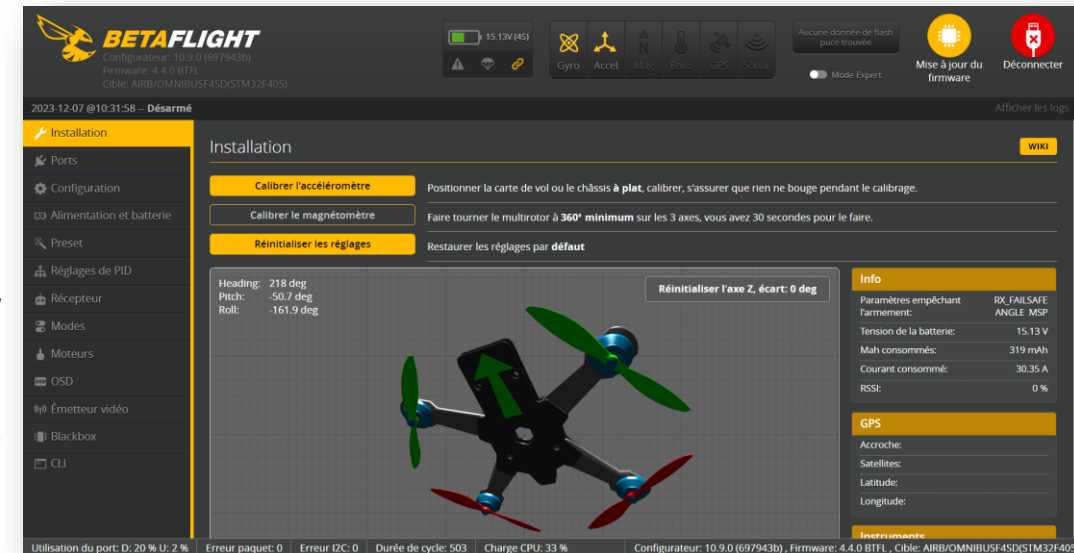
# Différentes parties du drone



## Logiciel :

- Betaflight, INAV, ...
- Indiquer sur quel UART est quel périphérique, leur baud rate
- Régler les différents protocoles de communication entre les périphériques
- Régler les PID et les rates (influence des joysticks sur les mouvements du drone)
- OSD
- Les actions des boutons de la télécommande

*Possibilité de mettre à jour les ESC avec leurs propres logiciels, ainsi que les Rx*





# Choisir les composants



- 1) Quel objectif ? Long range, course, freestyle, ...
- 2) Quelle taille ?
- 3) Choisir ses moteurs : KV et rotors adaptés
- 4) Choisir ses ESC : compatibilité entre le courant maximum des moteurs et des ESC
- 5) Choisir sa FC : nombre de ports, vitesse du microprocesseur
- 6) Choisir sa frame : compatibilité avec l'espacement des trous de montage de la FC et de l'ESC
- 7) Choisir la caméra : compatibilité avec l'espacement des standoffs
- 8) Choisir le reste selon les affinités : Rx, VTx, ...

Des questions sur un sujet : Joshua Bardwell sur Youtube



### **Législation :**

- Besoin d'un permis pour voler un drone : en ligne, permis européen valable en Suisse.
  - Besoin d'une assurance RC qui assure à hauteur de 1 million de CHF.
  - Le drone doit avoir l'immatriculation de l'opérateur
  - Puissance d'émission maximum 25mW
  - Altitude maximum : 120m
  - Obligation d'avoir une personne qui à le drone en visuel tout le temps, donc obligation d'avoir un observateur quand on vol en FPV
- 
- <https://www.bazl.admin.ch/bazl/fr/home/drohnen/anfaenger2/drone-guide.html>



**MERCI DE VOTRE  
ATTENTION**

