



# La Bible du FPV

pour apprendre à construire  
et piloter un drone

Wiki-FPV.fr

v1.0



## Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. 1/ Introduction .....</b>                 | <b>6</b>  |
| 1.1 Contributeurs du projet.....                | 8         |
| 1.2 Acronymes, termes et glossaire .....        | 9         |
| 1.3 Roadmap du projet .....                     | 12        |
| 1.4 Partenaires .....                           | 13        |
| 1.5 Les origines du FPV .....                   | 15        |
| 1.6 La législation française du FPV.....        | 20        |
| 1.7 Comment débuter dans le FPV ? .....         | 28        |
| 1.8 Quel est le matériel nécessaire ? .....     | 33        |
| 1.9 Comment réaliser de belles soudures ? ..... | 39        |
| <b>2. 2/ Matériels.....</b>                     | <b>41</b> |
| 2.1 Frames .....                                | 43        |
| 2.2 Batteries .....                             | 48        |
| 2.3 Caméras.....                                | 52        |
| 2.4 Contrôleur de vol .....                     | 54        |
| 2.5 ESC .....                                   | 57        |
| 2.6 Hélices .....                               | 61        |
| 2.7 Radiocommande.....                          | 64        |
| 2.8 Récepteur Radio.....                        | 70        |
| 2.9 Émetteur vidéo.....                         | 76        |
| 2.10 Moteurs.....                               | 83        |
| 2.11 Masques et Lunettes vidéo .....            | 89        |
| 2.12 Récepteurs vidéo .....                     | 92        |
| 2.13 Antennes.....                              | 94        |
| 2.14 Gyroscope et Acceleromètre .....           | 98        |
| 2.15 Sac de rangement .....                     | 99        |
| 2.16 Smoke Stopper.....                         | 101       |
| 2.17 Chargeur de batterie.....                  | 103       |
| 2.18 Module GPS .....                           | 105       |

|   |            |
|---|------------|
| <b>3 . 3/ Micrologiciels .....</b>                        | <b>107</b> |
| 3.1 Synthèse des micrologiciels .....                     | 108        |
| 3.2 Historique des forks .....                            | 110        |
| 3.3 Betaflight .....                                      | 111        |
| 3.4 ButterFlight .....                                    | 138        |
| 3.5 CleanFlight .....                                     | 139        |
| 3.6 FlightOne .....                                       | 140        |
| 3.7 Inav .....  | 141        |
| 3.8 KISS .....  | 142        |
| 3.9 LibrePilot .....                                      | 143        |
| 3.10 Neuroflight .....                                    | 144        |
| <b>4 . 4/ Logiciels.....</b>                              | <b>147</b> |
| 4.1 Simulateurs FPV .....                                 | 148        |
| 4.2 Logiciels d'analyse de Blackbox .....                 | 150        |
| 4.3 Logiciels de configuration d'ESC .....                | 152        |
| 4.4 Logiciels de commande au sol .....                    | 158        |
| 4.5 Logiciels d'aide à la configuration des filtres ..... | 159        |
| 4.6 Applications mobiles pour le FPV .....                | 160        |
| <b>5 . 5/ Guides.....</b>                                 | <b>161</b> |
| 5.1 Comprendre les Rates et savoir les configurer .....   | 162        |
| 5.2 Comprendre les PID et savoir les configurer .....     | 169        |
| <b>6 . 6/ Pratique.....</b>                               | <b>174</b> |
| 6.1 FPV Freestyle .....                                   | 175        |
| 6.2 FPV Long Range .....                                  | 179        |
| 6.3 FPV Racing .....                                      | 180        |
| <b>7 . 7/ Annuaires .....</b>                             | <b>185</b> |
| 7.1 Associations / Groupes de Drone FPV .....             | 186        |
| 7.2 Chaines Youtube FPV .....                             | 195        |
| 7.3 Groupes Facebook FPV .....                            | 200        |
| 7.4 Magasins en ligne FPV .....                           | 203        |



|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 7.5 Sites Internet FPV ..... | 206 |
|------------------------------|-----|



## 1. 1/ INTRODUCTION



Le FPV est encore une activité très récente réservée aux **bidouilleurs** et devient de plus en plus accessible à des néophytes grâce aux drones prêts à voler commercialisés par Parrot ou DJI par exemple.

Aujourd'hui la **FFAM** comptabilise environ **200 pilotes licenciés** au travers de ses différentes associations affiliées. Quand on regarde le nombre d'abonnés sur les différents médias dédiés au FPV, la communauté de pilotes de FPV Racer est probablement inférieure à **9000 personnes en France**.

La courbe d'apprentissage pour apprendre à construire son premier drone et le piloter est aujourd'hui assez longue. En effet, outre l'apprentissage des différentes pièces, leur utilité, la manière de les connecter et leur configuration, il est utile d'avoir des capacités en soudure, en modélisation et impression 3D.

Il existe très peu de support d'apprentissage, seules les [vidéos Youtube](#) et quelques sites (en anglais la plupart du temps) constituent aujourd'hui une mine d'or pour apprendre de manière autodidacte.

Ce Wiki dédié au FPV a comme objectif de rendre accessible la pratique aux plus nombreux en structurant les informations disponibles sur Internet.

Le contenu de ce Wiki est collaboratif, quiconque peut contribuer à la qualité de son contenu, n'hésitez pas à apporter vos connaissances sur les chapitres que vous jugerez incomplets. Ce wiki est fait pour cela !

**Voici les grands thèmes qui structurent ce guide :**

| Chapitre       | Description   |
|----------------|---|
| Matériels      | La description de l'ensemble du matériel nécessaire pour construire un drone et le piloter. |
| Micrologiciels | Une synthèse de l'ensemble des micrologiciels embarqués sur les contrôleurs de vol.         |

|            |  |
|------------|--|
| Logiciels  | La description de l'ensemble des logiciels du marché : Simulateurs, logiciels de configuration |
| Guides     | Les guides pour débuter en FPV, comprendre la loi, les origines du FPV.                        |
| Pratique   | Toutes les astuces autour de la pratique du vol de drone.                                      |
| Annuaire s | Des annuaires de sites, chaînes Youtube, groupes Facebook, magasins en ligne, associations.    |
| Tutoriels  | Des pages de tutoriels spécifiques par matériel.   |

## 1.1 Contributeurs du projet

Ce guide du FPV est ouvert à toutes les contributions, n'hésitez pas à l'enrichir, il a été conçu pour cela. Sans vos contributions, le projet ne serait pas viable dans la durée.

Si vous ne savez pas comment contribuer à ce Wiki, un guide est disponible et vous détaille toutes les manières de contribuer.

Merci à tous ceux et celles qui contribuent à partager leurs connaissances et à enrichir ce Wiki tant au niveau qualitatif qu'au niveau quantitatif :

- Ludovic Toinel 1460 (il y a moins d'une minute)
- Gautier Hankenne 61 (il y a 91 jours)
- Romain Abadie 56 (il y a 510 jours)
- charly kolan 10 (il y a 344 jours)
- Moot 7 (il y a 753 jours)
- Thibaut Le Mouel 6 (il y a 105 jours)
- Elouan Jorrand 5 (il y a 1008 jours)
- QUENTIN James 5 (il y a 937 jours)
- fanf 4 (il y a 369 jours)
- Garcia Denis 3 (il y a 441 jours)
- Tobus 3 (il y a 1049 jours)
- Cosnong 2 (il y a 207 jours)
- Mayet 2 (il y a 293 jours)
- .AleX. 1 (il y a 1067 jours)
- Hotfender 1 (il y a 1101 jours)
- Hugues Grelier 1 (il y a 989 jours)
- Jean Riche 1 (il y a 394 jours)
- Marouen HAMMAMI 1 (il y a 297 jours)
- Requile Florian 1 (il y a 985 jours)
- Serna jeremy 1 (il y a 998 jours)
- Stéphane Le Marec 1 (il y a 726 jours)

Cette liste est dynamique et évolue tous les jours. **N'hésitez pas à créer un compte pour rejoindre la communauté et contribuer au contenu de ce Wiki !**

## 1.2 Acronymes, termes et glossaire

Vous retrouverez dans cette partie l'ensemble des acronymes, termes et glossaire associés à l'univers du FPV.

| Acronymes         | Description   |
|-------------------|---|
| <b>Access</b>     | "Advanced Communication Control Elevated Spread Spectrum" : Il s'agit du nom du protocole radio utilisé par le matériel FRSky.                                      |
| <b>Accro Mode</b> | Le mode accro permet de piloter votre multi-rotor sans aucune assistance de la carte de vol. C'est le mode utilisé par tous les pilotes confirmés.                  |
| <b>Air Mode</b>   | L'air mode est une fonction généralement embarquée dans le contrôleur de vol pour permettre de faire tourner les hélices même quand le manche des gaz est sur zéro. |
| <b>Angle Mode</b> | L'Angle mode est un mode stabilisé utilisant à la fois le gyroscope et l'accéléromètre.   |
| <b>AR(T)F</b>     | "Almost Ready To Fly" : Drone pratiquement prêt pour le vol. Bien lire la description pour savoir ce que le pack contient.  |
| <b>Bando</b>      | Un "Bando" consiste à faire du freestyle dans un bâtiment abandonné.  |
| <b>BEC</b>        | "Battery Eliminator Circuit" : le BEC est destiné à fournir une alimentation à d'autres composants.   |
| <b>BF</b>         | Diminutif de Betaflight.  |
| <b>Bind</b>       | Processus d'association d'un récepteur RF à un émetteur RF.   |
| <b>BNF</b>        | "Bind and Fly" : Associez le récepteur à votre radiocommande et volez. Ce pack contient donc tout sauf la télécommande.   |
| <b>BVLOS</b>      | "Beyond Visual Line Of Sight" : vol hors vue du télépilote.   |
| <b>CCW</b>        | "Counterclockwise" : Sens inverse des aiguilles d'une montre.   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>CW</b>           | "Clockwise" : Sens des aiguilles d'une montre.  |
| <b>Cinewhoop</b>    | Mini drone capable de prendre des vidéos en haute définition.   |
| <b>Cutoff</b>       | Fréquence de coupure d'un filtre.   |
| <b>Death Roll</b>   | Terme utilisé quand un drone se met à vriller jusqu'à se cracher au sol.  |
| <b>Dive</b>         | Plongeon du drone vers l'avant.   |
| <b>DVR</b>          | "Digital Video Recorder" ou enregistreur vidéo numérique.   |
| <b>ESC</b>          | "Electronic Speed Controller" : Il s'agit du composant électronique permettant de contrôler un ou plusieurs rotors. |
| <b>FC</b>           | "Flight controller" ou contrôleur de vol : il s'agit du circuit électronique en charge de la stabilité du drone.    |
| <b>FFAM</b>         | Fédération Française d'aéromodélisme.   |
| <b>Flow</b>         | Capacité de voler de manière fluide et sans à-coups.  |
| <b>FPV</b>          | "First Person View" : terme généralement utilisé comme raccourcis au "Pilotage de multi-rotors en FPV".             |
| <b>Failsafe</b>     | Mode de secours du drone permettant de le faire atterrir automatiquement selon un scénario configuré préalablement. |
| <b>Glitch</b>       | Terme utilisé pour désigner une interférence de signal vidéo visible depuis un masque ou une paire de lunettes.     |
| <b>Jello effect</b> | Il s'agit du nom donné aux vagues sur la vidéo causée par les vibrations du drone.                                  |
| <b>LiPo</b>         | Batterie de type Lithium Polymère   |
| <b>Magic Smoke</b>  | Il s'agit du nom de la fumée qui se dégagerait d'une manière inattendue d'un quad.                                  |
| <b>OSD</b>          | "On Screen Display" : affichage d'informations à l'écran.   |

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>PID</b>         | "Proportional Integral Derivative" (Proportionnelle, Intégrale, Dérivée) : Il s'agit des réglages permettant de modifier la réactivité de votre drone aux instructions de vol.  |
| <b>PNP</b>         | "Plug aNd Play" : Brancher et utiliser. Un pack qui ne comporte pas de télécommande, de récepteur, de batterie, et de chargeur.   |
| <b>Propwash</b>    | Le quad semble faire des rebonds rapides après un tournant serré ou un dive.  |
| <b>Punchout</b>    | Augmentation rapide de la manette des gaz (throttle), fait monter rapidement le quad en altitude.   |
| <b>RF</b>          | Radio-Fréquence: onde radio pour la communication de la télécommande et du drone.   |
| <b>VTX</b>         | "Video Transmitter" : transmetteur vidéo embarqué sur le multi-rotors.  |
| <b>RSSI</b>        | "Received Signal Strength Indication" : Indicateur de la qualité du signal radio reçu.  |
| <b>RTF</b>         | "Ready to fly" : il s'agit un multi-rotor déjà configuré et prêt à voler. Ce pack contient tout, il ne faut rien acheter d'autre.   |
| <b>RTH</b>         | "Return to home" : il s'agit d'une fonctionnalité offerte par Betaflight pour permettre un retour automatique du drone à sa position de décollage en utilisant le GPS embarqué. |
| <b>Sticks</b>      | Manettes de la radiocommande.   |
| <b>UAV</b>         | "Unmanned Aerial Vehicle" : Aéronef volant.   |
| <b>VLOS</b>        | "Visual Line Of Sight" : Vol à vue.   |
| <b>Yaw washout</b> | Réaction lorsque le quad décroche et tourne sur le lacet (yaw, souvent de l'arrière) après un dive par exemple.   |

## 1.3 Roadmap du projet

Le projet a démarré en octobre 2018. Son objectif est d'aboutir sur un document numérique libre qui permette à quiconque qui souhaite se lancer dans le FPV d'avoir toutes les informations nécessaires pour apprendre rapidement les concepts autour du FPV.

Voici en synthèse la roadmap du projet qui a démarré début octobre 2018.

La publication de la V1.0 de ce guide sera réalisée dès que le contenu de cet eBook sera suffisamment complet.



## 1.4 Partenaires

Wiki-FPV est un projet communautaire, sans soutien ce projet n'existerait pas.

### 1.4.1 Partenaires Web

Ces sites soutiennent le projet Wiki-FPV :

|   |  |
|---|--|
|    | <p><a href="#">Geeek</a> est un blog high tech maintenu par Ludovic Toinel, initiateur et hébergeur du projet <b>Wiki-FPV</b>.</p>   |
|    | <p>FPV Report est un blog dédié au FPV et animé par QUENTIN James.</p>   |
|   | <p><a href="#">Culture FPV</a> est le portail de la culture du drone, FPV ou non. Tutoriels, reviews, vidéos de vols, pilotes freestyle, tout ce qui touche aux drones racers.</p>                       |
|  | <p><a href="#">WeAreFPV</a> est un blog dédié au vol en immersion (drone FPV, multirotor, aile volante, etc.) et au modélisme en général. Il héberge aujourd'hui le forum francophone le plus actif.</p> |
|  | <p><a href="#">Opentx-doc</a> est un site dédié à la documentation française d'OpenTX. Il contient d'excellents articles très précis sur OpenTX.</p>   |

*N'hésitez pas à enrichir cette liste avec vos sites en échange d'un lien, cette liste est faite pour cela 😊*

### 1.4.2 Partenaires Associatifs

Ces associations soutiennent le projet Wiki-FPV :



[LiveYourDrone](#) est une association localisée à proximité de Nantes dédiée dans le pilotage de multi-rotors. Elle est attachée à la fédération FFAM et contient aujourd'hui pas moins de 30 membres.

Vous pouvez contacter Requile Florian pour toute demande d'information concernant l'association.

### 1.4.3 Partenaires professionnels

Vous souhaitez soutenir Wiki-FPV ? N'hésitez pas à nous contacter !

## 1.5 Les origines du FPV

Le FPV a aujourd'hui plus de 10 années, les premiers vols de FPV largement diffusés sur Youtube proviennent de l'équipe Team BlackSheep qui bricolait des ailes volantes équipées de caméras à l'époque.

Depuis les choses ont beaucoup évoluées, la gamme de produits s'est diversifiée, la pratique est devenue de plus en plus accessible.

### 1.5.1 2008 : Premier vol en FPV avec un enregistrement vidéo

Les pionniers du FPV sont probablement de l'équipe TBS qui diffusent dès 2008 leurs premiers enregistrements vidéo grâce à une aile volante conçue de manière artisanale.



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=mVBYAHsvOe0>

A l'époque, la **Team Black Sheep** était une bande de passionnées qui s'amusaient à publier des vidéos prises à l'aide d'ailes volantes fabriquées de manière artisanale.

Ils étaient réputés grâce à leurs vidéos "long range" qui faisaient le tour du monde à l'époque. Ils pouvaient voler dans toutes les capitales du monde sans se faire arrêter, ils étaient vus comme des extraterrestres.

Depuis, la **Team Black Sheep** est devenue une société localisée à Hong Kong fabriquant et commercialisant du matériel haut de gamme pour le FPV : TBS Discovery, TBS Unify, TBS Oblivion, TBS Crossfire ...

Voici une interview de Trappy l'un des co-fondateurs de Team Black Sheep qui explique l'aventure de TBS :



Sorry, the widget is not supported in this export.

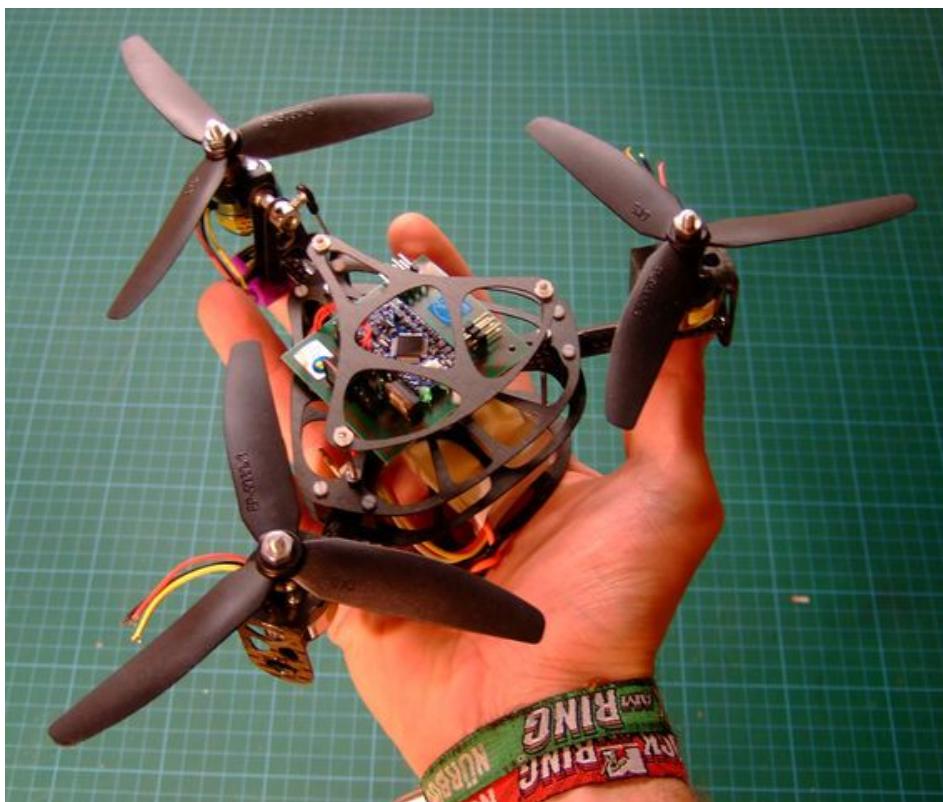
But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=oh-G\\_dIVZi4](https://www.youtube.com/watch?v=oh-G_dIVZi4)

## 1.5.2 2010 : Le premier mini tri-rotor Opensource prend son envol

Le FPV est une pratique très récente, le premier multi-rotors connu doté d'un accéléromètre et d'un contrôleur de vol est la [Shrediquette](#) créée par [William Thielicke](#).

Il s'agissait d'un tri-rotor qui fonctionnait grâce à un microcontrôleur ATmega32 et d'un micrologiciel écrit en Bascom. L'ensemble du code et de la PCB étaient à l'époque disponible en libre téléchargement.



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://vimeo.com/11061240>

## 1.5.3 2011 : Multiwii voit le jour

C'est en 2011 que voit le jour le projet [MultiWii](#) initialisé par un parisien : AlexInParis

MultiWii deviendra ensuite BaseFlight par son même créateur en 2014 puis CleanFlight et ensuite Betaflight en 2016.

Betaflight est aujourd'hui le micrologiciel que l'on retrouve dans la majorité des multi-rotors du marché.



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=wLWOZlv6uLI>

#### 1.5.4 2014 : La première course outdoor

Les premières personnes qui ont fait connaitre le FPV racing dans le monde sont des habitants de la petite commune d'Argonay, petite commune au nord d'Annecy.

Le phénomène s'est fait connaitre grâce à une vidéo publiée sur Youtube le 30 septembre 2014 dans laquelle on se retrouve immergé dans une course des drones équipés de LED dans une forêt.

La vidéo sera largement partagée sur les médias et **dépassera bientôt les 4 millions de vues.**



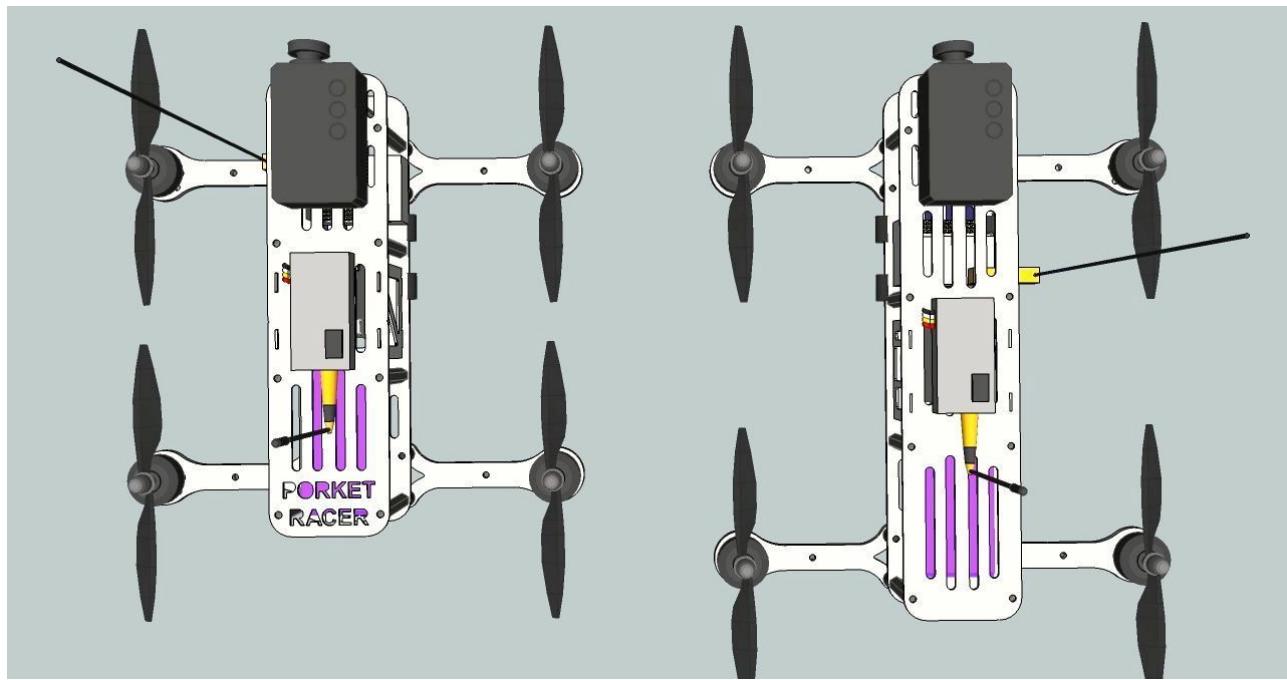
Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZwL0t5kPf6E>

A l'époque, la majorité des multirotors avaient des châssis en forme de H, forme progressivement remplacée par des châssis en X et en bus avec le temps.

L'une des frames les plus utilisées de l'époque était la "Porket" qui était fabriquée et distribuée de manière artisanale par des passionnées.



**Marc Porral, Alias Red Baron**, fait parti de la première génération de Youtubeurs à partager leurs vidéos de FPV pendant cette période.

### 1.5.5 Pour en savoir plus

Game One a depuis, publié trois excellents reportages autour de la thématique du drone, je vous recommande fortement le visionnage de ces vidéos pour connaitre mieux les origines du FPV.

De courtes vidéos sont mieux que de longs paragraphes.

#### Reportage sur les drones et le FPV racing



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=le95HSnHfEg&index=1&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe\\_LyDkPzLF9ZSIk](https://www.youtube.com/watch?v=le95HSnHfEg&index=1&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe_LyDkPzLF9ZSIk)

#### Game of drones



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=XrJmPPZgrNU&index=2&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe\\_LyDkPzLF9ZSlk](https://www.youtube.com/watch?v=XrJmPPZgrNU&index=2&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe_LyDkPzLF9ZSlk)

## Race le documentaire



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=s8SM3i-02RQ&index=3&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe\\_LyDkPzLF9ZSlk](https://www.youtube.com/watch?v=s8SM3i-02RQ&index=3&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe_LyDkPzLF9ZSlk)

## 1.6 La législation française du FPV

- ⚠️  Cette page est à rafraîchir avec l'ensemble des dernières informations concernant les nouvelles législations Européennes.  
[https://www.lemonde.fr/pixels/article/2020/07/06/drones-la-signalisation-electronique-des-appareils-devient-obligatoire\\_6045377\\_4408996.html](https://www.lemonde.fr/pixels/article/2020/07/06/drones-la-signalisation-electronique-des-appareils-devient-obligatoire_6045377_4408996.html)

### 1.6.1 Introduction

Le pilotage d'aéronefs radiocommandés sans personnes à bord est contrôlé par des lois en France définissant les bonnes conduites à respecter pour minimiser les incidents et assurer le respect de la vie privée.

Malheureusement, la démocratisation du pilotage d'aéronef radiocommandés rend accessible le hobby à de nombreuses personnes qui ne sont pas toujours familiers avec les consignes de sécurité.

### 1.6.2 Que dit la législation FRANÇAISE ?

La législation française actuelle restreint le pilotage des drones afin d'assurer la sécurité civile. Voici les **10 règles à respecter** si vous pilotez un multirotor en tant qu'amateur :

1. Je ne survole pas les personnes.
2. Je respecte les hauteurs maximales de vol.
3. Je ne perds jamais mon drone de vue et je ne l'utilise pas la nuit.
4. Je n'utilise pas mon drone au-dessus de l'espace public en agglomération.
5. Je n'utilise pas mon drone à proximité des aérodromes.
6. Je ne survole pas de sites sensibles ou protégés.
7. Je respecte la vie privée des autres.
8. Je ne diffuse pas mes prises de vues sans l'accord des personnes concernées et je n'en fais pas une utilisation commerciale.
9. Je vérifie dans quelles conditions je suis assuré pour la pratique de cette activité.
10. En cas de doute, je me renseigne.

Voici la vidéo du gouvernement présentant ces 10 règles à respecter :



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=t2F1rNtfk08>



Deux textes d'application de la loi « Drones » 2016-1428 viennent d'être publiés :

- À partir du 26 décembre 2018 les aéronefs télépilotés de 800g ou plus devront être enregistrés par leur propriétaire sur AlphaTango, le portail public des utilisateurs d'aéronefs télépilotés.
- À partir du 26 décembre 2018, les télépilotes d'aéronefs télépilotés de 800g ou plus utilisés à des fins de loisir devront avoir suivi une formation

Cette formation peut être :

- La formation Fox AlphaTango proposée par la DGAC.
- Une formation dispensée par la FFAM ou l'UFOLEP reconnue comme équivalente par la DGAC.

L'ensemble des éléments liés à la législation autour du pilotage de drones est [documenté sur le site "Ecologique Solidaire"](#).

Afin de simplifier la compréhension des lois, deux documents sont mis à disposition :



[Guide\\_aeromodel...s\\_de\\_loisir.pdf](#)



[USAGE\\_DRONE\\_DE...IR\\_corrigé.pdf](#)

### 1.6.3 Que dit la nouvelle législation EUROPÉENNE ?

Afin d'obtenir une base réglementaire commune à toute l'Europe, l'EASA a publié la réglementation européenne qui prendra effet à **partir du 31 décembre 2020**.

Cette base réglementaire est très bien décrite au travers de cette infographie réalisée par [StudioSport](#) :

## Catégories d'exploitations

Tous les drones doivent être équipés de leur étiquette d'identification de catégorie.

### Ouverte - risque faible - vol à vue - 120m de hauteur

#### Risque A1 (<900g)

Je vole toujours à vue  
Je vole à une hauteur de 120m max  
Je passe une formation en ligne (puis examen en 40 QCM)  
Je peux survoler des personnes\*

##### → Catégorie C0 (Mavic Mini)

Drone de moins de **250g**  
Vitesse max de 19m/s  
\*Survol autorisé sauf regroupement de personnes  
Déclaration en ligne du drone (uniquement si un système d'identification à distance est présent).  
Drone CE

##### → Catégorie C1 (Mavic Air, Mavic Pro ou Anafi)

Drone de moins de **900g**  
Vitesse max de 19m/s  
\*Survol non volontaire toléré sauf regroupement de personnes  
Système d'identification à distance + signaux lumineux  
Système de geovigilance NFZ  
Déclaration en ligne du drone  
Drone CE

##### → DIY

Drone de moins de **250g**  
Vitesse max de 19m/s

#### Risque A2 (<4kg)

Je vole toujours à vue  
Je vole à une hauteur de 120m max  
Je ne survole jamais des personnes  
**Je vole à une distance de 30m minimum d'une personne\*\***  
\*\* Saut en mode basse vitesse (3m/s) la distance est de 5m  
**Je suis titulaire d'un brevet d'aptitude composé :**

D'une formation en ligne (puis examen en 40 QCM)  
**D'un examen théorique complémentaire (30 QCM)**  
**D'un examen en centre DGAC**

##### → Catégorie C2 (Phantom, Mavic 2 Pro,...)

Drone de moins de **4Kg**  
Vitesse max de 19m/s  
Système d'identification à distance + signaux lumineux  
Système de geovigilance NFZ  
Déclaration en ligne du drone  
Drone CE  
**Captif de moins de 50m autorisé**  
**Système FailSafe**  
**Follow Me à 50m max**  
**Dimensions inférieures à 3m**

#### Risque A3 (<25kg)

Je vole toujours à vue  
Je vole à une hauteur de 120m max  
Je ne survole jamais des personnes  
**Je vole à une distance de 150m minimum d'habitations ou zones commerciales, industrielles ou récréatives.**  
Je suis titulaire d'un brevet d'aptitude composé :

D'une formation en ligne (puis examen en 40 QCM)  
D'un examen théorique complémentaire (30 QCM)

##### → Catégorie C3 (Matrice 600)

Drone de moins de **25Kg**  
Vitesse max de 19m/s  
Système d'identification à distance + signaux lumineux  
Système de geovigilance NFZ  
Déclaration en ligne du drone  
Drone CE  
Captif de moins de 50m autorisé  
Système FailSafe  
Follow Me à 50m max  
**Dimensions inférieures à 3m**

##### → Catégorie C4

Drone de moins de **25Kg**  
Pas de modes de contrôle automatique sauf stabilisation  
Déclaration en ligne du drone  
**DIY**  
Drone de moins de **25Kg**  
Déclaration en ligne du drone

### Spécifique - risque plus élevé

J'ai l'approbation de la DGAC pour l'exploitant et pour le drone  
Je vole à moins de 120m de hauteur  
Je me conforme à un scénario :

→ S2 ou S3

### Certifié - risque élevé - transport de colis ou de personnes

## A propos du FPV

Le drone FPV est un vol que l'on nomme BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight - hors vue du télépilote) contrairement au VLOS (Visual Line Of Sight - Vol à vue).

Dans le cas du FPV "Do It Yourself", vous rentrez soit dans la sous-catégorie A1 - DIY si votre drone fait moins de 250g, soit dans la sous-catégorie A3 si celui-ci est au dessus.

La majorité des pilotes possèdent des drones supérieurs à 250g, la déclaration en ligne du drone, et l'obtention d'un brevet sera donc obligatoire.

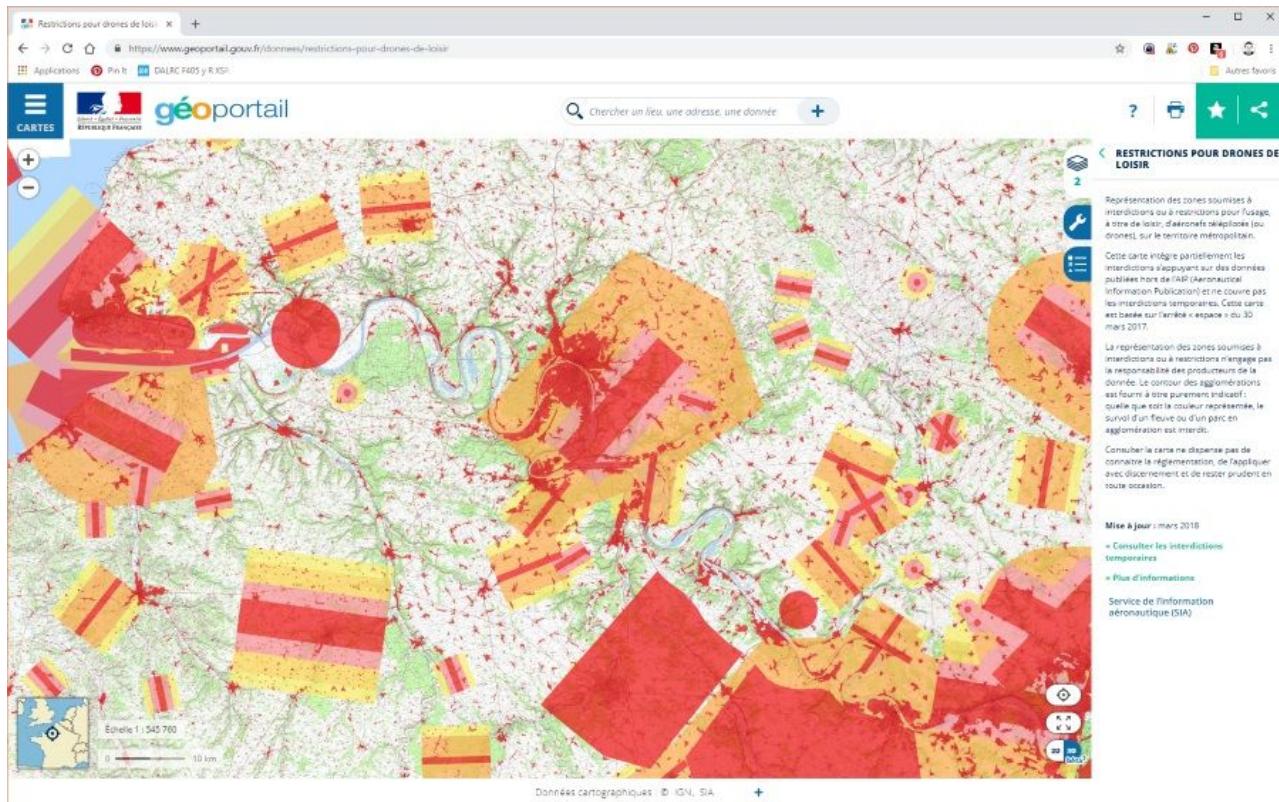
Les clubs d'aéromodélismes peuvent avoir des autorisations spéciales afin d'organiser des courses avec du public. Si vous n'êtes pas dans un clubs, vous devrez plus que probablement vous conformer aux exigences de la sous-catégorie A3.

Si vous voulez faire du vol FPV, il est autorisé tant qu'il y a un·e observatrice/eur qui est en contact direct avec la/le pilote. Cette personne doit alors toujours garder le drone FPV en visuel et doit être en communication directe avec la/le pilote afin de lui permettre de communiquer les dangers.

## 1.6.4 CONNAITRE LES ZONES DE VOL en France

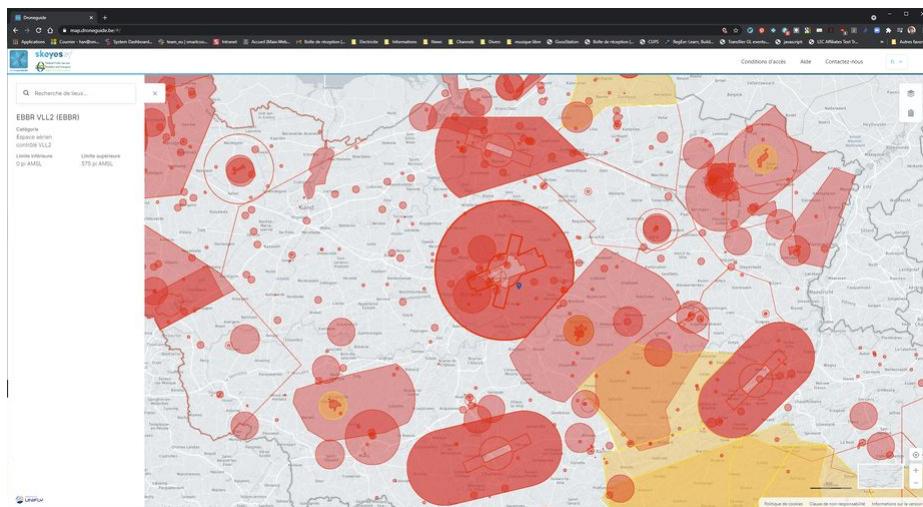
Pour connaitre avec exactitude les zones de vol autorisées en France et l'altitude à respecter, rendez-vous sur [le GéoPortail](https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/restrictions-pour-drones-de-loisir) qui détaille région par région l'altitude à respecter si la zone est autorisée de vol.

L'altitude affichée n'est pas toujours celle autorisée pour le pilotage en mode FPV, l'altitude maximale à respecter en FPV est limitée à 50m.

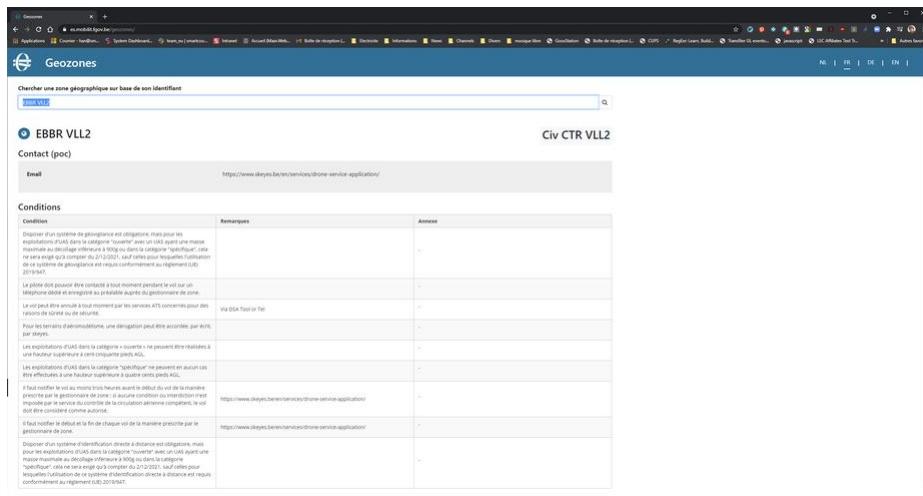


## 1.6.5 Connaitre les zones de vol en Belgique

[Droneguide](#) est la carte pour connaitre les différentes zones où des restrictions s'appliquent. En cliquant sur une zone, un ou plusieurs code(s) s'affiche(nt).



Il faut aller sur le site des [Geozones](#) et entrer le code précédent pour trouver les limitations et le moyen de demander des autorisations.



| Conditions   | Remarques   | Annexe |
|--|---|--------|
| Disposer d'un système de géolocalisation et déplacement à trois places. Les dispositifs doivent être classés dans la catégorie "humeur" avec un IAS jusqu'à une masse maximale au décollage inférieure à 500g ou dans la catégorie "petit plaisir". Cela ne peut pas être effectué avec un drone de moins de 250g. La certification de ce système de géolocalisation est requise conformément au règlement (UE) 2019/947.  |   |        |
| Le pilote doit pouvoir être contacté à tout moment pendant le vol sur un téléphone dédié et enregistré au préalable auprès du gestionnaire de zone.  |   |        |
| Le vol peut être envoié à tout moment par les services ATS concernés pour des raisons de sécurité ou de sécurité.  |   |        |
| Pour les terrains d'atterrissements, une dérogation peut être accordée par écrit, par steams.  |   |        |
| Les explications d'usage dans la catégorie "ouverture" ne peuvent être réalisées à l'aide d'un système de géolocalisation.   |   |        |
| Les explications d'usage dans la catégorie "hybridité" ne peuvent en aucun cas être effectuées à une hauteur supérieure à quatre cent pieds AGL.   |   |        |
| Il faut noter le vol au moins trois heures avant le début du vol de la dernière phase de l'exploitation. Il faut également noter que si l'exploitation n'est pas interrompue par le service du contrôle de la circulation aérienne complète, le vol peut être effectué à tout moment.  | <a href="https://www.dgegis.be/en/services/drone-service-application/">https://www.dgegis.be/en/services/drone-service-application/</a> |        |
| Il faut noter le début et la fin de chaque vol de la manière prescrite par le gestionnaire de zone.  | <a href="https://www.dgegis.be/en/services/drone-service-application/">https://www.dgegis.be/en/services/drone-service-application/</a> |        |
| Disposer d'un système d'identification directe à distance en déplacement, mais pour les dispositifs (IAS), dans la catégorie "humeur", avec un IAS jusqu'à une masse maximale au décollage inférieure à 500g ou dans la catégorie "petit plaisir". Cela ne peut pas être effectué avec un drone de moins de 250g. La certification pour lesquelles l'utilisation du système d'identification directe à distance est requise conformément au règlement (UE) 2019/947. |   |        |

La Belgique étant un petit pays avec 5 aéroports civils et plusieurs héliports, les zones sans limitations sont très limitées.

Pour voler à Bruxelles, par exemple, vous êtes sur la zone EBBR (Aéroport de Bruxelles) VLL2 (Very Low Level - très bas niveau). Il vous sera donc demandé une autorisation pour y voler, autorisation à demander 3 heures à l'avance sur le [DSA Planner de Skeyes](#). Pour cela vous devez être enregistré comme exploitant et pilote de drone.

## 1.6.6 Les spécificités du FPV

Le pilotage d'aéronef en FPV est plus contraignant que le pilotage à vue.

Le pilotage en FPV requiert en plus des autres règles :

- De piloter à une **hauteur maximum de 50 mètres** même si la zone survolée autorise 120 mètres.

- D'être accompagné par **une seconde personne** capable de faire atterrir le drone en cas de danger immédiat.

⚠ Le pilotage de drone FPV en solitaire est donc considéré comme interdit en extérieur, tout comme le "Long Range" pratiqué souvent en montage.

### 1.6.7 La formation AlphaTango

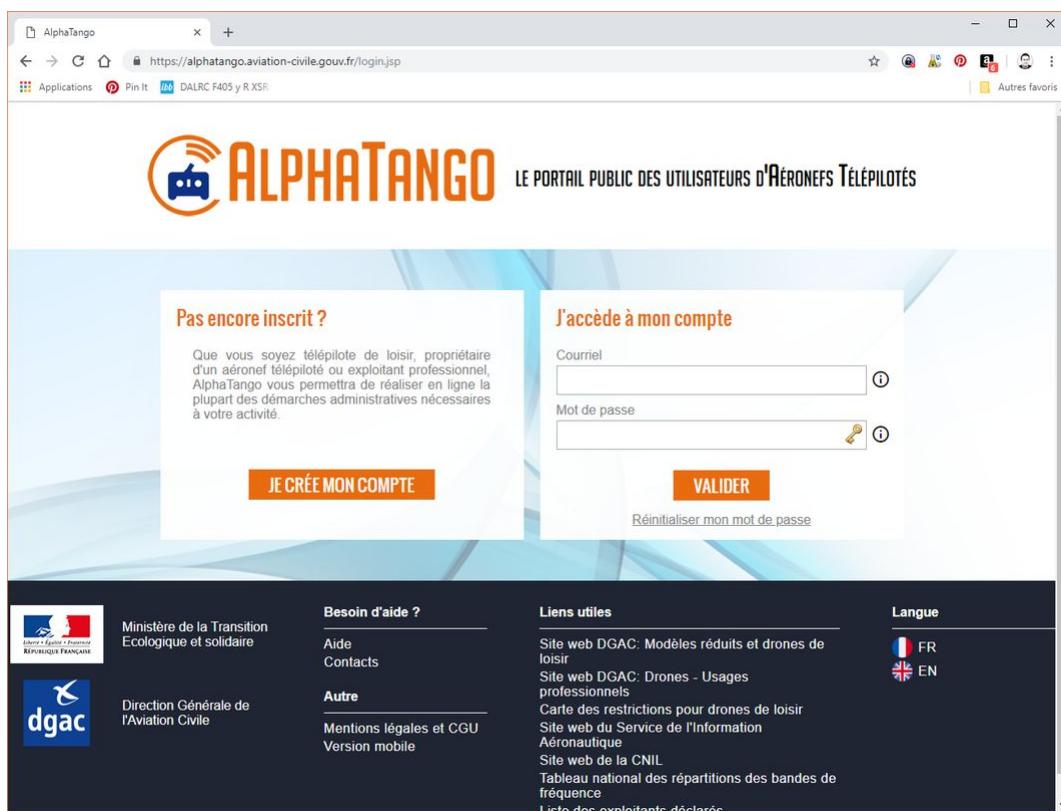
Si vous souhaitez piloter des drones de **plus de 800 grammes**, [le portail Internet AlphaTango](#) proposée en ligne gratuitement par la DGAC vous permet :

- De vous déclarer comme pilote
- D'enregistrer votre aéronef
- De passer gratuitement la formation.

La certification AlphaTango est valable pour une durée de 5 ans, même si celle-ci est obligatoire pour les drones de plus de 800 grammes, elle est fortement conseillée pour les pilotes de loisir.

⚠ En cas de contrôle par la DGAC :

- Le **numéro d'immatriculation DGAC** doit pouvoir être consulté sur votre aéronef à 30 cm de distance.
- Votre **justificatif de formation** au format papier ou numérique doit pouvoir être présenté.



## 1.6.8 La formation de télépilote FFAM

La Fédération française d'aéromodélisme met à disposition gratuitement une **formation de télépilote d'aéromodèle**.

Cette formation est disponible gratuitement aux licenciés de la FFAM, elle est constituée de différents modules :

- Introduction : pourquoi une réglementation ?
- Qui est concerné : les aéromodélistes ?
- Quels aéromodèles sont autorisés à évoluer ?
- Comment piloter son aéromodèle ?
- Où puis-je utiliser mon aéromodèle ?
- Quand puis-je utiliser mon aéromodèle ?
- Quelles actions sont autorisées ?
- Quels sont les risques en cas d'infraction ?
- Assurance fédérale

Cette formation est plus adaptée aux pilotes d'aéromodèles pilotant dans un cadre associatif que la formation DGAC qui reste très généraliste.

- ✓ L'attestation délivrée par la FFAM possède la même valeur légale à la formation délivrée par la DGAC dans le cadre du pilotage d'aéronef de plus de 800g. Elle possède aussi une durée de validité de 5 ans.

### 1.6.9 Quelles sont les sanctions ?

La loi française prévoit de sanctionner une personne qui fait voler un drone au-dessus d'une zone interdite jusqu'à **75 000 euros** d'amende et un an de prison ferme.

Aujourd'hui on peut constater des [amendes de l'ordre de 500€](#) et des confiscations de matériels par les personnes qui ne respectent pas la loi.

| Infraction réalisée  | Prison | Amende   |
|--|--------|----------|
| Utiliser son aéromodèle de façon non conforme aux règles édictées en vue d'assurer la sécurité   | 1 an   | 75 000 € |
| Survoler par maladresse ou négligence une zone du territoire français ayant une interdiction de survol   | 6 mois | 15 000 € |
| Survoler volontairement une zone du territoire français ayant une interdiction de survol ou s'il refuse de se conformer aux injonctions de l'autorité administrative | 1 an   | 45 000 € |
| Commettre volontairement une violation de la vie privée  | 1 an   | 45 000 € |

### 1.6.10 Et à l'étranger ?

Dans certains pays, vous pouvez vous retrouver à faire de la prison ferme en cas de survol de site illégal ou d'import de drone dans le pays.

Vérifiez toujours les lois locales du pays avant d'y apporter votre matériel, cela vous évitera quelques écueils avec la police locale.

## 1.7 Comment débuter dans le FPV ?



### 1.7.1 Par où commencer ?

Le plus frustrant pour un pilote débutant est de casser son multi-rotor lors de ses premiers vols.

Il est donc conseillé d'acheter une [radiocommande](#) et s'entraîner d'abord sur un [simulateur](#) comme Liftoff sur Steam. Cela vous permettra d'acquérir les bases (vol en accro) et de limiter les crash lors de vos premiers vols.

Dès que vous avez acquis un minimum de compétences sur simulateur, il est conseillé de **construire son propre drone** pour être en mesure de **le réparer en cas de crash**. Pas de panique, rien de bien compliqué dans cette entreprise et les nombreux tutoriels vidéo sur la toile vous y aideront tout comme ce guide.

Les drones préconstruits ([ou BNF pour "Bind And Fly"](#)) sont une solution alternative à moindre coût. Attention toutefois, un drone nécessitera de la maintenance, donc un minimum de connaissances techniques pour changer les pièces défectueuses ou cassées suite à un crash. Un montage "maison" permet d'acquérir l'expérience nécessaire et rendre trivial ce genre de travaux.

En termes de taille de châssis, vous pouvez démarrez avec un petit drone de type 2 pouces qui vous permettra d'apprendre rapidement tout en évitant au maximum la casse en cas de chute. Sachez que plus vous êtes débutant, plus il vous faudra un espace libre important pour apprendre à voler.

### 1.7.2 Sur quels équipements investir ?

Un masque (ou lunettes) et une radiocommande de qualité vous suivront plusieurs années sans problème, donc vous avez tout intérêt à investir dans du matériel de qualité dès le début.

Pour votre premier achat, choisissez une radiocommande de bonne qualité. Taranis est une marque reconnue, très utilisée dans le hobby et utilise le logiciel OpenTX open source et très performant.

- La QX7 ou la QX7S sont de bons modèles pour le quadrioptère.
- La nouvelle X-Lite est parfaite si vous aimez le format manette de jeu.
- La X9D est un modèle de référence qui n'est pas forcément utile si vous débutez.

Au niveau du masque ou lunettes, le mieux est d'essayer si vous le pouvez. La taille des écrans est variable en fonction des modèles et chacun a sa préférence. Certaines personnes ne jurent que par les masques et d'autres les lunettes.

Fatshark est la marque haut de gamme (et chère). Des alternatives moins chères, comme Skyzone ou Eachine offrent des produits de qualité.

- ⓘ Plus récemment, DJI a créé une rupture technologique et commercialise des casques équipés d'un système de diffusion vidéo 100% numérique. Ces casque offrent un rendu vidéo d'une qualité plus importante que les casques utilisant des flux vidéos analogiques, mais le coût du casque reste encore un frein important dans l'adoption de cette technologie.

De plus, il est nécessaire de changer son transmetteur vidéo (VTX) et sa caméra pour voler avec ce genre de matériel.

### 1.7.3 Quel est le budget nécessaire pour démarrer ?

Si l'on additionne l'ensemble des composants, la fourchette du coût de la construction du drone seul tourne environ entre 150€ et 400€ en fonction du matériel choisi.

|                             | <b>Bas de gamme</b> | <b>Haut de gamme</b>    |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|
| <b>Masque ou lunettes</b>   | 50€                 | 500€                    |
| <b>Radiocommande</b>        | 50€                 | 250€                    |
| <b>LiPo 4 cellules (4S)</b> | 20€                 | 40€                     |
| <b>Chargeur LiPo</b>        | 20€                 | 200€ (chargeur Quattro) |
| <b>Drone</b>                | 150€                | 400€                    |
| <b>TOTAL</b>                | <b>320€</b>         | <b>1400€</b>            |

Au final, prévoyez un budget de 320€ à 1400€ en fonction de la qualité du matériel retenu.

### 1.7.4 Où commander son matériel ?

Il existe de nombreux magasins sur la toile, je vous conseille d'aller voir [cette liste de revendeurs](#). Il existe aussi un excellent groupe sur Facebook, [le coin coin du FPV](#) sur lequel se vend énormément de matériel d'occasion.

### 1.7.5 Quels sont les sites Internet et chaines YouTube à suivre ?

Une synthèse des [meilleurs sites](#) et [chaines YouTube](#) est disponible dans [la rubrique Annuaires](#).

### 1.7.6 Où pratiquer ?

Vous pouvez pratiquer le pilotage de drone au [sein d'une association](#) sur une zone autorisée par la DGAC ou sur une zone autorisée sur le géoportail à condition [de respecter les règles](#) encadrant le pilotage de drone de loisir en France.

### 1.7.7 Soyez prudents !



- Un drone peut causer des blessures graves à cause des hélices et peut même tuer une personne lors d'un percussion à grande vitesse.
- Respectez toujours [la réglementation Française](#) afin de réduire les risques d'accident.
- N'oubliez jamais de **retirer les hélices de votre drone** lorsque vous modifiez les paramètres de celui-ci, **nombreux sont les pilotes qui ont vu leur drone décoller tout seul en jouant sur Betaflight.**

### 1.7.8 En savoir plus ...

- [CultureFPV : Guide d'achat du matériel FPV](#)

## 1.8 Quel est le matériel nécessaire ?

### 1.8.1 Introduction

Vous vous projetez dans la construction d'un drone ? Vous vous demandez quel est l'outillage nécessaire pour démarrer votre montage ?

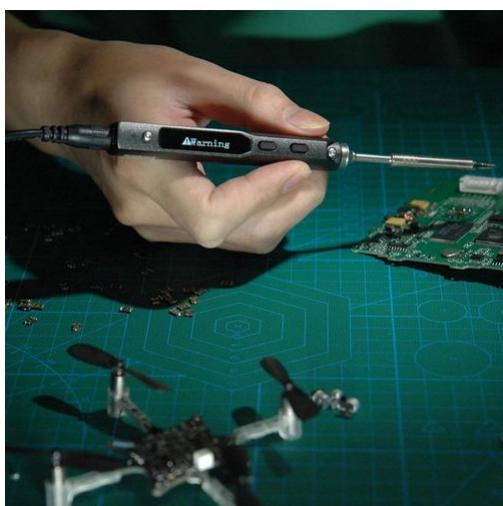
Ce chapitre a comme objectif de vous aider à comprendre le matériel minimum que vous aurez besoin pour assembler un drone.

### 1.8.2 Le matériel obligatoire

Si vous souhaitez monter votre propre drone, plusieurs outils vous seront indispensables :

- Un fer à souder
- De l'étain
- Des pinces
- Des tournevis
- Des clefs

#### Fer à souder



Si vous cherchez une référence de fer à souder, sachez que le [TS100](#) et le [TS80](#) reviennent souvent comme référence de fer à souder chez les dronistes.

Il peut se connecter très facilement en USB sur un PowerBank ou via un adaptateur sur une LiPo.

## L'étain



Vous trouverez différents rouleaux d'étain dans le commerce, le plus pratique est de l'acheter en tube pour permettre de le transporter facilement.

Préférez du fil de 1mm pour réaliser de belles soudures avec 60% d'étain et 40% de plomb et en bonus un petit pourcentage de flux (2%)

## Les pinces



Prévoyez une pince coupante à bec fin avec un léger angle pour vous permettre de découper proprement les câbles électriques après soudure.

## Les tournevis



La majorité des vis utilisées sur les drones sont hexagonaux. Prévoyez un kit de tournevis de 1.5/2/2.5 mm.

## Les clefs



Les hélices sont fixées sur les moteurs à l'aide d'écrous généralement de type M5. Prévoyez un kit de clefs pour permettre la fixation des hélices.

### 1.8.3 Le matériel optionnel

Voici une liste de matériel optionnel mais pratique

Le ruban adhésif isolant électrique (chatterton)



Le chatterton est très pratique pour fixer les derniers fils qui se baladent sur le châssis.

### **Le pistolet à colle chaude**



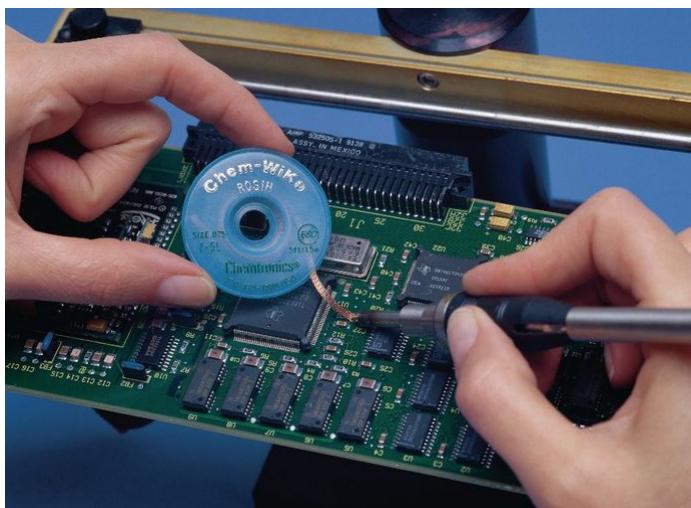
Le pistolet à colle chaude pourrait être mis dans la catégorie indispensable par certains bricoleurs. Il permet de fixer des éléments sur le châssis et réparer des antennes cassées.

## Les gaines thermorétractables



Les gaines thermorétractables ne sont pas indispensables, mais utiles si vous prévoyez de raccorder deux fils entre eux ou si vous prévoyez de réaliser vos propres connecteurs de batterie.

## La tresse à dessouder et la pompe à dessouder



La tresse à dessouder est indispensable pour permettre de retirer un composant soudé d'un circuit imprimé. La pompe à dessouder peut aussi devenir utile.

## La troisième main



Une troisième main est indispensable pour vous aider à fixer les composants électroniques pendant que vous soudez.

## Le vernis de tropicalisation



La tropicalisation de votre électronique embarquée est nécessaire pour pouvoir voler sur des zones humides afin d'éviter tout court circuit.

3 couches de vernis vous permettront de sécuriser votre drone.

- ❖ N'appliquez jamais directement une bombe de résine de tropicalisation sur votre FC, vous risqueriez de **bloquer la prise USB**. Utilisez un pinceau fin pour permettre une bonne application.  
Déposez 3 couches espacées de 20 minutes.

## 1.9 Comment réaliser de belles soudures ?

Il existe de bons tutos sur internet pour apprendre à souder au fer chaud.

Aussi, avant de démarrer la construction de votre drone, je vous conseille de tester vos soudures sur une plaque électronique de test.

Cela permettra de vous faire la main tout en vérifiant le choix de votre étain et des températures de soudure.

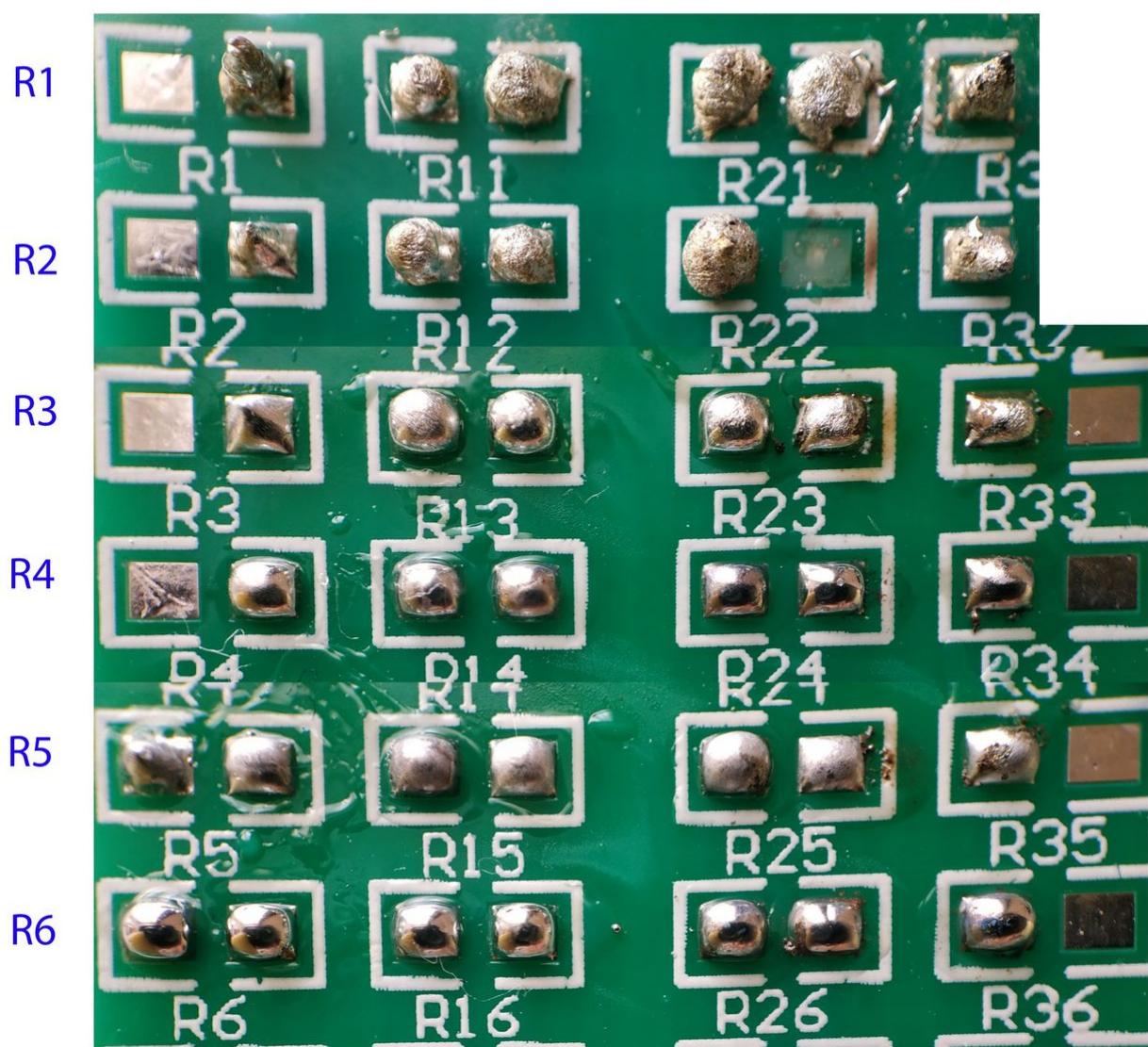
A titre d'exemple, voici un benchmark réalisé par [Evenz Eve](#). 6 types d'étain ont été utilisés pour réaliser des soudures à des températures différentes.

Le résultat vous démontrera que le choix de l'étain est crucial. Les soudures les plus réussies sont sur le R6/R4 avec **un alliage étain / plomb et une température de 350° à 400°**.



| FLUX |              |              |                         |        |      |  |
|------|--------------|--------------|-------------------------|--------|------|--|
|      |              |              |                         |        |      |  |
| R1   | GEB          | LEROY MERLIN | ETAIN (97%) CUIVRE (3%) | 0%     | 7 €  |  |
| R2   | ROTHENBERGER | LEROY MERLIN | ETAIN (97%) CUIVRE (3%) | 0%     | 8 €  |  |
| R3   | ROTHENBERGER | LEROY MERLIN | ETAIN (100%)            | 0%     | 10 € |  |
| R4   | NO NAME      | ALIEXPRESS   | IGNORE                  | NC     | 1 €  |  |
| R5   | JINHU        | ALIEXPRESS   | ETAIN (63%) plomb (37%) | 2%     | 2 €  |  |
| R6   | TBS SOLDER   | fpv-fly      | ETAIN (63%) plomb (37%) | 1,80 % | 4 €  |  |

200° 250° 300° 350° 400° 450° 500°



## 2 . 2/ MATÉRIELS

Ce chapitre contient un descriptif de l'ensemble des composants et accessoires nécessaires pour construire et piloter un multi-rotors.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Frames</b>            | Les frames ou châssis, constituent le squelette du drone, le choix d'un châssis peut apporter de nombreuses contraintes dans le choix du matériel électronique. |
| <b>Batteries</b>         | Les batteries fournissent l'alimentation électrique pour permettre au drone de voler en toute autonomie.  |
| <b>Caméras</b>           | La caméra embarquée sur le drone permet de capter la vidéo qui sera ensuite diffusé par le VTX au casque vidéo.   |
| <b>Contrôleur de vol</b> | Le contrôleur de vol a en charge d'orchestrer l'ensemble du matériel électronique embarqué sur le drone.  |
| <b>ESC</b>               | L'ESC transforme des instructions de vitesse de rotation en puissance de rotation sur les moteurs.  |
| <b>Hélices</b>           | Les hélices permettent au drone de voler tout simplement.   |
| <b>Radiocommande</b>     | La radiocommande permet de piloter le drone à distance.   |
| <b>Récepteur Radio</b>   | Le récepteur radio permet au drone de recevoir les instructions de vol envoyées par la radiocommande  |
| <b>Émetteur Vidéo</b>    | Le VTX a en charge la diffusion du signal radio au casque vidéo.  |
| <b>Moteurs</b>           | Les moteurs ont en charge la rotation des hélices.  |
| <b>Masques vidéo</b>     | Les casques vidéo permettent de recevoir le flux vidéo transmis par le drone en immersion   |
| <b>Récepteurs vidéo</b>  | Les récepteurs vidéo transforment des signaux radio en flux vidéo transmis sur l'écran du casque vidéo.   |
| <b>Antennes</b>          | Les antennes permettent d'amplifier un signal radio en émission et en réception.  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Gyroscope et Accéléromètre | Ces composants embarqués sur le contrôleur de vol permettent de stabiliser le drone dans certains modes de vol.             |
| Sac de rangement           | Le sac de rangement est indispensable si vous souhaitez pouvoir vous déplacer simplement avec l'ensemble de votre matériel. |
| Smoke Stopper              | Le Smoke Stopper vous permet d'éviter de griller l'ensemble de votre matériel dès lors qu'un court circuit est détecté.     |
| Chargeur de batterie       | Le chargeur vous permet de charger vos LiPos.   |
| Module GPS                 | Le GPS peut vous assister dans le vol.  |

## 2.1 Frames



### 2.1.1 Introduction

La "frame" ou le châssis est la structure qui accueille l'ensemble des composants du drone, choisissez un châssis solide assurant une bonne protection de l'électronique embarqué et des moteurs.

- ✓ En cas de choc frontal, assurez-vous que votre châssis protège votre caméra, vos moteurs et autant que possible l'électronique embarqué. Plus votre frame protégera votre matériel, plus vous volerez sans avoir la peur de vous crasher.

La plupart du temps, le châssis est composé de carbone pour sa solidité et sa relative légèreté. Votre multirotor va subir de nombreux chocs durant sa vie, tenez en compte lors du choix du matériel.

- ❖ Le carbone est conducteur, faites bien attention à ne pas faire toucher le châssis avec des composants électroniques et des fils nus.

D'autres matières sont proposées mais plus rares. Par exemple, pour certaines utilisations, l'impression 3D est possible (toothpick et tinywhoop en PLA, multirotor de photo en ABS, ...).

### 2.1.2 Taille du châssis

Il existe plusieurs tailles de châssis, cela va de **2 à 8 pouces**. Cette taille correspond à la taille des hélices que peut accueillir le châssis.

Pour un pilotage extérieur, la taille la plus courante en **FPV freestyle** et **FPV racing** sont les châssis **5 pouces**. Préférez des châssis avec une structure de **4 à 6 mm** d'épaisseur pour assurer une bonne solidité en cas de crash.

Pour du vol indoor, **préférez un drone 2 pouces** avec une batterie de **1S à 2S** en fonction de l'espace de vol disponible et votre niveau de pilotage.

**Vérifiez l'espace disponible** pour accueillir l'électronique avant de choisir un châssis, plus cet espace sera restreint, plus il sera difficile d'assembler l'électronique sur le châssis.

- ✓ Le positionnement de la batterie sur le châssis peut avoir un impact sur le style de pilotage, certains préféreront avoir des batteries sur le dessus du drone alors que d'autres préféreront les avoir en dessous pour équilibrer le poids d'une GoPro.

### 2.1.3 Nombre de rotors

La majorité des multi-rotors commercialisés sont des quadrirotors, mais il existe de nombreux autres types de multi-rotors :

|                      | <b>Bras</b> | <b>Rotors</b> | <b>Description</b>  |
|----------------------|-------------|---------------|---|
| <b>Tricoptère</b>    | 3           | 3             |   |
| <b>Quadricoptère</b> | 4           | 4             | La majorité des drones actuellement commercialisés sont des quadrioptères   |
| <b>Hexacoptère</b>   | 6           | 6             |   |
| <b>Y6</b>            | 3           | 6             |   |
| <b>Octocoptère</b>   | 8           | 8             | On trouve des octocoptère sur des drones de prise de vue et embarquant du matériel photographique lourd et nécessitant de la stabilité. |

X8

4

8

## 2.1.4 Formes du châssis

Les quadrirotors peuvent avoir différentes formes de châssis.

- En [FPV Freestyle](#), les châssis les plus utilisés sont en **forme de bus**.
- En [FPV Racing](#), les châssis les plus utilisés sont en **forme X**.

Sur les frames en forme de X, l'écartement des rotors peut varier, certaines frames ont un écartement latéral des rotors plus faible que l'écartement des rotors avants ou arrière.

 Le format de votre drone doit être configuré dans [Betaflight](#) avant de commencer à le piloter.

## 2.1.5 Fixation des moteurs

Prenez garde à l'écartement des trous des fixations des [moteurs](#), l'écartement retenu par le fabricant du châssis peut avoir un impact important sur le choix du [moteur](#).

Il est toujours possible d'agrandir les trous de fixation des moteurs, mais ce n'est pas toujours simple ...

Enfin, tous les châssis ne sont pas toujours équipés de protection pour les moteurs, vous pouvez donc soit en imprimer en 3D, soit en acheter. Ces protections permettront de limiter les impacts sur le moteur en cas de crash.

## 2.1.6 Softmount ou pas ?

Pendant plusieurs années, il était conseillé de positionner des patins en silicone pour permettre d'absorber le maximum de vibrations et éviter [l'effet Jello](#).

Les derniers retours d'expérience partagés par de très bons pilotes comme [Jonhy FPV](#) est de ne pas mettre en place de Soft Mount sur les moteurs de vos drones et de laisser le softmount de votre FC assurer l'absorption des vibrations. Quand on voit la qualité des vols de Johnny FPV, on peut effectivement faire confiance au fait que les patins de servent pas à grand chose.

## 2.1.7 Pièces de recharge

Prenez garde à la disponibilité des pièces de recharge en cas de crash, tous les châssis ne sont pas égaux.

Prévoyez d'acheter un ou plusieurs bras de rechange pour vous permettre de voler sans devoir attendre pendant plusieurs semaines un réapprovisionnement de votre fournisseur.

## 2.1.8 Fibre de Carbone 3K

Il est probable qu'une note indique que le carbone de la structure du drone est en 3K, Cette information indique le nombre de fibres par tresse de carbone.

3K signifie que les tresses sont composées de 3 000 fibres.

## 2.1.9 Poids du drone

Le poids total de votre drone est important, si celui-ci dépasse les 800 grammes, [vous devrez immatriculer votre drone et passer la formation de pilotage d'aéronef dispensée par la DGAC ou la FFAM](#).

## 2.1.10 Bumper en mousse

Afin de réduire les impacts des atterrissages sur votre châssis, vous pouvez opter pour des patins en mousse afin d'absorber les chocs.

Vous pouvez aussi utiliser ce type de patin sur l'ensemble des endroits de votre drone qui peuvent rentrer en contact d'un obstacle en cas de choc : caméra, lipo ...



## 2.1.11 Impression 3D

Pour les plus bricoleurs, il est possible d'imprimer en 3D ses propres pièces.

Attention à utiliser un filament adapté (flexible, carbon, PC, nylon) résistant.

L'avantage est de pouvoir se créer ses propres "addons" tel que :

- Protection des FC
- Guide pour les antennes
- Guide pour la camera
- Protection des batteries LiPo
- Protection de moteur
- Protection pour rendre la partie électronique presque étanche

Il existe une multitude de pièces prêtes à être imprimées et partagées par une grande communauté sur [thingiverse](#).

Enfin, certaines frames sont OpenSource et peuvent être imprimées gratuitement, c'est par exemple le cas de [la TBS Source TWO qui est disponible sur GitHub](#).

- ❗ N'essayez pas d'imprimer votre frame avec une imprimante 3D, la frame risque de se casser au premier vol et vous risquez d'obtenir trop de vibrations à cause de la souplesse du plastique.
- Passez plutôt par une fraiseuse capable de découper des planches de carbone si vous souhaitez fabriquer votre propre frame.

### 2.1.12 En savoir plus ...

#### Châssis / Frame, comment choisir ?



Sorry, the widget is not supported in this export.  
But you can reach it using the following URL:  
<https://www.youtube.com/watch?v=aqHGlvQihSA>

## 2.2 Batteries



### 2.2.1 Introduction

Les batteries offrent une durée de vol au pilote plus ou moins longue en fonction de leur performance. La grande majorité des drones sont aujourd'hui alimentés par des batteries de type **Lithium Polymères** ou LiPo.

Plusieurs types de batteries sont généralement utilisées par les pilotes de drone : 3S / 4S / 5S. Le chiffre devant le "S" constitue le nombre de cellules que comporte la batterie. Ainsi une batterie 4S possède 4 cellules capables d'alimenter en énergie votre drone. Une cellule correspond à 3,7 volts.

Attention au choix de la puissance de la batterie, ce choix est lié aux limites électriques de l'ESC retenu et des moteurs. Certains ESC ou moteurs ne supportent que des batteries 3S alors que d'autres peuvent accepter des 4S et des 5S. Parfois, l'ESC peut supporter des batteries 6S alors que les moteurs ne supportent que des 4S.

Enfin, toutes les batteries ne se ressemblent pas. Une nouvelle génération de [batteries au graphène](#) semble avoir de meilleures performances que les LiPo classiques, mais elles restent plus onéreuses.

Avant de réaliser des premiers vols avec vos LiPo, un rodage peut s'avérer utile avant de trop les brusquer. [Vous retrouverez sur Youtube quelques vidéos qui détaillent la phase de rodage de LiPo.](#)

## 2.2.2 Les caractéristiques d'une batterie

4 caractéristiques principales pour choisir une batterie :

- Le nombre de cellules (ou la tension) : 3S, 4S, 5S, 6S
- Son autonomie: 1500 mah
- Sa capacité de décharge en continu et en pointe, exprimée en ration par rapport à l'autonomie: 30C , 40C, 50C
- Son poids

**(i)** Une batterie 3S de 2400 mah 30C, correspond à une batterie :

- Au lithium ion de 11,1 v ( 12,6v chargé, 9v déchargé)
- 2400 mah (=2,4A) : environ 10/15 min, cela dépend des moteurs et du style du pilote 😊
- 30C, donc  $30 * 2400 = 72 \text{ A}$  ( ampère), soit environ 18 A max par moteur (si on néglige la consommation de l'électronique). Il est conseillé de prendre une marge de 20/30%

## 2.2.3 Tension nominale

Le voltage d'utilisation d'une batterie LiPo est de 3V à 4,2V par cellule, soit un usage nominal autour de **3.7V par cellule**.

| Batterie  | Nombre de cellules | Tension minimale | Tension nominale | Tension maximale |
|-----------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>1S</b> | 1                  | 3V               | 3,7V             | 4,2V             |
| <b>2S</b> | 2                  | 6V               | 7,4V             | 8,4V             |
| <b>3S</b> | 3                  | 9V               | 11,1V            | 12,6V            |
| <b>4S</b> | 4                  | 12V              | 14,8V            | 16,8V            |
| <b>5S</b> | 5                  | 15V              | 18,5V            | 21V              |
| <b>6S</b> | 6                  | 18V              | 22,2V            | 25,2V            |

**⚠️** Les batteries de type LiPo ne doivent jamais être déchargées en dessous de 3V et chargées en dessus de 4.2V par cellule sous peine de les endommager.

## 2.2.4 Durée de vie d'une batterie

Malheureusement, les LiPo n'ont pas une très longue durée de vie, comptez **environ 300 recharges** pour une LiPo neuve. Soit environ 10 centimes le prix d'un vol ...

- ✓ Afin de protéger vos batteries en cas de chocs, une astuce consiste à utiliser des vieilles chambres à aire pour de leur créer une protection. C'est pratique et efficace, il faut juste passer quelques minutes pour réussir à faire rentrer la batterie dans la chambre à air.
- ⚠ Ne jetez jamais une batterie dans une poubelle, des réceptacles dédiés sont généralement mis à disposition dans les centres de tri et les supermarchés.

## 2.2.5 Risques d'incendie

Les batteries peuvent être une source d'incendie en cas de choc, de forte chaleur ou d'un court-circuit. Il est fortement déconseillé d'utiliser une batterie qui semble défectueuse.

- ⚠ Assurez-vous de toujours positionner une LiPo en charge à proximité de surfaces non inflammables. **Ne laissez jamais une LiPo en charge sans surveillance.**  
Assurez-vous d'avoir à proximité du matériel pour éteindre un départ d'incendie.

## 2.2.6 Stockage des batteries

Il est conseillé de stocker ses batteries dans un endroit non inflammable à l'abri de l'humidité. De préférence dans un sac de protection en matière ignifugée (LiPo Bag)



Si vous prévoyez de stocker vos batteries pour une longue période, prévoyez de les **charger à 40-50 %** grâce à votre [chargeur](#).

## 2.2.7 En savoir plus ...

[Apprendre à roder ses LiPo](#)



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=HkFf01XfjDY>

## 2.3 Caméras



### 2.3.1 Introduction

La caméra permet de capturer la vidéo nécessaire au pilotage du drone via l'utilisation d'un casque.

Les deux leaders du marché sont [Runcam](#) et [Foxeer](#). Vous pouvez aussi regarder du côté de [Caddx](#) qui est moins connu, mais dont les spécifications du matériel produit sont assez intéressantes.

- ❖ En fonction du châssis retenu, la taille de la caméra est importante, certains châssis ne supportent pas nativement de micro-caméra et vice-versa.

### 2.3.2 TVL

La qualité vidéo de la caméra se mesure en résolution horizontale maximale que l'on appelle TVL (TV lines, nombre de lignes sur la télé).

Ce TVL varie généralement entre **600 et 1200 TVL** en fonction des caméras du marché. Plus le TVL est important plus la qualité de l'image émise sera importante, mais attention, [les TVL apportent aussi de la latence au flux vidéo](#).

### 2.3.3 Taille : Micro ou non ?

Les caméras sont généralement commercialisées en deux tailles différentes : une taille normale et une taille micro, plus légère.

Votre choix dépendra du type d'activité que vous prévoyez avec votre drone : du [racing](#) ou du [freestyle](#).

En racing, on favorisera le poids du drone à contrario du freestyle où l'investissement dans une caméra légère n'est pas forcément nécessaire.

### 2.3.4 4:3 ou 16:9 ?

La caméra permet de filmer en **4:3** ou en **16:9** et parfois les deux, cela peut-être pratique en fonction du type de vol pratiqué : Racing ou Freestyle.

Cela est d'autant pratique si le casque vidéo supporte aussi les deux formats (cf : [Eachine EV200D](#)).

### 2.3.5 Configuration à distance

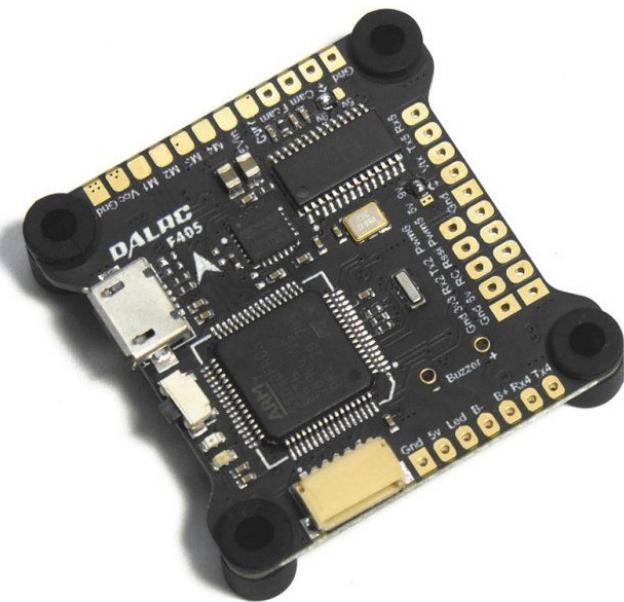
Certaines caméras comme les Runcam peuvent être configurées à distance via la radiocommande, pratique pour éviter de démonter son drone à chaque besoin de réglage de contraste.

Pour lancer le menu de configuration, il suffit de diriger vers la droite le manche des gaz.

Il faut pour cela que le câble de l'OSD de votre caméra soit relié à un UART de votre carte de vol configuré comme périphérique de type "Runcam".

| Identifiant | Configuration/MSP                          | Serial Rx                           | Sortie Télémétrie  | Entrée Capteur     | Périphériques         |
|-------------|--|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| USB VCP     | <input checked="" type="checkbox"/> 115200 | <input type="checkbox"/>            | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾    |
| UART1       | <input type="checkbox"/>                   | <input type="checkbox"/>            | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾    |
| UART2       | <input type="checkbox"/>                   | <input type="checkbox"/>            | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾    |
| UART3       | <input type="checkbox"/>                   | <input type="checkbox"/>            | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾ | RunCam ▾ AUTO ▾       |
| UART4       | <input type="checkbox"/>                   | <input checked="" type="checkbox"/> | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾    |
| UART5       | <input type="checkbox"/>                   | <input type="checkbox"/>            | Désactivé ▾ AUTO ▾ | Désactivé ▾ AUTO ▾ | TBS SmartAuc ▾ AUTO ▾ |

## 2.4 Contrôleur de vol



### 2.4.1 Introduction

Le contrôleur de vol, ou FC pour "Flight Controller", a en charge de gérer la stabilité du drone et de donner des consignes de puissance aux ESC.

L'une des principales tâches de configuration est l'association des canaux du récepteur radio en instructions de vol.

Il existe actuellement des contrôleurs F1, F3, F4 et F7. Le chiffre derrière le "F" correspond à la puissance de calcul des processeurs embarqués, les cartes F4 sont 2 fois plus puissantes que les cartes F3. Vous trouverez tous les détails entre les gammes de contrôleurs de vol sur [cet excellent article de Oscar Liang](#).

La majorité des drones commercialisés fonctionnent aujourd'hui avec des contrôleurs F4 équipés de processeurs de type F405. Une nouvelle génération de cartes F7 seront à l'avenir de plus en plus utilisées.

- ❗ L'utilisation de Betaflight 4.0 sur des cartes F3 nécessite la désactivation de certaines fonctionnalités consommatoires en CPU / Mémoire.

## 2.4.2 Fréquences

Les cartes de contrôle de vol font tourner à une fréquence plus ou moins importante :

- Le rafraîchissement du gyroscope.
- La boucle de PID (Proportional Integral Derivative, les réglages permettant de modifier la réactivité de votre drone aux instructions de vol).

Plus ces boucles de rafraîchissement sont importantes, plus vous obtiendrez de la réactivité, cependant le processeur de votre carte risque d'être très sollicité.

Ces deux fréquences sont configurables depuis [la page configuration de BetaFlight](#).

## 2.4.3 Capteurs embarqués

Un contrôleur de vol peut embarquer plusieurs capteurs, parmi les plus utilisés :

- Le gyroscope
- L'accéléromètre
- Le baromètre (souvent optionnel)
- Le magnétomètre (souvent optionnel)

Certains pilotes connectent des GPS à leur drone pour permettre de réaliser des vols de manière semi-assistées et pour profiter de la fonctionnalité "go to home" pour permettre de faire atterrir le drone sur la zone où il a décollé.

## 2.4.4 Logiciel embarqué

Les cartes de contrôle de vol sont équipées d'un logiciel embarqué assurant le contrôle de l'électronique. Le plus connu et utilisé est [Betaflight](#), un logiciel OpenSource que vous pouvez trouver sur [Github](#). Il équipe aujourd'hui la majorité du matériel amateur commercialisé. Mais il en existe aussi d'autres comme : [ButterFlight](#), [CleanFlight](#), [Inav](#), [Kiss](#), [LibrePilot](#) et [FlightOne](#).

[La configuration de Betaflight](#) est l'une des étapes les plus complexes dans le montage d'un drone, il faut passer plusieurs heures sur Youtube pour comprendre les principes de réglages de [Betaflight](#) et le rôle de chacune des fonctions / hack en mode CLI.

L'étape la plus complexe dans [Betaflight](#) consiste à [régler les PID](#) par rapport aux retours de pilotage sur le terrain, cela reste une science très peu décrite qui nécessite surtout de l'expérience pour être maîtrisée.

 Lorsque vous configurer votre drone via un logiciel tiers, n'oubliez jamais de retirez vos hélices si vous êtes amené à branché une batterie.

Certains paramètres de Betaflight comme le "dma burst" peuvent déclencher l'allumage automatique des moteurs malgré l'armement de ceux-ci.

## 2.4.5 UART

Vous remarquerez qu'une carte de contrôle de vol est constituée d'UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter, un émetteur-récepteur asynchrone universel). Ces UART constituent soit des entrées ou des sorties numériques permettant d'accueillir différents types de périphériques communicants dans divers protocoles.

## 2.4.6 Orientation et inclinaison du contrôleur de vol

En fonction du positionnement de votre carte sur votre drone, vous allez devoir régler son orientation et l'inclinaison de celle-ci par rapport aux moteurs pour permettre au gyroscope de fonctionner correctement.

Une mauvaise configuration de l'orientation provoquera une retournement immédiat du drone lorsque vous mettrez les gaz sur votre radiocommande.

## 2.4.7 Magic Smoke

Lorsque vous montez un drone ou lorsque vous effectuez une opération sur le contrôleur de vol ou l'ESC, il est fortement conseillé d'utiliser un [Smoke Stopper](#) pour éviter un court circuit sur votre équipement.

Le terme "Magic Smoke" est utilisé dès lors qu'une fumée sort du contrôleur ou de l'ESC sans aucune raison apparente.

## 2.5 ESC



### 2.5.1 Introduction

L'ESC est l'acronyme de "Electronic Speed Controller", c'est le composant électronique capable d'interpréter des instructions de la carte de vol en puissance injectée dans les moteurs. Il est relié à la batterie directement ou au travers d'un PDB (Power Distribution Board, carte de distribution) dans le cas d'ESC monomoteur.

Il existe deux familles d'ESC :

- Les ESC classiques alimentant qu'un seul moteur sont généralement fixés sur les axes du châssis, ils sont plus exposés aux chocs, mais sont très facilement remplaçables en cas de problème.
- Les ESC "All in One" permettant d'alimenter 4 moteurs au travers d'une seule carte électronique (cf photo ci-dessus). Ces ESC peuvent être protégés au sein de la canopy du drone mais sont relativement onéreux, d'autant plus quand une panne survient, tout l'ESC est à remplacer.

Notez que certains ESC peuvent être assemblés directement avec une carte de contrôle de vol via un connecteur dédié. Cela peut-être très pratique et éviter les nombreuses soudures et gagner en place. C'est par exemple le cas des [Tower Dalrc](#) et [GEPRC](#) qui s'assemblent très facilement en mode "Plug & Play".

⚠ Le carbone étant conducteur, si vous alimentez votre ESC posé directement sur votre frame vous risquerez de la court-circuiter. C'est une erreur assez commune chez les débutants.

## 2.5.2 Tension et courant

Le choix de l'ESC doit être réalisé en fonction de la puissance des moteurs retenus et de la capacité de la batterie :

- Toutes les ESC ne supportent pas la même puissance de batterie, certaines ESC peuvent fonctionner avec des batteries 4S, d'autres avec du 6S ... Le choix de l'ESC doit être réalisé en fonction de la puissance que vous souhaitez avoir. Le 4S reste aujourd'hui un standard.
- Enfin, certains moteurs vont demander beaucoup d'énergie à l'ESC pour fonctionner, l'ESC retenue doit donc être capable de fournir à minima la même quantité d'énergie que celle demandée par les moteurs quand le manche de gaz est à fond.

Dans les deux cas, si l'ESC est sous-dimensionné, le risque est de la faire surchauffer.

## 2.5.3 Micrologiciel embarqué

Les ESC embarquent un [micrologiciel](#), le micrologiciel le plus rependu est [BLHeli](#).

Ce micrologiciel peut être configuré grâce à un logiciel de configuration comme [BLHeliSuite](#) ou [BLHeli Configurator](#)

Le logiciel embarqué permet notamment de définir le sens de rotation des hélices, indispensable si vous construisez votre drone avec 4 moteurs identiques.

## 2.5.4 Les protocoles de communication

L'ESC communique avec le contrôleur de vol au travers d'un protocole de communication qui est soit digital, soit analogique.

| Type       | Protocoles                       |
|------------|----------------------------------|
| Analogique | OneShot125, OneShot42, Multishot |
| Digital    | DSHOT                            |

Il est recommandé aujourd'hui de favoriser le protocole DSHOT si votre matériel le permet. Ce protocole offre de bonnes performances tout en bénéficiant des corrections d'erreurs offertes par protocole digital et le fait qu'il ne nécessite pas de calibration.

Enfin, le chiffre présent derrière le DSHOT est le nombre de bits pouvant être envoyés par l'ESC, plus il est important, plus cela signifie que la quantité de données pouvant être transmis par l'ESC est importante :

| Protocoles | Bandé passante           |
|------------|--------------------------|
| DSHOT 300  | 300 kilobits par seconde |
| DSHOT 600  | 600 kilobits par seconde |
| DSHOT 1200 | 1,2 megabits par seconde |

## 2.5.5 Calibrage des ESC

Le calibrage de vos ESC peut être nécessaire si vous utilisez des protocoles analogiques.

Le calibrage consiste à alimenter vos ESC avec une batterie après avoir préalablement mis les gaz au maximum depuis [l'onglet moteurs de Betaflight](#).

## 2.5.6 ÉJECTION de batterie

En cas de choc important, une éjection de batterie peut être possible.

Afin de limiter les dégâts sur votre ESC, vous pouvez ajouter un rilsan pour fixer le câble d'alimentation de batterie sur votre chassis.

## 2.5.7 CONDENSATEUR

L'utilisation d'un condensateur en parallèle de la batterie est fortement conseillé.

D'une part pour éviter les chutes de tension lors des forts appels de courant par les moteurs, qui génèrent du bruit électronique, ce qui peut amener à une mauvaise image vidéo, un fonctionnement erratique du contrôleur de vol, voir même à une perte de contrôle du drone en plein vol. Et d'autre part limiter les piques de tension qui pourraient détruire certains composants électroniques sensibles.

Un condensateur est généralement fourni par défaut avec les ESC de bonne facture, le cas échéant, procurez-en un chez votre détaillant en électronique préféré.

Généralement **une capacité de 330µF** suffit, certains pilotes vous conseilleront du **1000µF**.

La tension de service du condensateur doit être supérieure de quelques volts à la tension de la batterie. En général 16V pour du 3S, **25V pour du 4S et 35V pour du 6S**.

L'utilisation de condensateur électrolytiques « **low ESR** » avec une résistance électrique négligeable est également fortement conseillée.

Le condensateur se soude généralement au niveau des pads d'alimentation de la PDB, d'un ESC 4 en 1, ou de la prise XT60. Si manque de place, une solution est de mettre quatre condensateurs plus petits (capacité quatre fois plus faible mais tension de service identique) au niveau de chaque ESC sur les bras.

 Vérifiez toujours la polarité du condensateur avant de le souder. La patte la plus longue est le "+" et la patte la plus petite est le "-"

## 2.5.8 Courts circuits

Un court-circuit est très vite arrivé entre les deux soudures qui retiennent les câbles d'alimentation sur l'ESC. En cas de choc sur la batterie ou d'humidité, un faux contact peut vite arriver.

-  N'hésitez pas à utiliser un vernis de tropicalisation pour protéger votre matériel de l'humidité si jamais vous volez par temps humide ou que tout simplement la rosée du matin a rendu l'herbe mouillée. Appliquez le avec un pinceau pour plus de précision, éviter d'utiliser le spray.
- N'hésitez pas à protéger les pattes de vos condensateurs avec de la gaine thermo pour limiter les risques de court-circuit.

## 2.5.9 En savoir plus ...

### Les Protocoles ESC (Oneshot, Multishot, Dshot et Proshot)



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=1kkGOp09XP8>

### Configuration / réglages BLHeli\_32



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=CS07vJisA74>

## 2.6 Hélices



### 2.6.1 Introduction

Les hélices sont les composants les plus exposés aux chutes, il est pour cela important d'investir dans des hélices résistantes aux chocs.

Malgré leur simplicité en termes de structure, le choix d'une hélice peut avoir un impact important dans la tenue de vol d'un multi-rotor.

On trouve sur le marché **deux types d'hélices** :

- CW (clockwise) : Sens des aiguilles d'une montre.
- CCW (counterclockwise) : Sens inverse des aiguilles d'une montre.

Un quadrirotor possède deux hélices CW et deux hélices CCW.

✓ Les hélices sont vues comme des consommables, prévoyez d'en avoir toujours en stock, vous en casserez très régulièrement.

## 2.6.2 Caractéristiques d'une hélice

Une hélice se caractérise selon plusieurs paramètres :

- Le nombre de pales : 2, 3, 4 ou 6
- Son diamètre.
- Son pitch.
- Sa matière qui induit sa résistance au chocs : PC, polycarbonate, ...
- Son poids.

Tous ces paramètres ont un impact direct sur les performances de l'hélice par rapport à la puissance du [moteur](#) sur lequel est rattachée l'hélice.

## 2.6.3 Le "pitch"

Le pitch correspond à la distance que parcourt une hélice après avoir réalisé un tour complet.

Plus le "pitch" de vos hélices est important, plus il vous faudra de puissance au niveau du moteur pour faire décoller votre multi-rotor.

- ✓ Le FPV Racing nécessite des hélices avec des pitch élevés pour avoir de la réactivité alors que le FPV Freestyle utilisera plutôt des hélices avec des faibles pitch pour permettre de voler en douceur.

Sur des hélices 5" préférez un pitch de 4.3/4.5 pour du Freestyle et 4.8/5.0 pour la course.

## 2.6.4 La nomenclature

Dans le commerce, les hélices peuvent avoir deux types de nomenclatures qui vous permettront d'identifier très rapidement les caractéristiques de l'hélice.

|              |   |
|--------------|---|
| <b>5045</b>  | Comprenez :   |
|              | <ul style="list-style-type: none"><li>• 50 pour 5 pouces, soit le diamètre de l'hélice.</li><li>• 45 pour le pitch de 4,5 pouces.</li></ul> |
| <b>5x4x3</b> | Comprenez :   |
|              | <ul style="list-style-type: none"><li>• 5 pouces pour le diamètre.</li><li>• un pitch de 4 pouces.</li><li>• 3 pales.</li></ul>             |

## 2.6.5 Changement d'hélices & PID

Un changement de type d'hélice (par exemple de bipale à tripale) nécessitera dans la plupart des cas une reconfiguration des PID.

- ✓ Il est conseillé de configurer ses PID avec des hélices neuves et donc parfaitement équilibrées.

## 2.6.6 En synthèse

|                            | <b>Petites Hélices</b> | <b>Grandes Hélices</b>        |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| <b>Moteur KV Faible</b>    | <b>Peu de portance</b> | Stabilité & Autonomie         |
| <b>Moteur KV Important</b> | Nervosité              | <b>Risque de panne moteur</b> |

## 2.6.7 Outils de simulation

Malheureusement, seul un outil de simulation utilisé par un expert comme [XCalc](#) permet de faire des prévisions sur les performances obtenues.

En tant que débutant, il est préférable de s'inspirer des hélices classiques que l'on retrouve sur les drones prêts à voler (kits RTF).

## 2.6.8 En savoir plus ...

### Comparaison d'hélices



Sorry, the widget is not supported in this export.  
But you can reach it using the following URL:  
<https://www.youtube.com/watch?v=AXFEeFnLGDY&t=74s>

## 2.7 Radiocommande



### 2.7.1 Introduction

La radiocommande constitue un budget important quand on démarre le pilotage de drone, c'est cependant un investissement important qui vous permettra d'avoir un contrôle précis de votre drone.

Parmi les marques les plus connues et utilisées, FrSky est loin devant ses concurrents grâce à ses modèles X9D et QX7 qui sont aujourd'hui les deux références du marché.

Le point fort des radiocommandes Taranis est qu'elles possèdent un **firmware OpenSource** ultra-configurable avec une communauté très active : [OpenTX](#)

Ces radiocommandes sont devenues aujourd'hui de vrais petits ordinateurs et sont capables d'exécuter des scripts de code LUA pour réaliser des fonctionnalités avancées comme le réglage des PID à distance par exemple.

Vous trouverez une documentation Française très riche concernant OpenTX sur [opentx-doc.fr](#), je vous invite à y faire un tour pour découvrir la richesse des fonctionnalités offertes par celui-ci.

## 2.7.2 Modes de pilotage

Les radiocommandes disposent de 4 modes de pilotage.

### ✓ Quel mode choisir ?

Le mode généralement le plus utilisé est le mode 2.



## 2.7.3 Protocoles de communication

Chaque radiocommande possède un émetteur. Il est important de retenir un récepteur radio compatible avec votre radiocommande pour permettre une bonne communication.

Il existe différents protocoles radio actuellement utilisés pour permettre la communication entre la radiocommande et le récepteur RX.

Parmi les protocoles les plus utilisés actuellement, il existe différentes familles :

| Fournisseur | Protocoles | Commentaire | URL |
|-------------|------------|-------------|-----|
|             |            |             |     |

|                           |                         |  |   |
|---------------------------|-------------------------|--|---|
| <b>Spe<br/>ktru<br/>m</b> | DSM2/<br>DSMX           | Protocoles historiques   |   |
| <b>Flys<br/>ky</b>        | AFHDS<br>/ AFHD<br>S 2A | Protocoles historiques   |   |
| <b>FrS<br/>ky</b>         | <i>D8</i>               | Ce protocole est utilisé sur quelques mini drones jouets ou des petits FPV. Par contre, il n'est plus disponible dans les nouvelles radiocommandes de FrSky.   |   |
|                           | <i>D16</i>              |  |   |
|                           | <i>Access</i>           | <p>Le protocole Access est le dernier protocole de communication publié par FrSky, le constructeur de la Taranis.</p> <p>Ce protocole de communication offre des meilleures performances en termes de latences que les protocoles D8/D16. Il tente de rattraper le retard de FrSky par rapport à des protocoles de communication comme le Crossfire de TBS.</p> <p>Ce protocole utilise des éléments de chiffrement.</p> | <a href="https://www.frsky-rc.com/frsky-advanced-communication-control-elevated-spread-spectrum-access-protocol-release/">https://www.frsky-rc.com/frsky-advanced-communication-control-elevated-spread-spectrum-access-protocol-release/</a> |
| <b>TBS</b>                | <i>Crossfire</i>        | Protocole historique de communication réalisé par TBS. Il se base sur des fréquences basses (800/900 Mhz) offrant une bonne diffusion dans des milieux arborés / longues distances.  |   |

|                     |                       |   |   |
|---------------------|-----------------------|---|---|
|                     | <i>Crossfire Shot</i> | Le nouveau protocole annoncé par TBS qui est une amélioration du protocole Crossfire pour répondre au protocole Ghost lancé par Immersion RC.<br><br>Il améliore d'environ 25% la latence mesurée sur le protocole Crossfire.                       | <a href="http://team-blacksheep.freshdesk.com/support/solutions/articles/4000153333-crsf-shot-open-tx">http://team-blacksheep.freshdesk.com/support/solutions/articles/4000153333-crsf-shot-open-tx</a> |
| <b>Immersion RC</b> | <i>Ghost</i>          | Il s'agit du dernier protocole de communication sorti sur le marché avec le Crossfire Shot, il annonce des optimisations au niveau des latences et une amélioration de la qualité de la communication en utilisant la bande de fréquence de 2.4Ghz. | <a href="https://www.immersionrc.com/fpv-products/ghost/">https://www.immersionrc.com/fpv-products/ghost/</a>   |

## 2.7.4 Le "Bind" ou l'association

Afin de permettre à votre radiocommande de communiquer avec votre récepteur, il est important de passer par une étape de "bind" qui consiste à associer les deux périphériques pour qu'ils puissent communiquer entre eux.

Cette action consiste généralement à activer le mode "bind" sur la radiocommande et d'appuyer sur un bouton du récepteur pendant le démarrage du drone pour que celui-ci s'associe à la radiocommande.

## 2.7.5 La télémétrie

La télémétrie consiste à renvoyer à la radiocommande des données de supervision du drone : voltage, température ...

La mise en place de la télémétrie est possible sur les nouveaux RX, tels que les R-XSR par exemple.

La télémétrie est très pratique si vous souhaitez configurer des alarmes de seuils sur votre radiocommande.

## 2.7.6 16 ou 8 canaux

Lors de l'association de votre radiocommande à un récepteur, vous avez généralement le choix entre l'utilisation de 8 canaux ou de 16 canaux. Le seul impact de ce choix concerne la latence.

De nombreux tests montrent des latences plus importantes sur l'usage de 16 canaux comparé à l'usage de 8 canaux.

### 2.7.7 Scripts LUA

Il existe plusieurs dizaines de scripts LUA disponibles pour les radiocommandes Taranis. Les scripts les plus utiles sont ceux permettant de changer les paramètres de Betaflight à distance et des configurations du VTX pour changer le canal par exemple.

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Scripts LUA Betaflight</b> | <a href="https://github.com/betaflight/betaflight-tx-lua-scripts">https://github.com/betaflight/betaflight-tx-lua-scripts</a> |
| <b>Scripts LUA KISS</b>       | <a href="https://github.com/flyduino/kissfc-tx-lua-scripts">https://github.com/flyduino/kissfc-tx-lua-scripts</a>             |

Si vous souhaitez développer vos propres scripts, [le guide de référence LUA OpenTX est disponible sur GitHub](#).

- ✓ Si vos scripts LUA s'arrêtent en erreur en indiquant que votre télécommande ne dispose pas assez de mémoire "Not Enough Memory", essayez d'utiliser la version LUAC de ces scripts après avoir vérifié si la version d'OpenTX que vous utilisez supporte le LUAC au niveau des profils actifs.

### 2.7.8 LBT ou FCC ?

Les radiocommandes sont généralement vendues soit en version EU-LBT, soit en non EU ou FCC. Si vous prévoyez d'utiliser votre matériel sur le sol européen, alors il vous faudra une radio EU-LBT.

La différence entre les deux versions concerne la manière d'adresser les bandes radio. En Europe l'utilisation du 2.4Ghz oblige à l'émetteur de se mettre en écoute de la bande de fréquence avant d'émettre.

- ✓ Si vous achetez du matériel en FCC, vous devrez prévoir de **mettre à jour le firmware** pour pouvoir l'associer le récepteur à l'émetteur. En plus de flasher votre radiocommande avec un micrologiciel comme OpenTX par exemple, vous devrez aussi flasher le firmware de l'émetteur de votre radiocommande.

## 2.7.9 Module de communication externe

Pour le "Long Range", interdit en France, les radiocommandes Taranis peuvent accueillir des modules radio externes qui émettent sur une bande fréquence plus basse que le 2.4Ghz et donc offre un signal moins directif et plus diffus.

Ces modules de communication externes permettent d'enrichir la radiocommande avec des protocoles radio non couverts par défaut par la radio. Pour cela, certaines télécommandes (FrSky, et autre) offrent un port à l'arrière capable d'accueillir des modules d'émission propriétaires tels que les modules :

| TBS Crossfire  | Immersion RC Ghost  | Frsky R9m  |
|--|---|--|
| <br>Le module TBS historique. | <input type="checkbox"/><br>Le dernier module publié par Immersion RC | <input type="checkbox"/><br>Le module lancé par FrSky pour challenger TBS. |

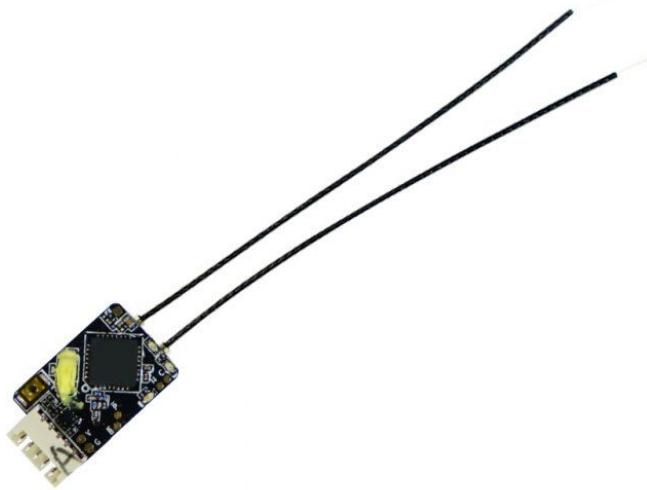
Certaines radiocommandes requièrent un mod physique (des soudures) afin que certains protocoles fonctionnent (par exemple [https://github.com/cvetaevvitaliy/Radiomaster\\_TX16S](https://github.com/cvetaevvitaliy/Radiomaster_TX16S)). Il est bon d'en tenir compte à l'achat car ce sont des très petits points de soudure.

- ✓ Le seul inconvénient de ces modules concerne la consommation énergétique nécessaire pour les maintenir allumés.  
L'autonomie de votre radiocommande se trouve diminuée.

## 2.7.10 Optimiser la latence

La latence est l'ennemi du FPV, plusieurs possibilités existent pour diminuer la latence radio, je vous recommande pour cela la [lecture d'un article publié par Oscar Liang](#) qui détaille pour chaque matériel les solutions possibles.

## 2.8 Récepteur Radio



### 2.8.1 Introduction

Le récepteur radio (RX) est le composant qui permettra de transformer des signaux radio provenant de la radiocommande en instructions sur la carte de vol.

Les protocoles utilisés par ces émetteurs et récepteurs de radio-modélismes sont intelligents, deux pilotes peuvent voler ensemble sans devoir se mettre d'accord sur le canal radio à utiliser, pratique pour éviter des crashes.

- ⚠ Le récepteur radio doit être choisi en fonction de l'émetteur et du protocole de communication que vous utilisez dans votre radiocommande.

Les acteurs les plus importants du marché sur le domaine du contrôle à distance de multi-rotors sont Frsky, Team Blacksheep, Spektrum et Futaba.

Les récepteurs et radiocommandes les plus utilisés par les pilotes de drone sont actuellement les Frsky: [récepteurs R-XSR](#) et radio télécommande [Taranis X9D plus SE](#) ou [Taranis QX7](#) en fonction de votre budget.

## 2.8.2 Les fréquences

La bande de fréquence utilisée généralement par ces émetteurs est le 2.4Ghz, même bande de fréquence que le Wi-Fi et votre four micro-ondes.

Le 2.4Ghz correspond à la fréquence de résonance des molécules d'eau, les arbres et végétaux sont des très bons filtres à cette longueur de fréquences. C'est la raison pour laquelle il est difficile de piloter un multi-rotors sur de longues distances ou en indoor sur la fréquence de 2.4Ghz.

Certains émetteurs, que l'on appelle "Long Range" émettent quant à eux sur des fréquences plus basses (800/900 Mhz) et donc plus diffuses mais nécessitent des antennes de tailles plus importante.

## 2.8.3 LBT ou FCC ?

Depuis 2015, l'Europe a publié une nouvelle loi qui réglemente l'usage du 2.4Ghz dans le cadre du modélisme.

En Europe, l'émetteur doit d'abord **vérifier que la bande de fréquence est inoccupée pour l'utiliser**. C'est la raison pour laquelle on retrouve dans les télécommandes FrSky deux types de firmware :

- **LBT** : compatible avec cette norme européenne
- **FCC** : non compatible avec cette norme donc non autorisé d'utilisation sur le territoire français.

- ✓ Les problèmes d'association qui peuvent se produire entre une radiocommande et un récepteur peuvent être liés à une différence de firmware. Assurez-vous d'utiliser un firmware LBT à la fois dans votre émetteur mais aussi dans votre récepteur pour éviter tout problème.

Avant 2015, FrSky proposait 3 normes : Le D8, le LR12 et le D16. Après 2015, FrSky a seulement adapté le protocole D16 (Accst), basé sur [FHSS](#), à la norme européenne. **C'est donc cette norme D16 (firmware LBT) qui est autorisée sur le territoire européen.**

En 2019, FrSky a annoncé changer de protocole principal pour ses télécommandes et de s'appuyer sur **le protocole Access** (Advanced Communication Control Elevated Spread Spectrum). Ce protocole annonce de nombreuses améliorations : performances, fiabilité, sécurité, simplicité d'utilisation et arrive en rupture de ses anciens protocoles.

## 2.8.4 Alarmes signal

Vous avez la possibilité dans Betaflight de configurer des niveaux d'alertes en fonction de la qualité du signal reçu (RSSI). Cela est très pratique pour permettre d'être informé de la qualité du signal avant de perdre commande du drone.

Les niveaux d'alertes généralement utilisés sont :

| Niveau   | Annonce | Alerte |
|----------|---------|--------|
| Débutant | 40%     | 30%    |
| Expert   | 30%     | 20%    |

## 2.8.5 Le "Long Range"

Pour le vol de longue portée que l'on nomme aussi "Long Range", il existe différentes solutions sur le marché :

- Team-Blacksheep distribue un émetteur / récepteur capable de couvrir plusieurs kilomètres sur la bande des 868MHz (Europe, Russie) / 915MHz (USA, Asie, Australie) : [Le TBS CrossFire](#).
- Frsky commercialise lui aussi un récepteur / émetteur Long Range sur la bande des 900Mhz : le [FrSky R9M](#).

⚠ Dans la mesure où les aéronefs en Europe dans la catégorie Open doivent être pilotés à vue, ces solutions de pilotage "Long Range" ne peuvent pas être légalement utilisées.

## 2.8.6 Le protocole FPORT

Depuis quelques mois, un nouveau protocole de communication bidirectionnel est poussé par FrSky, il s'agit du protocole FPort.

Le FPort un protocole permettant à la fois de transmettre les instructions de pilotage mais aussi les données de télémétrie sur un seul fil. Le protocole utilisé précédemment étant le SBUS pour les instructions de pilotage et le Smartport pour la télémétrie.

Le protocole FPort est de plus en plus utilisé malgré le manque d'accessibilité de son port, on le trouve généralement disponible sous forme de PIN sur la carte électronique du récepteur.

## 2.8.7 POSITIONNEMENT DES ANTENNES SUR LE CHÂSSIS

La majorité des châssis sont en carbone, et celui-ci est un conducteur électrique. Il agit donc comme un écran qui masque le signal radio en provenance de la radiocommande.

## Antennes 2,4GHz monobrin :

Il est impératif de placer la partie dénudée des antennes en dehors de châssis pour assurer une réception correcte. L'idéale est d'avoir 10 à 20mm de blindage (la tresse métallique) de l'antenne également en dehors du châssis, alignée avec la partie dénudée et le plus dégagé possible de tout autre élément.

En pratique, la méthode la plus classique et simple à mettre en œuvre est de fixer l'antenne à la perpendiculaire des bras (avant ou arrière) à l'aide de colliers plastiques et de gaine thermorétractable :



## Antennes 868MHz / 915MHz :

Les antennes de la bande 900MHz sont généralement composées d'une partie blindée d'un côté, et de l'âme de l'antenne d'autre part, disposées en T. Comme pour les systèmes en 2,4GHz, il faut au maximum éloigner l'antenne du châssis.

En pratique, pour du freestyle, l'antenne se monte le plus souvent à l'horizontale sur un bras du drone, ou bien à l'arrière grâce à un support spécifique (souvent imprimé 3D). Pour du *mid range* ou *long range*, il est conseillé de positionner l'antenne à la verticale (attention à orienter également l'antenne de la radiocommande à la verticale). Voir également le [guide de TBS sur le positionnement des antennes](#).



## 2.8.8 En savoir plus ...

### Mise à jour du firmware R-XSR et utilisation du script LUA



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=9fMSR57sFkM&t=8s>

### Flasher un récepteur X4R, XSR ou R-XSR avec la Taranis

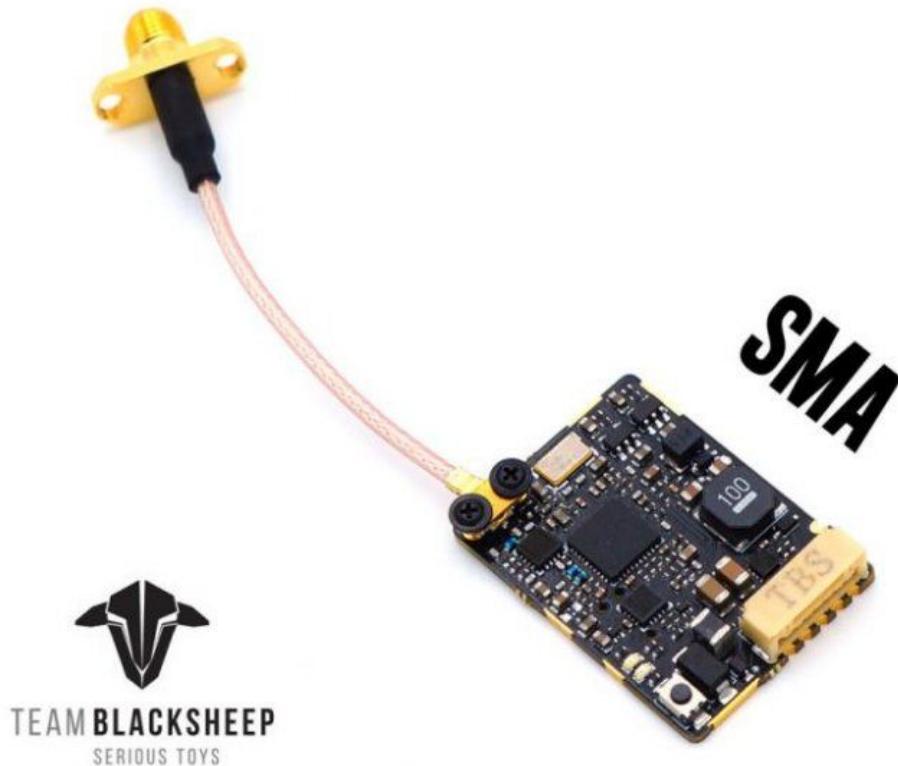


Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=1xZQtq4bxc8>

## 2.9 Émetteur vidéo



### 2.9.1 Introduction

L'émetteur vidéo ou VTX est le composant qui adapte le signal vidéo reçu par la caméra embarquée et le diffuse en temps réel sur la bande de fréquence des 5.8Ghz.

A contrario du mécanisme d'appairage intelligent de la radiocommande avec son récepteur, la configuration du canal d'émission du VTX se fait généralement manuellement.

Ce qui signifie qu'il n'est pas conseillé d'allumer un drone si d'autres pilotes volent, le risque étant d'écaser le signal vidéo d'un autre pilote si la configuration du VTX n'a pas été réalisée au préalable.

Certains VTX, comme le [TBS Unify](#), offrent une fonction "Pit mode" qui vous permet d'allumer votre drone sans risque de perturber d'autres pilotes à proximité.

## 2.9.2 Analogique ou numérique ?

Depuis le début du FPV les VTX sont analogiques pour des raisons de latence.

Depuis fin 2019, DJI a produit un nouveau système de diffusion vidéo numérique. L'avantage du numérique est d'offrir des flux de données sans perte d'information grâce aux algorithmes de calculs d'erreur.

Les systèmes numériques offrent de perspectives très intéressantes au FPV en terme de qualité de signal et d'étalement de spectre pour permettre à plusieurs pilotes de piloter dans une même zone sans perturbations.

Deux freins pour le moment à l'adoption des systèmes numériques : le prix du matériel et le poids du VTX qui embarque un système d'encodage / compression / streaming vidéo temps réel.

## 2.9.3 Synthèse des fréquences

Le tableau des fréquences émises par les VTX du marché sur la bande radio environnant le 5.8Ghz est le suivant, les canaux de couleur orange sont interdits d'usage sur le territoire français :

| Nom | Statut | Band e | CH1  | CH2  | CH3  | CH4  | CH5  | CH6  | CH7  | CH8  | Taille de la bande |
|-----|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| A   | ✓      | 1      | 5865 | 5845 | 5825 | 5805 | 5785 | 5765 | 5745 | 5725 | 20 Mhz             |
| B   | ✓      | 2      | 5733 | 5752 | 5771 | 5790 | 5809 | 5828 | 5847 | 5866 | 19 Mhz             |
| E   | ✗      | 3      | 5705 | 5685 | 5665 | 5645 | 5885 | 5905 | 5925 | 5945 | 20 Mhz             |

| Nom             | Statut | Band e | CH1  | CH2  | CH3  | CH4  | CH5  | CH6  | CH7  | CH8  | Taille de la bande |
|-----------------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| F<br>(Fatshark) | ✓      | 4      | 5740 | 5760 | 5780 | 5800 | 5820 | 5840 | 5860 | 5880 | 20 Mhz             |
| C<br>(Raceband) | ⚠      | 5      | 5658 | 5695 | 5732 | 5769 | 5806 | 5843 | 5880 | 5917 | 37 Mhz             |
| Diatone         | ✗      | 6      | 5362 | 5399 | 5436 | 5473 | 5510 | 5547 | 5584 | 5621 | 37 Mhz             |
| U               | ✗      | 7      | 5325 | 5348 | 5366 | 5384 | 5402 | 5420 | 5438 | 5456 | 18 Mhz             |
| O               | ✗      | 8      | 5474 | 5492 | 5510 | 5528 | 5546 | 5564 | 5582 | 5600 | 18 Mhz             |
| L               | ✗      | 9      | 5333 | 5373 | 5413 | 5453 | 5493 | 5533 | 5573 | 5613 | 40 Mhz             |
| H               | ⚠      | 10     | 5653 | 5693 | 5733 | 5773 | 5813 | 5853 | 5893 | 5933 | 40 Mhz             |

⚠ En France, l'Arcep autorise l'émission à faible puissance seulement sur la bande de fréquence de **5725 Mhz à 5875 MHz**. Les canaux de couleur orange dans le tableau ci-dessus ne sont donc **pas autorisés en France**.

Contrairement au Royaume-Uni et aux Etats-Unis, la bande 5725-5875 MHz n'est pas ouverte en Europe pour des applications de télécommunications civiles, ce qui limite les risques de parasites.

- ⓘ Si vous volez tout seul ou au maximum à 4 pilotes, préférez l'utilisation de la Raceband qui offre 4 canaux (3 à 6) avec une large bande de 37Mhz.

Comme vous le remarquerez en fonction de la "band" retenue les canaux peuvent se recouvrir. Il est donc important de se dispatcher les canaux vidéos lorsque l'on vole à plusieurs.

Lors des courses la bande de fréquence C ou Raceband est généralement utilisée car elle offre une largeur de bande de 37Mhz et donc un confort plus important contre les parasites. Malheureusement en France, l'utilisation de la Raceband est limitée aux canaux 3 à 5, le 6ème canal débordant légèrement au delà des 5875Mhz.

Si jamais votre émetteur vidéo ne supporte pas le Raceband, voici un tableau de comparaison entre les deux familles de fréquences qui vous permettra de voler en A avec des pilotes en Raceband.

| Fréquence | 5725 | 5735 | 5745 | 5755 | 5765 | 5775 | 5785 | 5795 | 5805 | 5815 | 5825 | 5835 | 5845 | 5855 | 5865 | 5875 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A         | CH8  | CH7  | CH6  | CH5  | CH4  | CH3  | CH2  | CH1  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R         |      | CH3  |      | CH4  |      | CH5  |      | CH6  |      |      |      |      |      |      |      |      |

- ⓘ Les dernières version de Betaflight offrent un tableau de configuration de fréquences par pays afin d'éviter les erreurs de réglage en terme de puissance et de fréquence autorisée.

## 2.9.4 Puissances d'émission

La loi française **limite l'émission à 25mW** sur la fréquence des 5.8Ghz, ce qui permet d'émettre à une distance maximum d'environ 500m en utilisant de bonnes antennes.

Ce n'est pas beaucoup, d'autant plus que la majorité des VTX peuvent émettre à plusieurs centaines de mW pour permettre de faire du "Long Range" qui est interdit en France.

Cela reste suffisant pour piloter son drone tout en gardant un visuel dessus.

- ✓ Vous pouvez simuler facilement la zone d'émission d'un flux vidéo avec [le site FPV Range Calculator](#).

## 2.9.5 Le SmartAudio

Le SmartAudio est un protocole de communication inventé par TBS en 2015 et supportée par certains VTX du marché.

Le SmartAudio est un protocole de communication mixant signal audio et digital un peu de la même manière qu'un signal morse envoyé au travers d'un talkie walky.

Cette fonction permet de configurer le VTX à distance grâce à votre radiocommande au travers de [scripts LUA installables sur les télécommandes Taranis](#) ou via votre casque en activant le menu de configuration de l'OSD (voir graphique ci-dessous).



Cette fonction est très pratique pour changer de canal VTX rapidement sans devoir manipuler le drone.

Le SmartAudio est pris en charge par Betaflight comme une entrée UART classique.

## 2.9.6 Le Pit Mode

Le Pit Mode, disponible sur les VTX TBS depuis le TBS UNIFY PRO 5G8 HV, permet au pilote de modifier la configuration de son VTX sans interférer sur les flux vidéos des autres pilotes.

Il existe deux mode de Pit Mode :

- **In-Band PitMode** : La couverture vidéo est limitée à 2-3m, la transmission du flux se fait sur le canal sélectionné. Il s'agit du Pit Mode généralement actif par défaut.
- **Out-Band PitMode** : La couverture vidéo est limitée à 2-3m, la transmission du flux se fait sur la bande des 5584MHz tant que le mode Pit Mode n'est pas désactivé. Fonctionnalité activement seulement sur certains firmwares.

Le Pit Mode peut être activé à distance depuis votre radiocommande grâce à la fonction SmartAudio du VTX et au binding de la fonction dans Betaflight.

### 2.9.7 L'alimentation

Faut-il brancher le VTX sur le contrôleur de vol ou sur la LiPo ?

Cela dépend de la puissance d'émission de votre VTX. Au delà de 800mW, ce qui est interdit en France, il est préférable de connecter votre VTX sur la LiPo pour qu'il puisse bénéficier de suffisamment de puissance. Sinon, dans des conditions réglementaires, l'alimentation de votre carte de vol devrait lui suffire.

### 2.9.8 L'Antenne

Les VTX sont généralement équipés d'une antenne omnidirectionnelle pour permettre de diffuser un signal audio pouvant être reçu de n'importe quelle angle du drone.

Rendez-vous dans [la rubrique "Antenne"](#) pour connaître tous les détails liés aux antennes.

 **Un VTX doit toujours être connecté à une antenne** lorsqu'il est utilisé, le cas échéant, il risque de chauffer et de tomber en panne.

 L'antenne est un composant assez fragile du drone qui peut très vite casser en cas de collision.

Essayez de limiter les casses en cas de choc en fixant de manière souple votre antenne sur votre frame.

## 2.10 Moteurs



### 2.10.1 Introduction

Les moteurs sans balais, connus plus communément sous le terme « brushless », sont des moteurs de petite taille, particulièrement puissants avec une faible consommation d'énergie.

Les moteurs, au nombre de 4 sur les quadricoptères, sont alimentés par un courant triphasé délivré par l'[ESC](#) et offrent une vitesse de rotation plus ou moins importante que l'on mesure en KV: 2300 KV, 2600 KV ...

- La notion de KV représente le nombre de tours que réalise un moteur par volt. Un moteur de 2300 KV alimenté à 1 volt tournera à 2300 tours / min.
- La notion de Puissance quant à lui est lié à la vitesse *x* le couple du moteur.

Ainsi, plus un moteur a de KV, plus il tournera vite et plus il produira une poussée en fonction des hélices retenues. Un moteur alimenté avec une batterie 4S tournera plus vite qu'avec une batterie 3S.

Voici quelques indications [partagées par HelioRC](#) et [Brotherhobby](#) pour vous orienter dans le choix de vos moteurs en fonction de la taille de vos hélices et de la puissance de votre batterie :

| Taille des hélices | Baterie    | KV Max | Tip Speed (en mach) | RPM Max | Stators recommandés                 |  |
|--------------------|------------|--------|---------------------|---------|-------------------------------------|--|
| 5"                 | 25.2v (6S) | 1900   | 0.928               | 47 880  | 2205+, 2306+, 2406+                 |  |
|                    | 21.0v (5S) | 2280   |                     |         |                                     |  |
|                    | 16.8v (4S) | 2850   |                     |         |                                     |  |
| 5.5"               | 25.2v (6S) | 1800   | 0.967               | 45 360  | 2207+, 2306+, 2407+                 |  |
|                    | 21.0v (5S) | 2160   |                     |         |                                     |  |
|                    | 16.8v (4S) | 2700   |                     |         |                                     |  |
| 6"                 | 25.2v (6S) | 1600   | 0.939               | 39 900  | 2208+, 2307+, 2407+                 |  |
|                    | 21.0v (5S) | 1920   |                     |         |                                     |  |
|                    | 16.8v (4S) | 2400   |                     |         |                                     |  |
| 7"                 | 25.2v (6S) | 1350   | 0.923               | 34 020  | 2208 (biblade),<br>2210+ (triblade) |  |
|                    | 21.0v (5S) | 1600   | 0.912               | 33 600  |                                     |  |
|                    | 16.8v (4S) | 2000   |                     |         |                                     |  |

Le moteurs sont généralement commercialisés en deux versions :

- **CW** : L'écrou pour visser l'hélice se tourne dans le sens d'une aiguille d'une montre.
- **CCW** : L'écrou pour visser l'hélice se tourne dans le sens inverse d'une aiguille d'une montre.

Cela est utile pour avoir un mécanisme de verrouillage automatique des écrous lors de la rotation des hélices. Beaucoup de gens ne volent néanmoins qu'avec un type de moteurs sans avoir de détachement d'hélices.

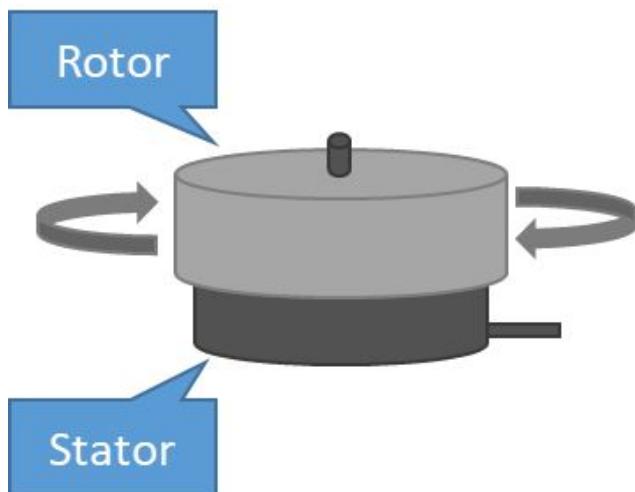
Le sens de rotation des moteurs (aussi nommé CW et CCW) est réglé via le [micrologiciel choisi](#).

- ✓ La poussée d'un moteur est mesurée en gramme, la poussée totale de vos moteurs doit être à minima égale au double du poids de votre drone si vous voulez le piloter confortablement.

## 2.10.2 Structure d'un moteur

Un moteur est composé de différents composants principaux :

- **Un stator** : Il s'agit de la partie fixe du moteur ( ici interne ) composé de filaments cuivreux.
- **Un rotor** : Il s'agit de la partie mobile du moteur ( ici externe ) qui tourne sous l'effet du champ électromagnétique du stator.



## 2.10.3 Nommage du moteur

Les moteurs portent une règle de nommage qui permet de comprendre leur dimension : 2204, 1106, 1104 ...

Cette règle de nommage "XXYY" se compose en deux parties :

- XX : Correspond au diamètre du stator.
- YY : Correspond à la hauteur du stator.

Ainsi, un moteur 2204 sera plus large et moins haut qu'un 1106.

Ludovic Toinel : Produire un contenu libre décrivant la taille du rotor.

## 2.10.4 Sens de rotation des hélices

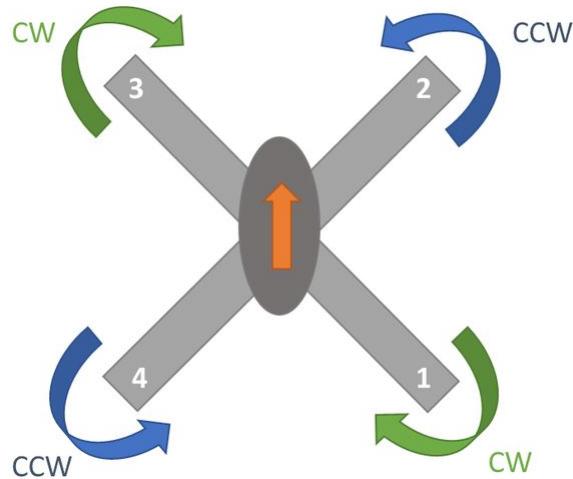
Les hélices peuvent se monter de deux sens différents :

- Props-Out, le moteur arrière extérieur sert pour le roll et l'arrière intérieur pour le yaw.
- Props-In , c'est le moteur arrière extérieur qui agit sur le roll ET le yaw. Il est plus vite à son max et donc surchargé vu qu'il a 2 axes à gérer.

Pour les 5 pouces, le props-In est ok car il y a assez de puissance moteur disponible.

Pour les tinys (max 3 pouces), le props-out est généralement utilisé par manque de puissance moteurs.

L'inversion du sens de rotation se fait soit au niveau du câblage des trois fils, soit au niveau de la configuration de l'ESC via le logiciel [BLHeliSuite](#) par exemple si votre [ESC](#) fonctionne avec un firmware [BLHeli\\_32](#).



- ❗ Même s'il est possible d'inverser le sens de rotation en inversant deux des trois fils des moteurs brushless, il est important que le pas de vis de du boulon pour serrer l'hélice sur la vis soit dans le sens contraire de rotation du moteur , cela évite un envole d'hélice et un crash.

## 2.10.5 Moteurs et alimentation

Le moteur doit être proportionné avec la poussée voulue, la tension de la batterie, les hélices ( diamètre et inclinaison), au risque de faire chauffer le moteur, fondre le vernis et de le rendre défectueux.

- ❗ Attention à bien respecter les recommandations du constructeur du moteur sur la tension (3S, 4S, .. 6S) et les hélices.

## 2.10.6 Fixation au CHÂSSIS

En fonction du châssis retenu, vérifiez l'écartement des vis de fixation des moteurs et choisissez des moteurs adaptés afin d'éviter de devoir repercer votre châssis pour permettre d'accueillir les moteurs retenus.

| Catégorie          | Écartement généralement utilisés |
|--------------------|----------------------------------|
| <b>22XX - 24XX</b> | 16×16mm & 16×19mm                |

|                    |         |
|--------------------|---------|
| <b>18XX</b>        | 16×12mm |
| <b>13XX - 14XX</b> | 12×12mm |
| <b>11XX</b>        | 9×9mm   |

## 2.10.7 Softmount

Les moteurs peuvent produire des vibrations sur votre châssis, pendant plusieurs années, il a été conseillé de prévoir d'intégrer un patin anti-vibration entre votre moteur et votre châssis pour absorber les vibrations et éviter [l'effet Jello](#).

Ces patins sont généralement en matière gélatineuse et permettent de réduire les vibrations.



Les derniers retours d'expérience partagés par de très bons pilotes comme [Johnny FPV](#) est de ne pas mettre en place de Soft Mount sur les moteurs de vos drones et de laisser le softmount de votre FC assurer l'absorption des vibrations. Quand on voit la qualité des vols de Johnny FPV, on peut effectivement faire confiance au fait que les patins de servent pas à grand chose.

## 2.10.8 Usure du moteur

Quand un moteur tourne, l'élément qui s'use le plus rapidement concerne les roulements.

Ces roulements doivent être remplacés quand vous voyez que votre moteur ne tourne pas de manière fluide quand vous le faites tourner à la main.

## 2.10.9 Benchmark des moteurs

Si vous souhaitez avoir un avis d'expert sur un modèle de moteur particulier, vous pouvez aller faire un tour sur [le site Mini Quad Test Bench](#) qui dispose d'un grand nombre de tests.

## 2.10.10 Vibrations

Les moteurs sont la deuxième cause de vibration sur un drone après les hélices. Les raisons de ces vibrations peuvent être liées :

- à l'entraxe qui peut être tordue
- à la cloche qui peut être désaxée.
- aux roulements qui sont usés.

Pour trouver l'origine de ces vibrations, vous pouvez utiliser l'onglet Moteur de Betaflight pour accélérer sans hélice chaque moteur afin d'identifier si l'un d'entre eux produit beaucoup de vibrations sur la frame.

## 2.10.11 En savoir plus ...

### Nettoyer les moteurs d'un drone



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=7ZTXIKwLSgI>

### Vibrations moteurs : causes et solutions



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=xTXjzIKRURI>

### Drone qui vibre, les 8 points à vérifier



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=14ZdanuLSso>

## 2.11 Masques et Lunettes vidéo



### 2.11.1 Introduction

Les masques vidéo permettent d'afficher le flux vidéo du drone afin de permettre son pilotage à distance.

Ces masques ont deux formes possibles :

- Il y a les **lunettes** ou **goggles** qui disposent de deux écrans.
- Il y a les **masques** qui disposent d'un seul écran.

Les lunettes sont généralement plus agréables à porter, car moins lourdes. Elles sont généralement plus chères et disposent d'un confort optique différent aux casques.

Le leader des masques pour le FPV est aujourd'hui Fat Shark. Eachine essaie de pénétrer le marché avec ses EV200D offrant un bon rapport qualité / prix.

Si vous êtes porteur de lunettes correctrices ( myopie, presbytie ou autres corrections ) :

- **Les goggles** ne permettent pas le port de lunette correctrices et imposent l'ajout de lentilles correctrices qui doivent être compatibles avec le modèle retenu, mais tous n'en n'ont pas ( cf Les Lentilles de Correction )
- **Les masques** autorisent pour la plupart le port de vos lunettes correctrices.

- ✓ L'achat d'un masque est généralement assez coûteux, malheureusement les masques premiers prix n'offrent pas un bon confort, prévoyez des produits de milieu de gamme pour permettre de voler correctement.

## 2.11.2 Le récepteur vidéo

Les masques du marché disposent généralement d'un [récepteur vidéo](#) de type "Diversity", c'est-à-dire que ces récepteurs captent deux signaux vidéos et utilisent des algorithmes mathématiques pour atténuer les parasites obtenus ("glitch").

Une nouvelle tendance vise à équiper les masques de deux récepteurs "Diversity" et donc de 4 antennes, c'est le cas par exemple des EV200D de chez Eachine.

## 2.11.3 Les antennes

Il est généralement recommandé d'utiliser **deux types d'antennes différentes** sur les récepteurs pour permettre d'optimiser la réception du signal radio.

On utilise généralement une antenne de type omni-directionnelle sur le connecteur en haut du récepteur, et une antenne de type directive, comme les patchs par exemple, sur le connecteur de la partie basse du récepteur.

L'association des deux permet au récepteur de filtrer le signal des deux antennes pour obtenir un signal atténué en bruit. Pour en savoir plus sur les antennes, rendez-vous dans [le chapitre dédié à celles-ci](#).

- ✓ A contrario des émetteurs vidéos, il n'est pas obligatoire d'équiper toutes les entrées d'un récepteur avec une antenne pour l'utiliser sans risque de surchauffe.

## 2.11.4 L'écran

Les lunettes et masques disposent d'écran de qualité différente en fonction des modèles.

On retrouve généralement des écran LCD, les lunettes haut de gamme sont quant à elles souvent équipée d'écran OLED offrant une meilleure qualité d'image.

## 2.11.5 Le DVR

La majorité des masques sont équipés d'une carte micro SD et d'un DVR capable d'enregistrer le flux vidéo reçu. Ce DVR vous permettra de visualiser vos vols et d'enregistrer vos crashes ...

- ✓ Attention, le DVR peut générer des latences plus ou moins importantes sur vos lunettes ou masques.

### 2.11.6 Les lentilles de correction

Si vous voyez trouble dans vos lunettes, il est possible de se procurer des lentilles de correction pour votre vue. Ces lentilles sont adaptables à des masques de type FatShark ou Eachine EV200D.

Pour cela deux options :

- Acheter des lentilles avec une correction exacte sur le site [fpv-vision](#).
- Se procurer des lentilles en Asie avec des corrections approximatives.

## 2.12 Récepteurs vidéo



### 2.12.1 Introduction

Les récepteurs vidéo sont généralement intégrés aux masques ou lunettes pour permettre de recevoir le flux vidéo sur la bande généralement utilisée des 5.8Ghz.

Les récepteurs vidéo sont souvent équipés de deux types [antennes](#) :

- Une antenne omnidirectionnelle
- Une antenne directionnelle

Des algorithmes de nettoyage de signal vidéo sont utilisés par le récepteur pour réduire les interférences ou "glitch".

En fonction des modèles, vous trouverez de un à deux récepteurs embarqués.

### 2.12.2 Quel récepteur choisir ?

Il existe actuellement trois leaders reconnus sur le marché des récepteurs de vidéo pour le FPV :

- ImmersionRC



- TBS Fusion
- Furious FPV

Comptez entre 50 à 150€ le prix du récepteur vidéo.

Concernant les modules de réception de flux vidéo numérique, DJI est actuellement le leader par manque de concurrence.

## 2.13 Antennes



### 2.13.1 Introduction

Vous aurez besoin de différents types d'antennes pour pratiquer le FPV, les antennes les plus communes sont :

- Les antennes 2.4Ghz pour la radiocommande.
- Les antennes 5.8Ghz pour le flux vidéo émis par le VTX.

Si vous pratiquez le "Long Range" vous aurez probablement besoin d'antennes spécifiques sur les fréquences plus basses autour des 800Mhz.

Chaque antenne possède ses propres spécificités radio, on distingue trois grandes familles d'antennes :

- Les antennes omni-directionnelles permettant d'émettre et de recevoir sur une circonférence quasi-complète, voir compète.
- Les antennes circulaires permettant d'émettre et de recevoir sur une sphère quasi-complète, voir compète.
- Les antennes directionnelles qui permettent d'émettre et de recevoir sur un angle plus ou moins important en fonction de la directivité de celle-ci.

D'une manière générale, il est important d'embarquer des antennes omnidirectionnelles sur votre drone, et de mixer antennes directionnelles et omnidirectionnelles au sol pour améliorer la réception du signal reçu.

Cela vous oblige de voler toujours face à votre drone pour optimiser la qualité du signal reçu.

### 2.13.2 Le gain

Le gain d'une antenne correspond à son pouvoir d'amplification passif, c'est-à-dire à dire sa capacité à amplifier un signal naturellement sans apport d'énergie.

Plus le gain d'une antenne est important, plus le signal qui sera émis ou reçu sera amplifié par celle-ci.

L'usage d'une bonne antenne vous permettra une meilleure émission ou réception de votre signal.

- ⓘ Le gain d'une antenne pour le FPV peut aller jusqu'à 13 dBi pour les antennes patch les plus performantes. Au delà de 13 dBi, vous devrez utiliser une antenne indépendante non portative et utiliser des antennes de type grille ou patch.

### 2.13.3 Longueur d'onde

Chaque antenne possède des caractéristiques physiques différentes, celles-ci sont adaptées à des plages de fréquences et donc à la longueur des ondes reçues ou émises.

Certains fabricants d'antennes sont capables de vous fabriquer une antenne sur mesure avec des caractéristiques de réception et d'émission optimales sur une fréquence précise.

### 2.13.4 SMA ou RP-SMA ?

Les antennes disposent généralement de deux types de connectiques : Le SMA et le RP-SMA de type femelle et de type mâle, soit 4 possibilités de se tromper.

|               | <b>Mâle</b>   | <b>Femelle</b>  |
|---------------|---|---|
| <b>SMA</b>    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Visserie interne</li><li>• Pico interne</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Visserie externe</li><li>• Trou</li></ul>         |
| <b>RP-SMA</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Visserie interne</li><li>• Trou</li></ul>         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Visserie externe</li><li>• Pico interne</li></ul> |

## 2.13.5 LHCP ou RHCP ?

Certaines antennes comme les antennes patch, proposent une mention LHCP ou RHCP, cela signifie le sens de polarisation du signal :

- L : Comme LEFT, le signal est polarisé vers la gauche.
- R : Comme RIGHT, le signal est polarisé vers la droite.

 Il est recommandé d'utiliser des antennes émettrices et réceptrices utilisant le même sens de polarisation.

## 2.13.6 Les types d'antennes

|                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
| Les antennes circulaires     |   | Les antennes circulaires sont très utilisées dans le FPV. On les retrouve très souvent sur les casques et sur le VTX. Elles émettent et reçoivent un signal sur un angle de 360 degrés.                                    |
| Les antennes patch           |  | Les antennes patch rayonnent sur un angle inférieur à 180 degrés. Elles offrent un gain généralement plus important que les antennes circulaires. Elles sont généralement utilisées sur les casques vidéos.                |
| Les antennes directionnelles |  | Les antennes directionnelles, directive ou hélicoïdales dans ce cas, offrent des gains très importants mais obligent à ce que votre drone soit dans la zone de réception. Elles sont surtout utilisées pour du Long Range. |

## 2.13.7 En Savoir plus ...

### Les antennes FPV: Explications, comment s'y retrouver et bien les choisir



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?](https://www.youtube.com/watch?v=VsXbqs0w8jU&feature=youtu.be&fbclid=IwAR0OpofjfgdzV4DY4hkSg7fxi0iB0A4DZwr)

[v=VsXbqs0w8jU&feature=youtu.be&fbclid=IwAR0OpofjfgdzV4DY4hkSg7fxi0iB0A4DZwr](https://www.youtube.com/watch?v=VsXbqs0w8jU&feature=youtu.be&fbclid=IwAR0OpofjfgdzV4DY4hkSg7fxi0iB0A4DZwr)  
[uMJ-YAXPgytr00xGcbodFrgM](https://www.youtube.com/watch?v=VsXbqs0w8jU&feature=youtu.be&fbclid=IwAR0OpofjfgdzV4DY4hkSg7fxi0iB0A4DZwr)

## 2.14 Gyroscope et Accéléromètre

### 2.14.1 Introduction

Tous les gyroscopes/accéléromètres sont intégrés au flight controller. Mais ils méritent un chapitre dédié car ils jouent un rôle très important dans le pilotage.

Le flight controller est un micro contrôleur. Le gyroscope et l'accéléromètre y sont connectés via deux types de protocoles, qui accepte une fréquence de rafraîchissement différente : SPI jusqu'à 32 kHz.

## 2.15 Sac de rangement



### 2.15.1 Introduction

Le sac de rangement est un accessoire indispensable pour permettre de se déplacer facilement avec son drone.

Il existe différents modèles sur Internet capables de supporter de **1 à 4 drones**, à des prix allant de 50 euros à 150 euros.

Parmi les sacs haut de gamme, on retrouve les [Lowepro QuadGuard](#), très appréciés des dronistes et disponibles en 3 versions :

- X1 : 1 drone
- X2 : 2 drones
- X3 : 3 drones + 1 PC

Comptez tout de même un budget de 120 à 150€ pour ces superbes sacs.

## 2.15.2 En savoir plus ...

### Sac Lowepro Quadguard

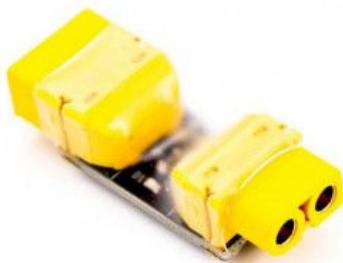


Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=YJHVVEQuN-E>

## 2.16 Smoke Stopper



### 2.16.1 Introduction

Le "Smoke Stopper" ou coupe fumée est un équipement indispensable pour permettre de limiter les problèmes si votre construction contient un court-circuit électrique.

Il se positionne entre la batterie et votre PDB ou ESC et vous évite de **détruire votre électronique** en cas de problème de câblage et donc d'économiser votre matériel après chaque manipulation dessus.

En cas de court-circuit, il vous faudra identifier son origine grâce à un multimètre.

- ✓ En limitant le courant à quelques milliampères, il reste assez de puissance pour alimenter une carte de vol ou une camera, mais si une charge trop importante apparaît la tension chute, ce qui réduit considérablement les risques.

### 2.16.2 En savoir plus ...



## SMOKE STOPPER 2.0, Protégez votre électronique de la Magic Smoke



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=A0Q1wEiv0cs>

## 2.17 Chargeur de batterie



### 2.17.1 Introduction

Les chargeurs de batterie permettent de recharger / décharger des **batteries** constituées d'une ou plusieurs cellules (1S à 6S)

Ces chargeurs sont capables de recharger différents types de batteries : LiPo, Nimh ... Ils sont indispensables pour permettre de charger vos batteries après un vol.

Il existe différents modèles, la principale différence que vous trouverez concerne leur capacité à charger plusieurs batteries en parallèle.

En fonction du type de connectique de votre batterie, assurez-vous d'acheter un chargeur avec une connectique compatible.

- ❖ Avant de lancer le chargement de votre batterie, vérifiez toujours le format, le nombre de cellules et l'ampérage avant de démarrer un cycle.

-  Ne laissez jamais une batterie en charge sans surveillance, évitez la proximité de toute surface inflammable.

## 2.17.2 Choix du chargeur

Le prix du chargeur varie en fonction du nombre de LiPo que vous voudrez recharger en même temps. Les prix des chargeurs de LiPo varient entre 50 et 250€.

Parmi les chargeurs souvent utilisés, SkyRC offre une gamme de produit assez complète.

Quand vous débuterez le FPV vous vous orienterez probablement vers un chargeur capable de charger qu'une seule LiPo simultanément pour une raison de budget.

Avec le temps et l'accumulation de LiPo, vous vous orienterez rapidement vers l'achat d'un second chargeur capable de charge deux ou quatre batteries supplémentaires afin d'éviter de passer vos soirées ou journées à recharger vos LiPo.

Il sera important que vous soyez familiers avec les notions de charge en parallèle et en série.

Certains modèles récents de chez SkyRC offrent une connectivité Bluetooth avec une application mobile pour simplifier les réglages.

## 2.18 Module GPS



### 2.18.1 Introduction

L'usage d'un module GPS dans un drone peut être nécessaire pour :

- Du pilotage semi-automatisé pour de la prise de vue avec [iNAV](#) par exemple.
- De connaître la dernière position connue du drone en cas de crash.
- Mais aussi pour l'utilisation de la fonction RTH sur [Betaflight](#), comprenez "Return to home", fonction qui permet au drone de retourner au point de décollage de manière automatisée, modulo l'erreur de positionnement du GPS. Cette fonction peut être utile en cas de perte complète du contrôle du drone afin d'éviter un "failsafe".



Certains contrôleurs de vol ne supportent pas la connectivité d'un module GPS. Si vous prévoyez de connecter un module GPS, assurez-vous de la comptabilité avec votre contrôleur de vol.

- ✓ Un module GPS qui n'a pas de magnétomètre suffit largement pour utiliser la fonction GPS dans Betaflight .

Le magnétomètre est utilisé par les pilotes qui veulent faire des drones qui auront une très grande précision en terme de localisation.

## 2.18.2 Connectivité

Les modules GPS disposent habituellement de 6 entrées :

| Connectique      | Description  |
|------------------|--|
| <b>Ground</b>    | Masse ou -   |
| <b>+5V</b>       | Alimentation 5 Volts   |
| <b>SDA / SCL</b> | <p>Bus I<sup>2</sup>C :</p> <p>Les connections SDA SCL sont présentes sur les modules GPS qui sont équipés en option de la fonction magnétomètre (boussole - compas).</p> <p>Elles servent à envoyer au contrôleur de vol l'orientation du drone (Nord-Sud-Est-Ouest).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SDA (Serial Data Line) : ligne de données bidirectionnelle,</li> <li>• SCL (Serial Clock Line) : ligne d'horloge de synchronisation bidirectionnelle.</li> </ul> |
| <b>TX/RX</b>     | <p>Port série :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TX : Transmission des informations</li> <li>• RX : Réception des informations</li> </ul>  |

### 3 . 3/ MICROLOGICIELS

---

### 3.1 Synthèse des micrologiciels

Les contrôleurs électronique de vol sont équipés d'un micrologiciel ou *firmware* permettant de piloter le multirotor. Les instruments de mesure embarqués (gyroscope, voir accéléromètre, baromètre, GPS ou compas) et les instructions de vol reçus via le récepteur radio sont combinés afin de diriger le drone en agissant sur la vitesse de rotation des moteurs.

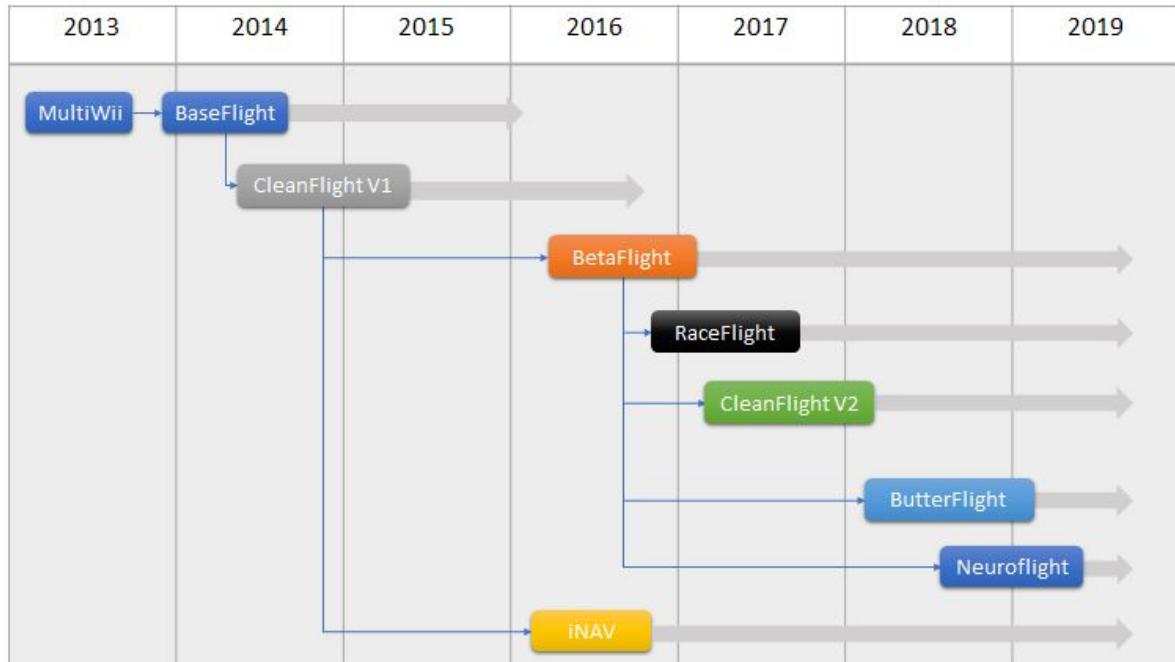
Il existe sur le marché de nombreux logiciels, le plus populaire d'entre eux est aujourd'hui [Betaflight](#).

| Logiciel                                   | Description   | Licence                                |
|--|---|--|
| <a href="#">Betaflight</a>                 | <p>Le logiciel de référence qui équipe aujourd'hui une grande majorité de contrôleurs de vol.</p> <p>C'est devenu un standard qui offre de nombreuses options de configuration, c'est ce qui fait à la fois son avantage et son inconvénient.</p> | <i>GNU General Public License v3.0</i> |
| <a href="#">Baseflight</a>                 | <p><i>Ce logiciel n'est plus maintenu depuis plusieurs années.</i></p> <p>Il s'agit d'un fork du logiciel <a href="#">MultiWii</a> par son propre auteur.</p> <p>MultiWii permettait de piloter un multirotors avec une manette de Wii.</p>       | <i>GNU General Public License v3.0</i> |
| <a href="#">CleanFlight</a>                | <p>Il s'agit d'une réécriture "propre" du code de BaseFlight qui a été utilisé par BetaFlight et iNav comme socle de départ.</p>  | <i>GNU General Public License v3.0</i> |
| <a href="#">Inav</a>                       | <p>Un logiciel qui permet de réaliser des vols autonomes via un GPS.</p> <p>Inav est principalement utilisé pour les prises de vue.</p>   | <i>GNU General Public License v3.0</i> |
| <a href="#">FlightOne<br/>(RaceFlight)</a> | Firmware se voulant simple niveau configuration (basé sur des wizards). Il fonctionne sur du matériel spécifique.   | <i>Propriétaire</i>                    |
| <a href="#">ButterFlight</a>               | Il s'agit d'un fork de Betaflight axé sur les performances et la simplicité d'utilisation.  | <i>GNU General Public License v3.0</i> |

|                    |  |  |
|--------------------|--|--|
| <b>KISS</b>        | Egalement axé sur la simplicité de configuration.<br>Il fonctionne sur du matériel spécifique orienté haut de gamme                                  | <i>Propriétaire</i>                    |
| <b>LibrePilot</b>  | LibrePilot est une plateforme de développement ouverte pour permettre le pilotage de véhicules ou de robots.<br><br>Il s'agit d'un fork d'OpenPilot. | <i>GNU General Public License v3.0</i> |
| <b>ArduPilot</b>   | Probablement le logiciel de pilotage automatique le plus utilisé.  | <i>GNU General Public License v3.0</i> |
| <b>Neuroflight</b> | Le premier firmware expérimental intégrant un algorithme d'IA pour régler automatiquement les PID du drone.  | <i>GNU General Public License v3.0</i> |
| <b>EmuFlight</b>   | Il s'agit d'un fork de ButterFlight intégrant le filtre IMUF d'HélioRC   | <i>GNU General Public License v3.0</i> |

### 3.2 Historique des forks

L'arbre généalogique de ces logiciels ressemble au schéma ci-dessous, BaseFlight est l'ancêtre de la majorité des firmware existant. Le dernier né de la famille est NeuroFlight :



### 3.3 Betaflight



Betaflight est probablement le logiciel qui est embarqué sur le plus de contrôleurs de vol. Sa large communauté de développeurs assure une roadmap de produit très riche.

Betaflight se configure par communication série sur USB via des commandes CLI ou via l'interface graphique proposée par [Betaflight Configurator](#).

Celui-ci est constitué d'une vingtaine d'écrans de configuration plus ou moins complexes. Certains ne sont visibles qu'en activant le mode Expert.

#### Alimentation

La batterie ne doit pas spécialement être branchée pour pouvoir configurer le multi rotor convenablement. Néanmoins, certaines pièces ne peuvent fonctionner avec les 5V maximum données par l'USB (certains VTX, moteurs, ...)

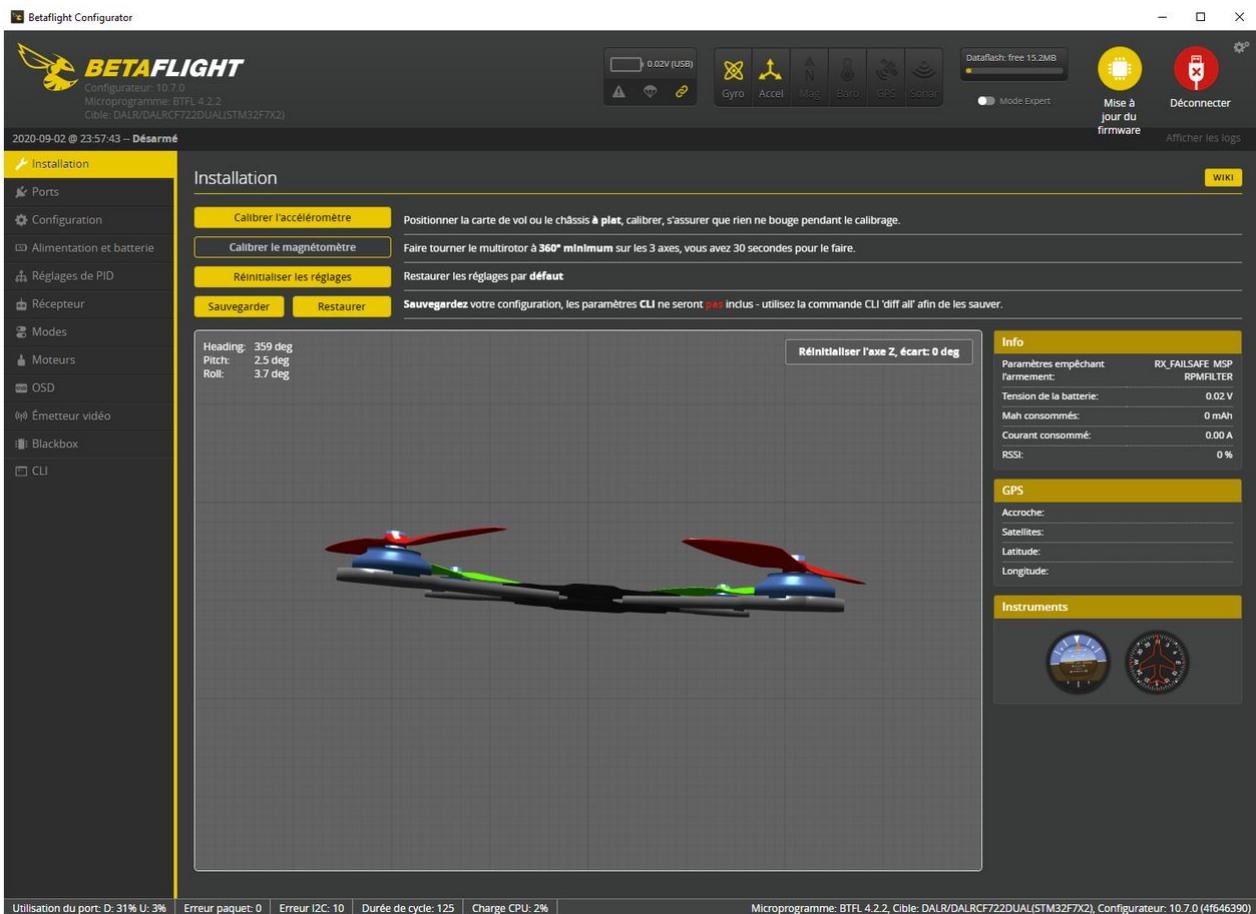
-  Si vous débutez sur le logiciel Betaflight, seuls les écrans "Débutant" vous seront utiles.

|              |                 |   |
|--------------|-----------------|---|
| Installation | <b>DÉBUTANT</b> | Configuration de l'accéléromètre, sauvegarde de la configuration et bascule en mode DFU pour permettre la mise à jour du firmware |
| Ports        | <b>DÉBUTANT</b> | Association de chaque port de la carte du FC à un usage : Caméra, RX, GPS ....  |

|                                 |                 |  |
|---------------------------------|-----------------|--|
| Configuration                   | <b>DÉBUTANT</b> | Configuration de la fréquence de calcul de la carte, du positionnement des moteurs, du protocole à utiliser pour communiquer avec eux ainsi que le protocole de communication avec le récepteur radio.<br><br>Configuration du Beeper, des fonctionnalités natives à activer comme l'OSD, la télémétrie, les filtres ... |
| <b>Alimentation et batterie</b> |                 | Etalonnage et réglages des batteries   |
| Failsafe                        | <b>AVANCÉ</b>   | Configuration du mode Failsafe à utiliser en cas de difficulté.  |
| Réglages de PID                 | <b>EXPERT</b>   | Réglage des PID permettant d'améliorer l'expérience de pilotage et le contrôle du quadrirotors.  |
| Récepteur                       | <b>DÉBUTANT</b> | Configuration du récepteur de la radiocommande.  |
| Modes                           | <b>DÉBUTANT</b> | Association des boutons de la radiocommande avec des fonctions sur Betaflight (choix du mode de vol, armement, beeper ...)   |
| Ajustements                     | <b>EXPERT</b>   | Ajustement de la valeur des signaux émis en fonction de certaines conditions.  |
| Servos                          | <b>EXPERT</b>   | Association de servos à des canaux.  |
| Moteurs                         | <b>DÉBUTANT</b> | Contrôle et vérification de bon fonctionnement des moteurs.  |
| OSD                             | <b>AVANCÉ</b>   | Configuration des informations affichées sur l'écran.  |
| <b>Émetteur Vidéo</b>           | <b>DÉBUTANT</b> | Configuration de l'émetteur vidéo (VTX) et des fréquences utilisables par celui-ci.  |
| <b>Bandeau LED</b>              |                 | Configuration des bandeaux LEDs si ceux-ci sont pilotés par Betaflight (à indiquer sur le FC).   |
| Capteurs                        | <b>DÉBUTANT</b> | Visualisation des signaux émis par les différents capteurs : gyroscope, accéléromètre ...  |
| Journal de bord                 | <b>EXPERT</b>   | Configuration des éléments à enregistrer dans le journal de bord   |

|          |               |  |
|----------|---------------|--|
| Blackbox | <b>EXPERT</b> | Configuration des fonctionnalités de création de fichiers pour analyse post-vol    |
| CLI      | <b>EXPERT</b> | Accès à la console CLI permettant de modifier les paramètres avancés de Betaflight |

### 3.3.1 Betaflight - Installation



Cette page d'accueil de BetaFlight vous permet différentes choses :

- Calibrer l'accéléromètre dès lors que votre drone est bien positionné sur une surface plane.
- Calibrer le magnétomètre si jamais votre carte en est équipé.
- Réinitialiser l'ensemble des réglages d'usine.
- Sauvegarder et restaurer une configuration complète. La sauvegarde vous proposera de récupérer un fichier texte.
- Activer le Boot loader pour permettre la mise à jour du firmware de votre contrôleur de vol.

A cette étape, il est inutile de connecter une batterie à votre drone, la majorité des éléments de configuration dans BetaFlight peuvent se faire sans l'usage d'une batterie externe.

- ❗ La majorité de la configuration dans Betaflight peut se faire sans batterie, juste avec l'alimentation de l'USB. Cependant n'oubliez jamais qu'après avoir réalisé des modifications de paramètres dans Betaflight, votre engin peut décoller sans l'avoir préalablement armé.  
Il est donc obligatoire de retirer vos hélices quand vous souhaitez modifier des paramètres sur votre ESC vis [BLHeliSuite](#) ou au travers de Betaflight Configurator.  
A titre d'exemple le paramètre "dma burst" dans betaflight peut provoquer le démarrage de vos moteurs sans armement préalable des moteurs.

## Mode Expert

- ✓ Le mode "Expert" dans le menu du haut vous permet d'activer certains onglets de configuration bien utiles comme le Failsafe.

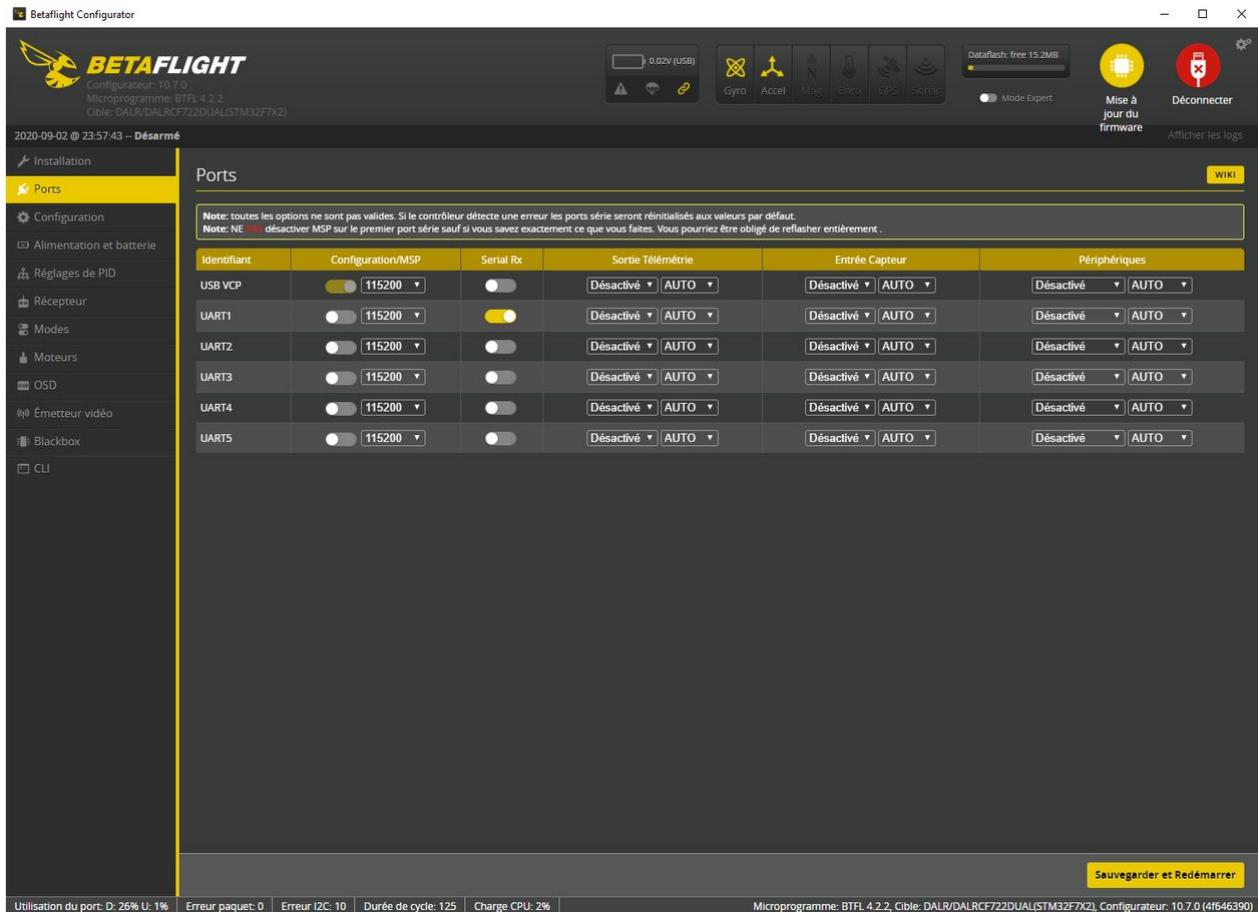
## Sauvegarde de la configuration

- ✓ N'oubliez pas d'effectuer une sauvegarde de la configuration de votre drone, cette sauvegarde vous permettra de gagner un précieux temps le jour à vous devrez remplacer votre contrôleur de vol.

## Activation du Bootloader

- ✓ Si l'activation du mode DFU ne fonctionne pas ou si la mise à jour du firmware ne semble pas fonctionner depuis votre PC sous Windows, le plus simple est d'utiliser [le logiciel ImpulseRC Driver Fixer](#) disponible gratuitement depuis le site ImpulseRC pour changer le drivers.

### 3.3.2 Betaflight - Ports



Cette page de configuration des ports dans BetaFlight permet d'associer chaque entrée / sortie de votre contrôleur de vol à un usage.

Ces entrées / sorties de votre carte de vol s'appellent UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) qui sont des émetteurs-récepteurs asynchrone universels, ils font la liaison avec les différents composants.

En fonction de la carte retenue, le nombre d'UART peut varier.

Le bouton "Serial RX" permet d'indiquer à Betaflight le port sur lequel est connecté le récepteur radio de la radiocommande.

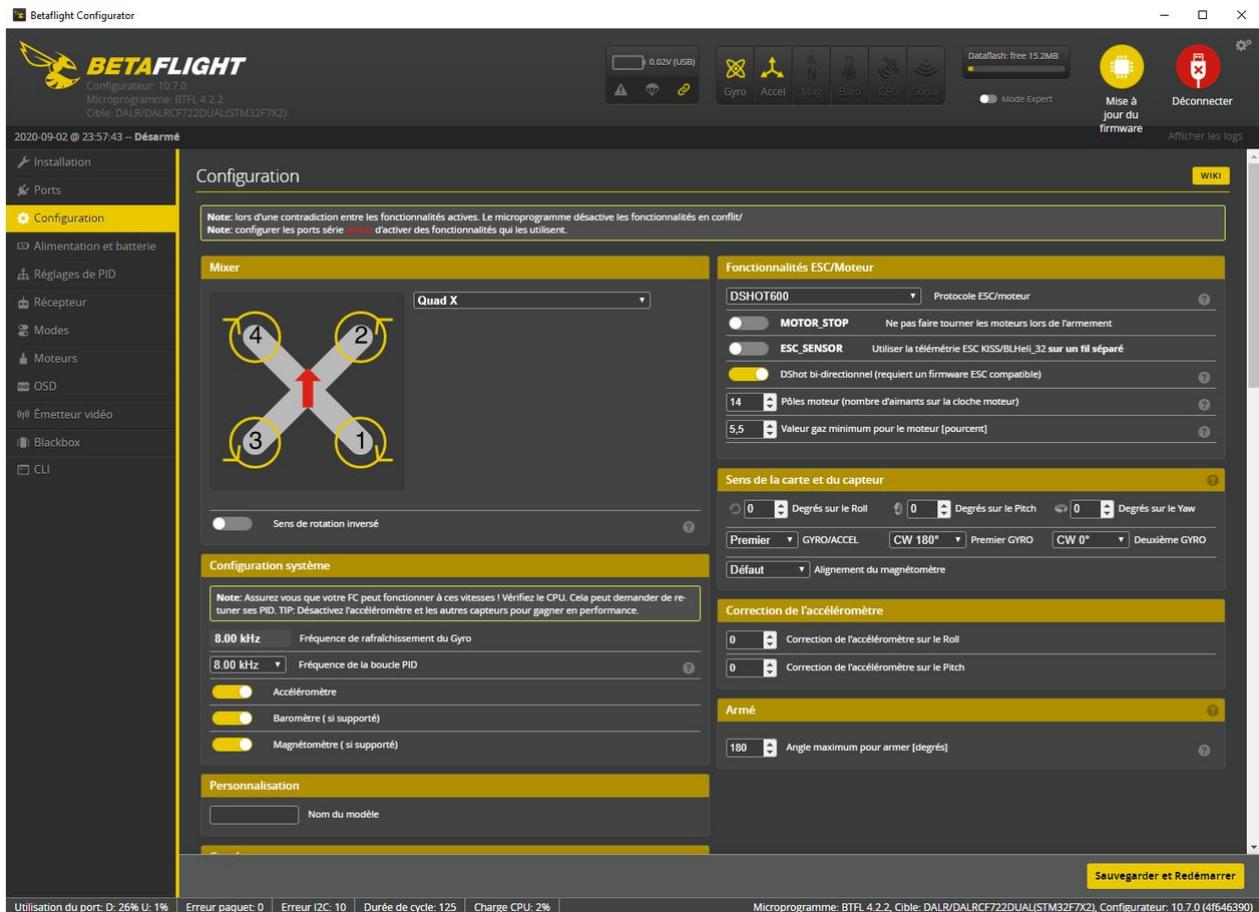
Si vous voulez utiliser les informations de télémétrie d'un des composants plutôt que via le FC, il faudra l'entrer dans "Sortie Télémétrie"

Selon le type de capteur, vous devrez l'entrer dans "Entrée Capteur" (GPS, ESC).

En fonction des différents périphériques connectés à votre carte de vol, vous devrez sélectionner dans la colonne "Périphérique" le protocole de communication à utiliser pour interagir avec lui : contrôle de la caméra Runcam, du VTX via le SmartAudio ...

⚠ A aucun moment, vous devez modifier les paramètres de la première ligne, c'est elle qui vous permet de vous connecter en USB au contrôleur de vol.

### 3.3.3 Betaflight - Configuration



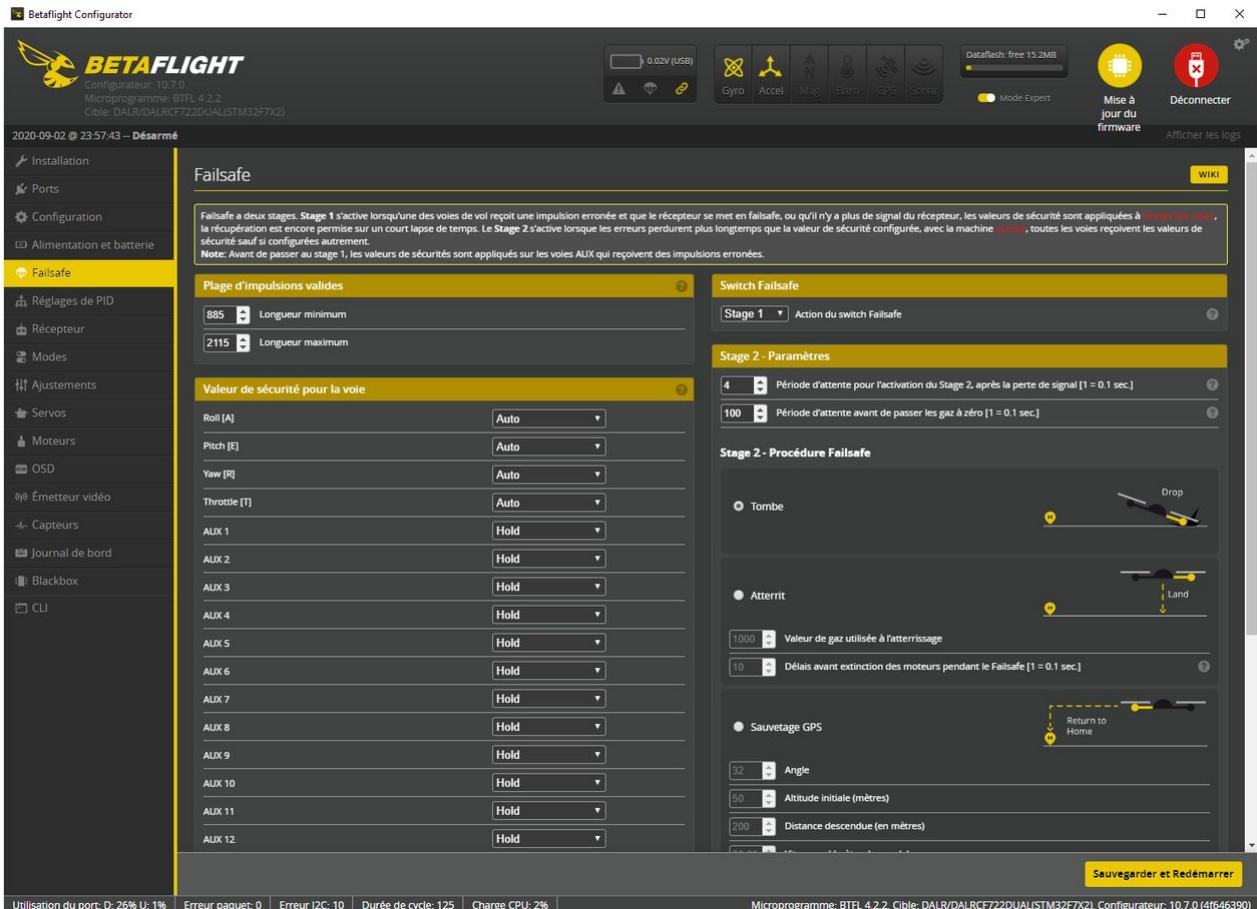
Cette page de configuration dans [Betaflight](#) est très riche, on y retrouve de nombreux éléments comme la configuration des moteurs, du récepteur et l'activation des fonctions embarquées ...

Parmi les éléments à configurer en priorité, il y a :

- La forme du drone ainsi que le sens de rotation des hélices.
- Le protocole de communication entre le contrôleur de vol et [l'ESC](#). Préférez le DShot 600 (ou le 1200 pour les versions de [Betaflight](#) avant la 4.1) si votre ESC le supporte.
- La fréquence de la boucle de PID et du rafraîchissement du Gyro, essayez de trouver une fréquence élevée qui soit supportable par le CPU de la carte. Pour cela vous pouvez vérifier la charge CPU dans la barre du bas après redémarrage.
- Le protocole de communication avec [le récepteur radio \(SBUS, FPORT ...\)](#)
- L'angle d'armement du drone, préférez la valeur "180" pour pouvoir armer même un drone coincé à l'envers dans un arbre.

....

### 3.3.4 Betaflight - Failsafe

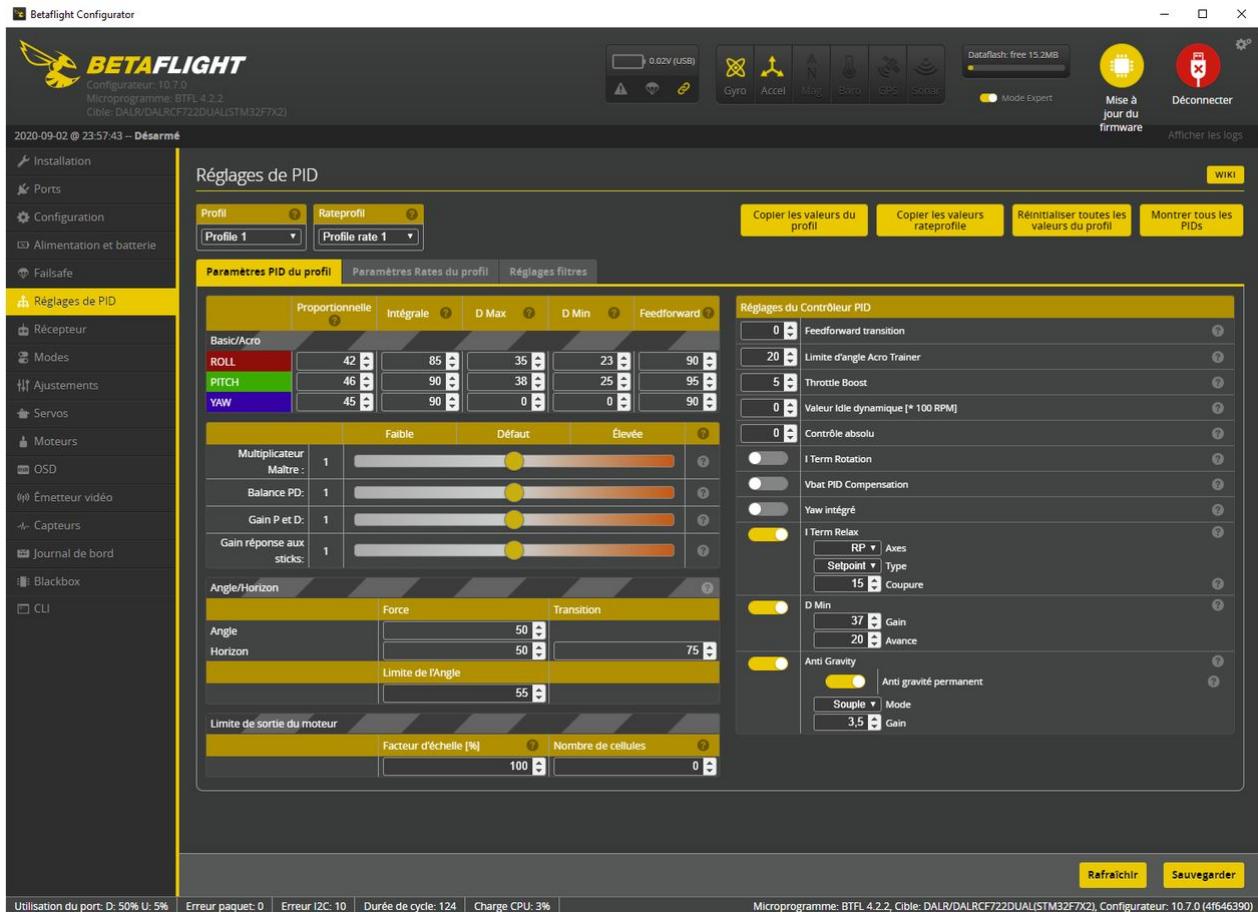


Cette page disponible en mode expert uniquement vous permet de configurer les actions à réaliser quand le mode Failsafe est activé automatiquement ou manuellement.

La configuration consiste à indiquer la procédure à utiliser : "Tomber" ou "Atterrir" et de préciser les délais d'extinction des moteurs et des gaz.

**!** La procédure par défaut configurée dans Betaflight consiste à faire tomber le drone.

### 3.3.5 Betaflight - Réglages de PID



Cette page permet de configurer les PID de votre quadrirotor. Ces PID vont influer sur la réactivité de votre drone aux instructions de vol.

La configuration des PID est ce qui est de plus complexe à réaliser, il vous faudra plusieurs dizaines / centaines d'heures de vol avant de pouvoir prétendre être en mesure d'optimiser les PID de votre quadrirotors.

#### FeedForward transition

(Serait par défaut à 0 et non modifiable dans BF 4.1)

À 0 le gain feedforward est utilisé sur toute la longueur du stick

À 0,3 le gain FF est utilisé graduellement jusqu'à 30% du stick (à partir du centre) pour atteindre 100% et rester à cette valeur les 70% de mouvement du stick restants

À 1, le gain FF augmente graduellement jusqu'à 100% de stick

Augmenter le FF transition

- Diminue l'effet de poussée, de kick quand le stick est proche du centre
- Peut aider en cas de rebond en fin de mouvements (bounce back)

## Throttle boost

= feedforward pour le throttle

Défaut 5%, à augmenter si on veut

## contrôle ABSOLU

Corrige les petites déviations (par rapport au setpoint, à la position dans laquelle le quad devrait se trouver par rapport aux sticks )

Efficace contre le vent.

Le gain I est plus efficace pour contrer un déséquilibre du centre de gravité du quad (batterie mal placée par exemple). Mais il est plus lent que l'absolut control.

Tests: démarrer sans contrôle absolu, puis essayer avec des valeurs basses (1 à 5) puis monter à 10 voire au max à 20.

## I term rotation

Plutôt pour les vols à vue quand beaucoup de mouvements de yaw.

I term rotation détecte un mouvement de yaw et transfert la compensation du I du pitch vers le roll pour éviter un mouvement vers l'avant (à cause du I qui a accumulé) après un yaw brusque.

## Vbat pid compensation

Compense la perte de tension de la batterie

(Voir Vidéo)

[https://youtu.be/esOSvtMAB\\_Q](https://youtu.be/esOSvtMAB_Q)

## Smart feedforward

Si ON, le gain P et le gain FF ne s'additionnent plus, c'est le plus élevé qui est pris en compte.

A un effet seulement si FF > 250 (Et FF plus haut que 100 pas conseillé).

## I term relax

Empêche le gain I d'accumuler et de créer un rebond lent en fin de mouvements rapides. Ou l'impression que le quad part vers l'extérieur à la fin d'une longue courbe.

Axes : RP

Pour race: mode setpoint et valeur 20 ou Off

Pour freestyle: gyro et dans CLI : taper "get relax" et régler le item\_relax\_cutoff = 11 (But: rendre le quad plus souple, moins sur des rails)

Save!

(Selon J. Bardwel, les développeurs de Betaflight disent que le mode "setpoint" est plus performant que "gyro" ...)

## Integrated yaw

Le yaw est tellement lent que le gain P agit comme D et le gain I agit comme P pour roll et pitch

Integrated yaw permet aux gains P et I d'agir comme pour roll et pitch.

Attention, il faut modifier les gains, contrôle absolu, ... si ON

<https://github.com/betaflight/betaflight/wiki/Integrated-Yaw>

## Anti gravity

Maintient l'orientation du quad lors des grosses poussées de throttle.

(Si le quad ne reste pas droit lors d'un punchout, c'est généralement un problème de centre de gravité)

Mode: smooth

Gain : défaut 5, on peut monter jusqu'à 10-15

////////// Contre le yaw washout des tiny's: gain = 2 (2000)

Si le nez du quad part vers l'avant ou l'arrière après une grosse poussée de throttle, quand il revient vers le centre, plutôt augmenter le gain I puis essayer d'augmenter le contrôle absolu (de 1 à 5)

## D-MIN / Dynamic D-GAIN

[https://github.com/betaflight/betaflight/wiki/d\\_min](https://github.com/betaflight/betaflight/wiki/d_min)

Besoin de gains D hauts pour les flips, rolls rapides et tournants serrés. Pas besoin quand on vole sans faire de figures.

--> Le gain D est devenu dynamique. Il faut donc lui imposer un min, un max et comment réagir.

Si on veut que le D réagisse plus vite contre le propwash, augmenter **D gain** jusque 35-40. Pas plus sinon le D sera toujours au max.

**Avance** = de 0 à 200. 20 ne fera pas grand chose. 100 donne déjà une bonne avance

= feedforward pour le gain D. Il fait augmenter le gain D à l'avance, il lui donne un kick.

Afficher le D (x10) dans l'OSD : set debug\_mode = D\_MIN dans CLI et afficher debug2 dans le menu OSD de betaflight.

Pour désactiver la fonction D-MIN, soit d-min = 0 (soit D-MIN = valeur de D dans les pids)

### **TPA seulement pour D**

Le TPA n'agit plus que sur le D dans BF4.0

Il réduit les PIDs au dessus d'une certaine valeur de throttle pour éviter les vibrations.

Défaut : 0.50 1600?

Réglages uavtech:

Donc peu de TPA. (0,75/1850 ou 0,8/1800)

Le but est de garder le D actif sur toute la course du throttle.

### **Throttle scale (throttle limit)**

CLIP: le throttle ne va pas plus haut que x %

SCALE: idem CLIP mais la pente de la courbe du throttle est aussi atténuée, donc change les sensations

En savoir plus ...

### **Réglages PID - théorie et exemple pratique**

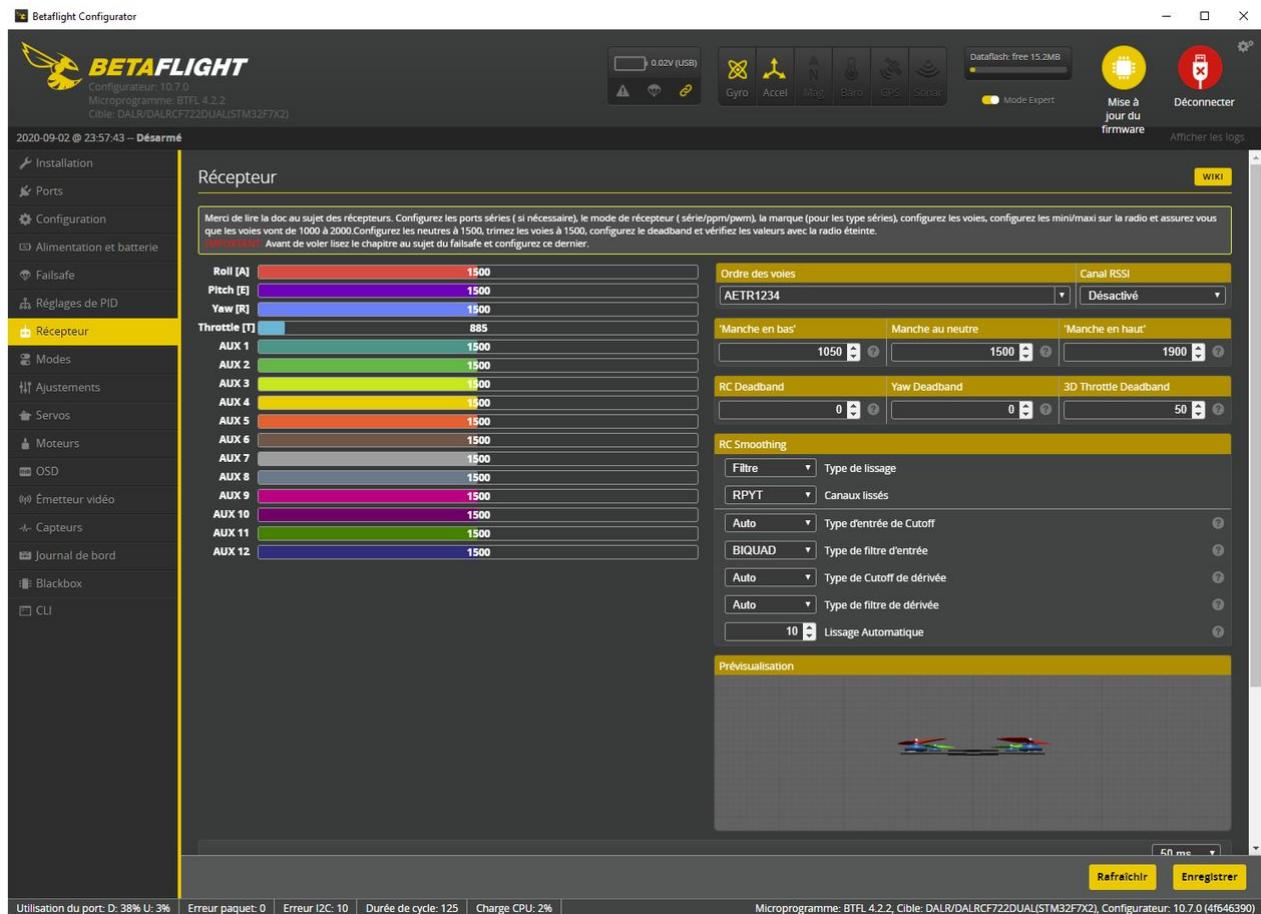


Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=tqRGGKsfAfg>

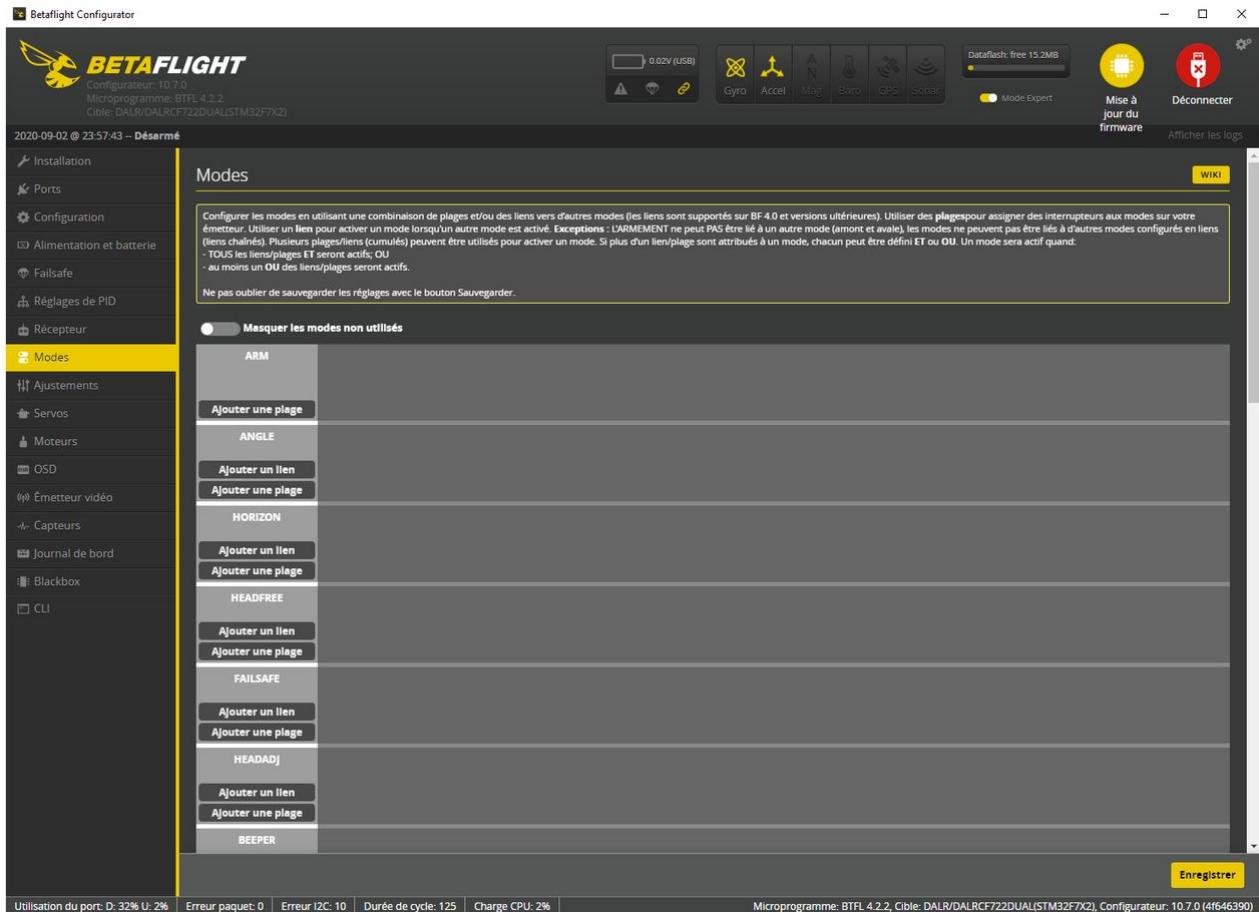
### 3.3.6 Betaflight - Récepteur



Cette page vous permet de configurer l'ordre de voies pour permettre à votre radiocommande de bien mapper le Roll, Pitch, Yaw et Throttle.

Au delà de la configuration en AETR1234 que l'on retrouve sur de nombreux build, vous pouvez utiliser les jauge de réception pour tester la réception de chaque canaux et configurer les fins de course depuis votre radiocommande (1000 et 2000).

### 3.3.7 Betaflight - Modes



Cette page vous permet d'associer des interrupteurs de votre radiocommande à un mode Betaflight : changer le mode de vol, armer les moteurs, activer le mode Failsafe ...

Vous devrez avoir préalablement configurer les interrupteurs que vous souhaitez utiliser un des canaux depuis votre radiocommande pour permettre une détection de l'interrupteur par [Betaflight](#).

- ✓ Un interrupteur peut être utilisé pour activer plusieurs modes. Cela peut être pratiquement notamment pour activer l'Airmode depuis l'interrupteur d'armement des moteurs.

#### Liste des modes disponibles

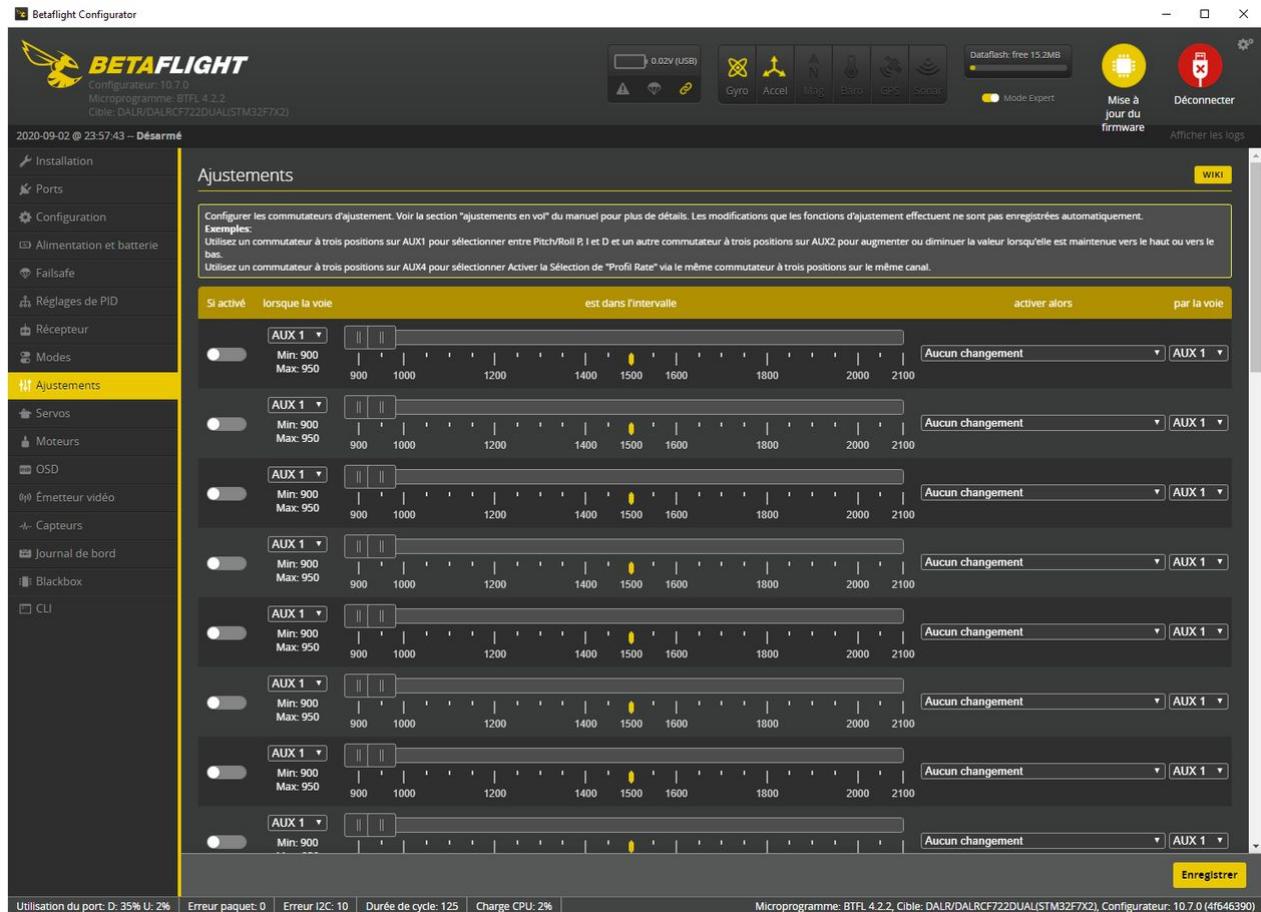
| ID | Nom | Description                                   | Utilité       |
|----|-----|---|---------------|
| 0  | ARM | Active les moteurs et la stabilisation du vol | INDISPENSABLE |

| ID        | Nom          | Description   | Utilité         |
|-----------|--------------|---|-----------------|
| <b>1</b>  | ANGLE        | Mode de pilotage assisté (ancien mode)  |                 |
| <b>2</b>  | HORIZON      | Mode de pilotage assisté  | <b>PRATIQUE</b> |
| <b>4</b>  | ANTI GRAVITY | Prevents dips and rolls on fast throttle changes  |                 |
| <b>5</b>  | MAG          | Heading lock  |                 |
| <b>6</b>  | HEADFREE     | Head Free - When enabled yaw has no effect on pitch/roll inputs   |                 |
| <b>7</b>  | HEADADJ      | Heading Adjust - Sets a new yaw origin for HEADFREE mode  |                 |
| <b>8</b>  | CAMSTAB      | Active la stabilisation de la caméra  |                 |
| <b>12</b> | PASSTHRU     | Pass roll, yaw, and pitch directly from rx to servos in airplane mix  |                 |
| <b>13</b> | BEEPERON     | Active le bip pour permettre de retrouver plus facilement son drone.  | <b>PRATIQUE</b> |
| <b>15</b> | LEDLOW       | Éteint les LED  |                 |
| <b>17</b> | CALIB        | La fonction CALIB, démarre la calibration de l'accéléromètre en vol. Cela nécessite que le flag INFLIGHT_ACC_CAL soit activé. |                 |
| <b>19</b> | OSD          | Active l'affichage de l'OSD   |                 |
| <b>20</b> | TELEMETRY    | Active la télémétrie  |                 |
| <b>23</b> | SERVO1       | Servo 1   |                 |
| <b>24</b> | SERVO2       | Servo 2   |                 |
| <b>25</b> | SERVO3       | Servo 3   |                 |
| <b>26</b> | BLACKBOX     | Active les logs de la BlackBox  |                 |

| ID        | Nom                      | Description   | Utilité              |
|-----------|--------------------------|---|----------------------|
| <b>27</b> | FAILSAFE                 | Active le mode 2 du failsafe manuellement   | <b>INDISPENSABLE</b> |
| <b>28</b> | AIRMODE                  | Active la rotation des hélices pour une meilleure stabilité du drone. Vous pouvez l'activer manuellement via cette fonction ou l'activée en permanence depuis la fonction "Airmode" présente sur <a href="#">la page de configuration de Betaflight</a> . | <b>PRATIQUE</b>      |
| <b>29</b> | 3D                       | Active le mode 3D mode  |                      |
| <b>30</b> | FPV ANGLE MIX            | Apply yaw rotation relative to a FPV camera mounted at a preset angle   |                      |
| <b>31</b> | BLACKBOX ERASE           | Erase the contents of the onboard Flash log chip (takes > 30 s)   |                      |
| <b>32</b> | CAMERA CONTROL 1         | Control function 1 of the onboard camera (if supported)   |                      |
| <b>33</b> | CAMERA CONTROL 2         | Control function 2 of the onboard camera (if supported)   |                      |
| <b>34</b> | CAMERA CONTROL 3         | Control function 3 of the onboard camera (if supported)   |                      |
| <b>35</b> | FLIP OVER AFTER CRASH    | Reverse the motors to flip over an upside down craft after a crash (DShot required)   |                      |
| <b>36</b> | BOXPREARM                | When arming, wait for this switch to be activated before actually arming  |                      |
| <b>37</b> | BEEP GPS SATELLITE COUNT | Use a number of beeps to indicate the number of GPS satellites found  |                      |
| <b>39</b> | VTX PIT MODE             | Switch the VTX into pit mode (low output power, if supported)   |                      |

| ID        | Nom          | Description  | Utilité |
|-----------|--------------|--|---------|
| <b>40</b> | USER1        | User defined switch 1. Intended to be used to control an arbitrary output with PINIO                           |         |
| <b>41</b> | USER2        | User defined switch 2. Intended to be used to control an arbitrary output with PINIO                           |         |
| <b>42</b> | USER3        | User defined switch 3. Intended to be used to control an arbitrary output with PINIO                           |         |
| <b>43</b> | USER4        | User defined switch 4. Intended to be used to control an arbitrary output with PINIO                           |         |
| <b>44</b> | PID AUDIO    | Enable output of PID controller state as audio   |         |
| <b>45</b> | PARALYZE     | Désactive complètement le drone tant que sa batterie n'a pas été débrancher.                                   |         |
| <b>46</b> | GPS RESCUE   | Active le mode "Retour à la maison", le drone ira atterrir automatiquement à l'endroit d'où il a décollé.      |         |
| <b>47</b> | ACRO TRAINER | Active le mode "ACRO" avec une correction du pilotage si l'angle pris est trop important pour éviter un crash. |         |

### 3.3.8 Betaflight - Ajustements



### 3.3.9 Betaflight - Servos

Betaflight Configurator

**BETAFLIGHT**  
Configurateur: 10.7.0  
Micropogramme: BTFL 4.2.2  
Cible: DALR/DALRCF722DUAL/STM32F7X2

2020-09-02 @ 23:57:43 – Désarmé

Installation Ports Configuration Alimentation et batterie Failsafe Réglages de PID Récepteur Modes Ajustements Servos Moteurs OSD Émetteur vidéo Capteurs Journal de bord Blackbox CLI

Sauvegarder

**Servos**

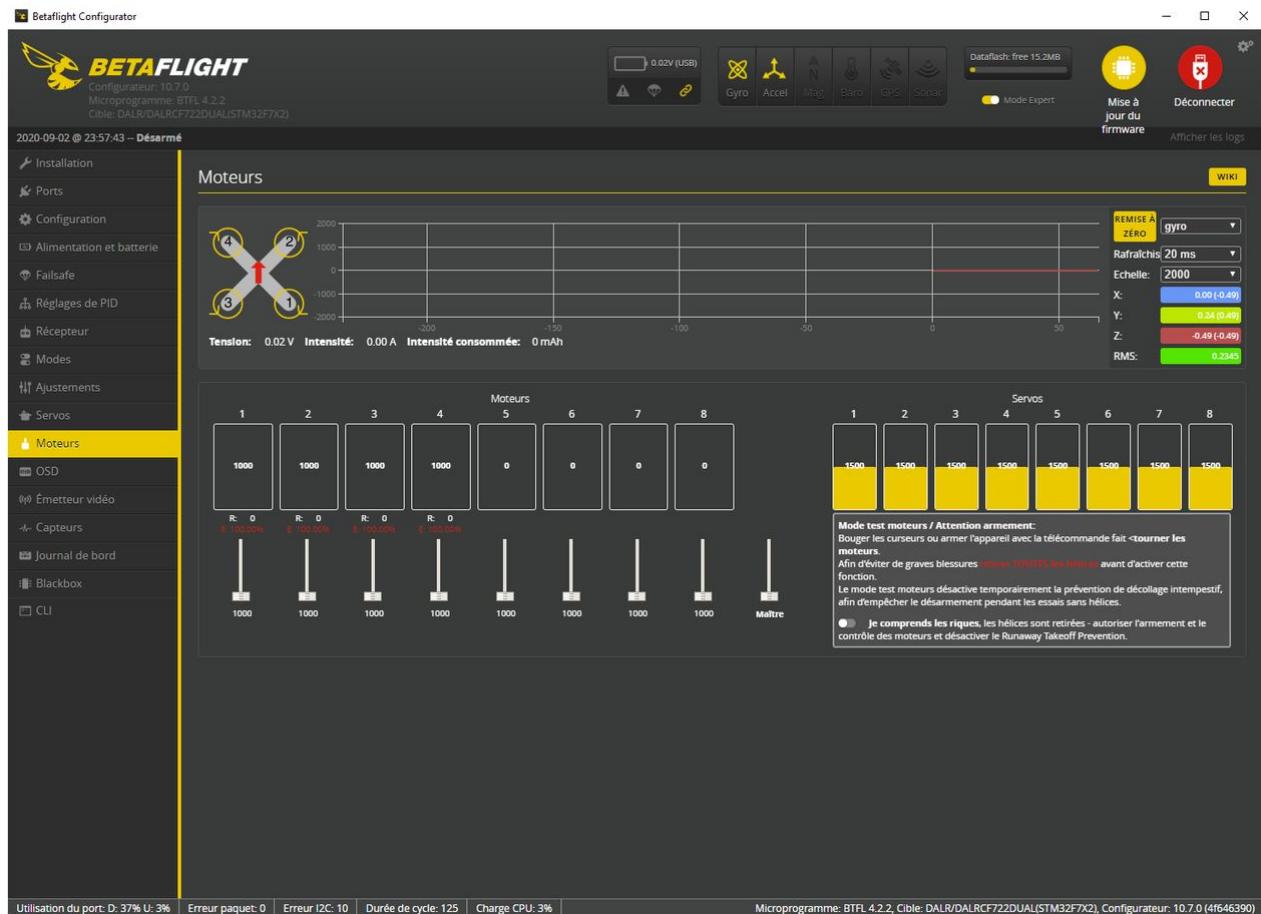
Changer la direction dans la télécommande afin de correspondre

| Nom     | MID  | MIN  | MAX  | CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | Direction et rate |
|---------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-------------------|
| Servo 0 | 1500 | 1000 | 2000 | ■   | ■   | ■   | ■   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | Rate: 100% ▾      |
| Servo 1 | 1500 | 1000 | 2000 | ■   | ■   | ■   | ■   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | Rate: 100% ▾      |
| Servo 2 | 1500 | 1000 | 2000 | ■   | ■   | ■   | ■   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | Rate: 100% ▾      |
| Servo 3 | 1500 | 1000 | 2000 | ■   | ■   | ■   | ■   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | Rate: 100% ▾      |
| Servo 4 | 1500 | 1000 | 2000 | ■   | ■   | ■   | ■   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | Rate: 100% ▾      |
| Servo 5 | 1500 | 1000 | 2000 | ■   | ■   | ■   | ■   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | Rate: 100% ▾      |
| Servo 6 | 1500 | 1000 | 2000 | ■   | ■   | ■   | ■   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | Rate: 100% ▾      |
| Servo 7 | 1500 | 1000 | 2000 | ■   | ■   | ■   | ■   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■   | ■   | ■   | Rate: 100% ▾      |

Activer le mode direct

Utilisation du port: D: 26% U: 1% | Erreur paquet: 0 | Erreur I2C: 10 | Durée de cycle: 125 | Charge CPU: 2% | Sauvegarder | Microprogramme: BTFL 4.2.2, Cible: DALR/DALRCF722DUAL/STM32F7X2, Configurateur: 10.7.0 (4f646390)

### 3.3.10 Betaflight - Moteurs



Cette page vous permet de tester chaque moteur unitairement afin de vérifier le bon fonctionnement du moteur et son sens de rotation.

- ! Suivez les recommandations de Betaflight, n'oubliez pas de retirer vos hélices avant toute action sur les moteurs.
- A contrario des autres écrans sur Betaflight, la batterie est nécessaire pour alimenter les moteurs et l'ESC si vous souhaitez tester vos moteurs.

#### Remapper les ESC dans betaflight

Si jamais quand vous faites tourner le moteur 1, le moteur 3 se met à tourner, vous devrez soit :

- Choisir un autre type de frame dans [l'onglet configuration](#).
- Soit remapper vos ESC pour qu'ils correspondent au bon moteur.

La première étape consiste à identifier les erreurs d'association en faisant fonctionner vos moteurs un à un en vérifiant que le numéro indiqué au dessus de la jauge correspond à celui sur le plan en haut à gauche de la fenêtre.

Si ce n'est pas le cas, écrivez sur un papier l'emplacement de chaque ESC mal localisé sous forme de tableau :

| <b>Plan moteur Betaflight</b> | <b>Moteur qui tourne</b> |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1                             | 2                        |
| 2                             | 3                        |
| 3                             | 1                        |
| 4                             | 2                        |

Identifiez les ports de chaque ESC dans Betaflight, utilisez [l'outil CLI](#) de Betaflight :

```
resource list
```

```
A01 : MOTOR 1
A02 : MOTOR 2
B00 : MOTOR 3
B01 : MOTOR 4
```

Ajoutez une troisième colonne pour noter le numéro de port présent devant chaque ligne contenant "Motor"

| <b>Plan moteur Betaflight</b> | <b>Moteur qui tourne</b> | <b>Port Betaflight</b> |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1                             | 4                        | B01                    |
| 2                             | 3                        | B00                    |
| 3                             | 1                        | A01                    |
| 4                             | 2                        | A02                    |

Puis supprimez l'allocation des moteurs :

```
resource motor 1 none  
resource motor 2 none  
resource motor 3 none  
resource motor 4 none
```

Remappez vos ESC, pour cela tapez la commande "resource motor" suivie de la colonne n°1 du tableau et de la colonne n°3.

```
resource motor 1 B01  
resource motor 2 B00  
resource motor 3 A01  
resource motor 4 A02
```

Finalisez la configuration en sauvegardant les paramètres :

```
save
```

## Calibrer les ESC

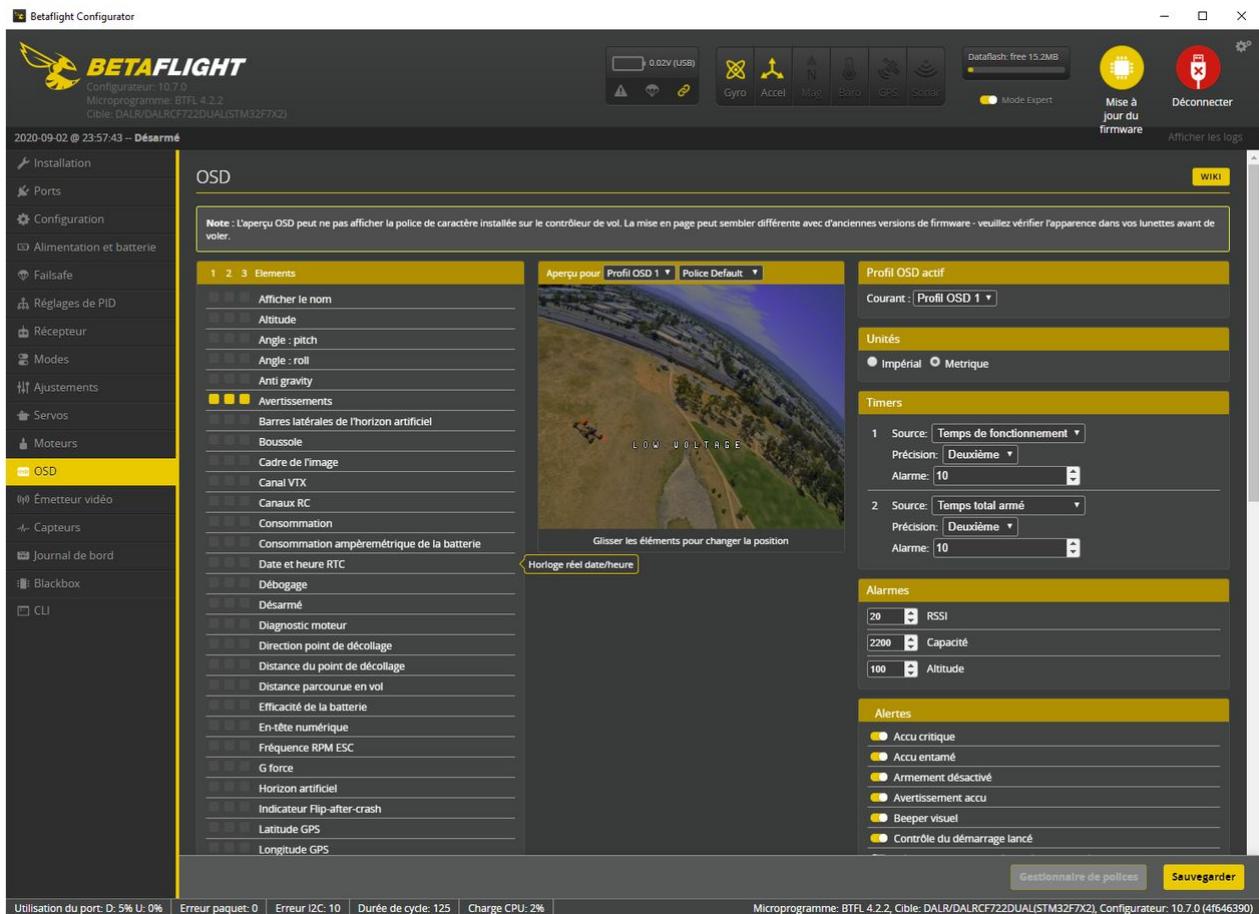
La calibration de vos ESC est seulement nécessaire si vous utilisez un protocole Analogique pour contrôler vos ESC depuis votre carte de vol.

|                                 | <b>Analogique<br/>(Oneshot et Multishot)</b> | <b>Numérique<br/>(DShot)</b> |
|---------------------------------|--|------------------------------|
| <b>Calibration nécessaire ?</b> | Oui  | Non                          |

Pour calibrer vos ESC, la méthode est la suivante :

- Activez le maître au maximum
- Puis branchez la batterie pour alimenter l'ESC.

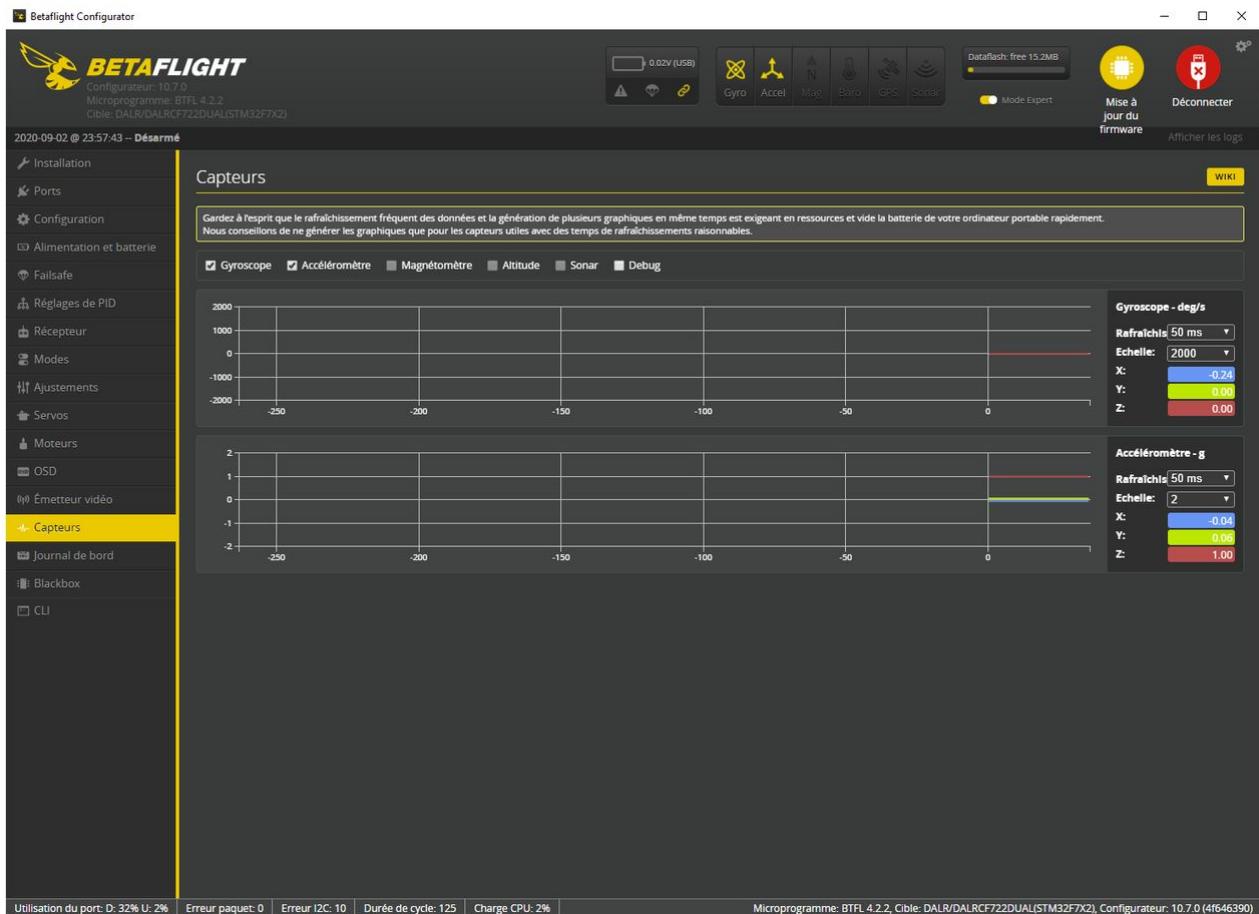
### 3.3.11 Betaflight - OSD



Cette page de configuration vous permet de sélectionner et positionner l'ensemble des informations que vous souhaitez voir apparaître sur votre écran de pilotage.

Au delà de ces éléments, vous pouvez sélectionner toutes les alertes que vous souhaitez visualiser sur l'écran.

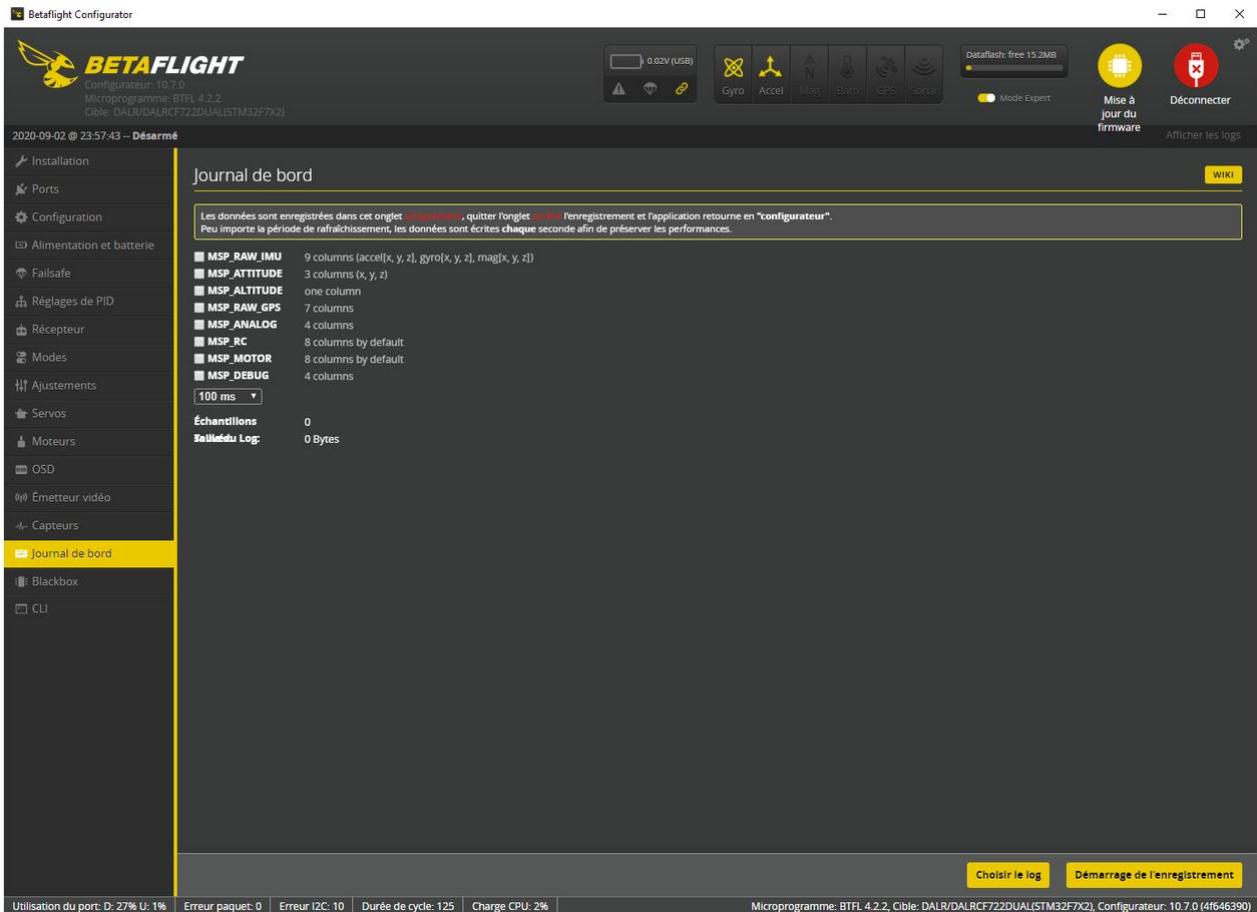
### 3.3.12 Betaflight - Capteurs



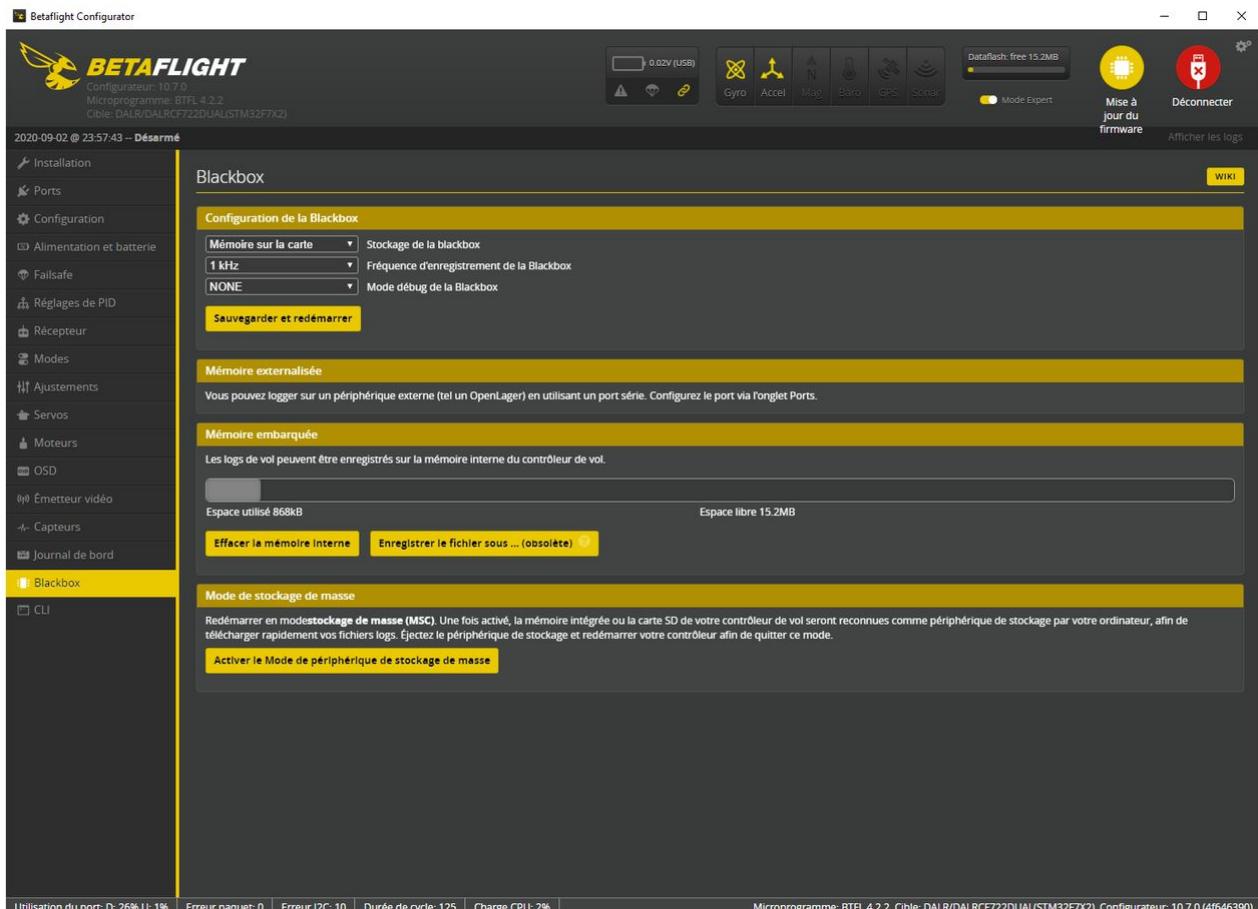
Cette page vous permet de visualiser les signaux émis par l'ensemble de matériel nécessaire au pilotage : Gyroscope, Accéléromètre, Magnétomètre, Baromètre et Sonar.

Elle est utile pour permettre d'identifier rapidement un dysfonctionnement matériel.

### 3.3.13 Betaflight - Journal de bord



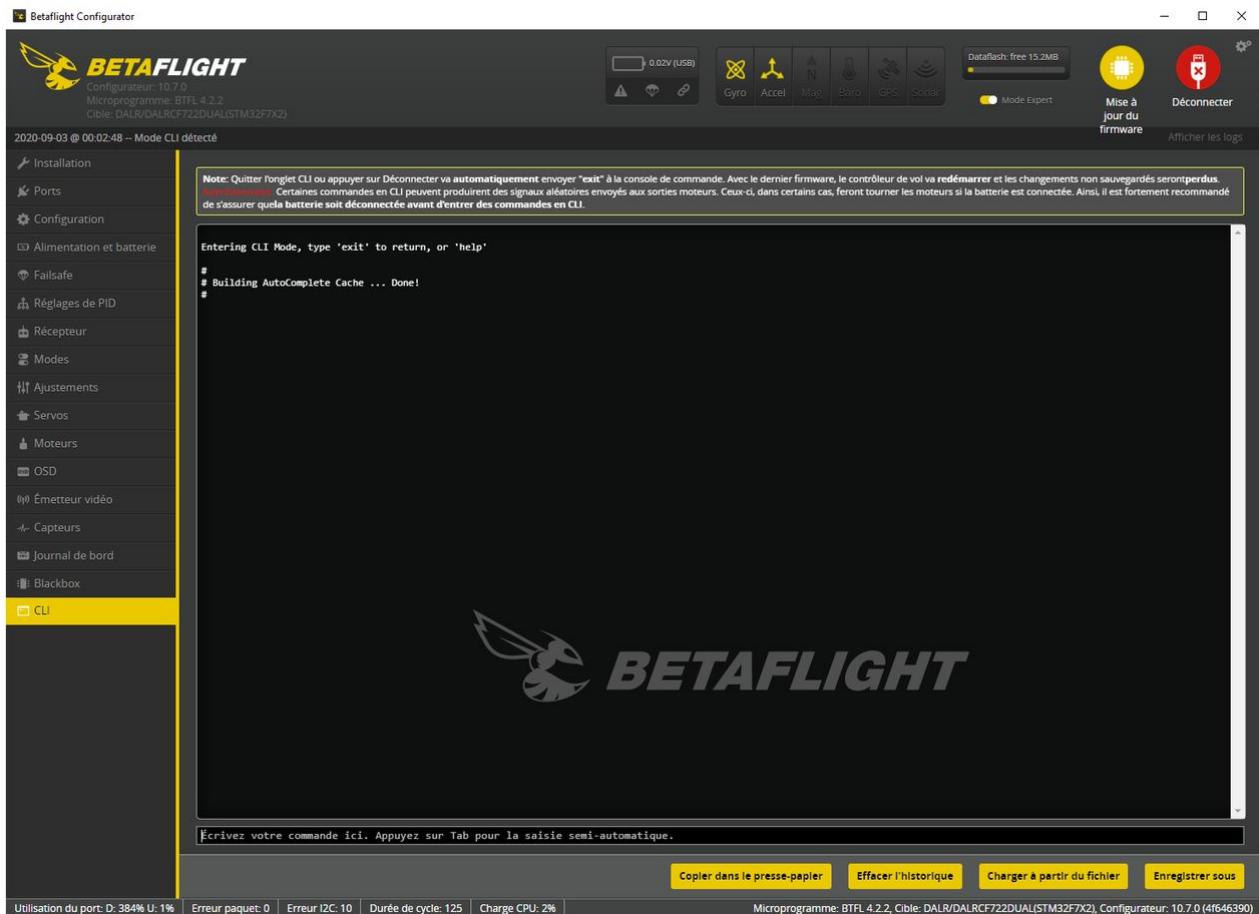
### 3.3.14 Betaflight - Blackbox



Cette page vous permet de configurer la boite noire de votre drone. Cette blackbox vous permet d'enregistrer toutes les informations utiles à être analysées pour permettre un réglage fin des PID.

- ✓ Le logiciel [Blackbox Explorer](#) permet d'explorer les fichiers générés afin de permettre une analyse fine du comportement de votre drone.

### 3.3.15 Betaflight - CLI



Cette page permet de configurer les paramètres avancés de Betaflight en ligne de commande.

La documentation complète des commandes CLI est disponible sur [le Github de Betaflight](#).

- ✓ Plusieurs options de tuning peuvent être configurées via le CLI en fonction du type de vol que vous souhaitez réaliser. Ces options sont présentées sur [les "Tuning note" de Betaflight](#), vous retrouverez ces options synthétisées dans le tableau ci-dessous.

| Paramètre          | Default | ProRace | Race/Fast Freestyle | HD | Cinematic |
|--------------------|---------|---------|---------------------|----|-----------|
| iterm_relax_cutoff | 15      | 30      | 20                  | 10 | 5         |

| Paramètre                    | Default    | ProRace    | Race/Fast Freestyle | HD         | Cinematic         |
|------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|-------------------|
| rc_smoothing_auto_smoothness | 10         | <b>5</b>   | 7                   | 20         | <b>40</b>         |
| ff_interpolate_sp            | AVERAGED_2 | <b>ON</b>  | AVERAGED_2          | AVERAGED_3 | <b>AVERAGED_4</b> |
| ff_smooth_factor             | 37         | <b>0</b>   | 20                  | 40         | <b>50</b>         |
| ff_spike_limit               | 60         | 60         | <b>70</b>           | 55         | <b>50</b>         |
| ff_boost                     | 15         | <b>20</b>  | 15                  | <b>0</b>   | <b>0</b>          |
| feedforward_transition       | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>            | 40         | <b>70</b>         |
| yaw_lowpass_hz               | <b>0</b>   | <b>100</b> | <b>100</b>          | 70         | 50                |
| throttle_boost               | 5          | <b>7</b>   | <b>7</b>            | 5          | <b>2</b>          |
| throttle_boost_cutoff        | 15         | <b>25</b>  | 25                  | 10         | <b>10</b>         |
| dyn_lpf_dterm_curve_expo     | <b>2</b>   | 7          | 7                   | 7          | <b>8</b>          |
| gyro_rpm_notch_q             | <b>500</b> | 600        | 700                 | 800        | <b>900</b>        |
| iterm_windup                 | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b>          | <b>100</b> | <b>75</b>         |

### 3.4 ButterFlight



ButterFlight est un fork optimisé de [Betaflight](#) pour les mini quad. L'objectif du projet est de devenir un noyau optimisé de vol pouvant être étendu par d'autres projets.

*Our goal is to eventually provide a clean flight control kernel that can be extended by other projects to add more features such as RTH or SERVO control.*

*Our focus is on the flight, handling propwash and making quads fly the way they should fly.*

[Le code source de ButterFlight est toujours disponible sur Github](#) mais le site officiel de ButterFlight semble avoir été supprimé.

### 3.5 CleanFlight



CleanFlight est l'un des premiers micro-logiciels à voir le jour en Opensource après BaseFlight.

Malgré le fort succès de [BetaFlight](#), CleanFlight possède toujours une communauté d'utilisateurs et une roadmap active.

CleanFlight est téléchargeable depuis : <http://cleanflight.com/>

## 3.6 FlightOne



FlightOne, autrefois connu sous le nom de Raceflight, est un micrologiciel propriétaire conçu pour le FPV Racing.

Le code de FlightOne est propriétaire, tout comme celui de KISS : <https://flightone.com/>

### 3.6.1 En savoir plus ...

#### Comment configurer automatiquement RaceFlight One



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=Y0GwkUx5ATI&list=PLr-Mb5AXisr9wweJmBUqyp-N2UjQ4CXuh>

#### Comment flasher RaceFlight One



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=OVSuCmv4dBU>

## 3.7 Inav



INAV est un fork de CleanFlight avec un focus très fort sur les fonctions GPS pour les avions et multi-rotors.

INAV dispose de nombreuses fonctionnalités de navigation avancées autour de la gestion du GPS : Return to home, follow me ...

INAV est téléchargeable depuis GitHub : <https://github.com/iNavFlight/inav/wiki>

### 3.7.1 En savoir plus ...

#### Découverte du configurateur INAV



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=U8rMfc4yLTs>

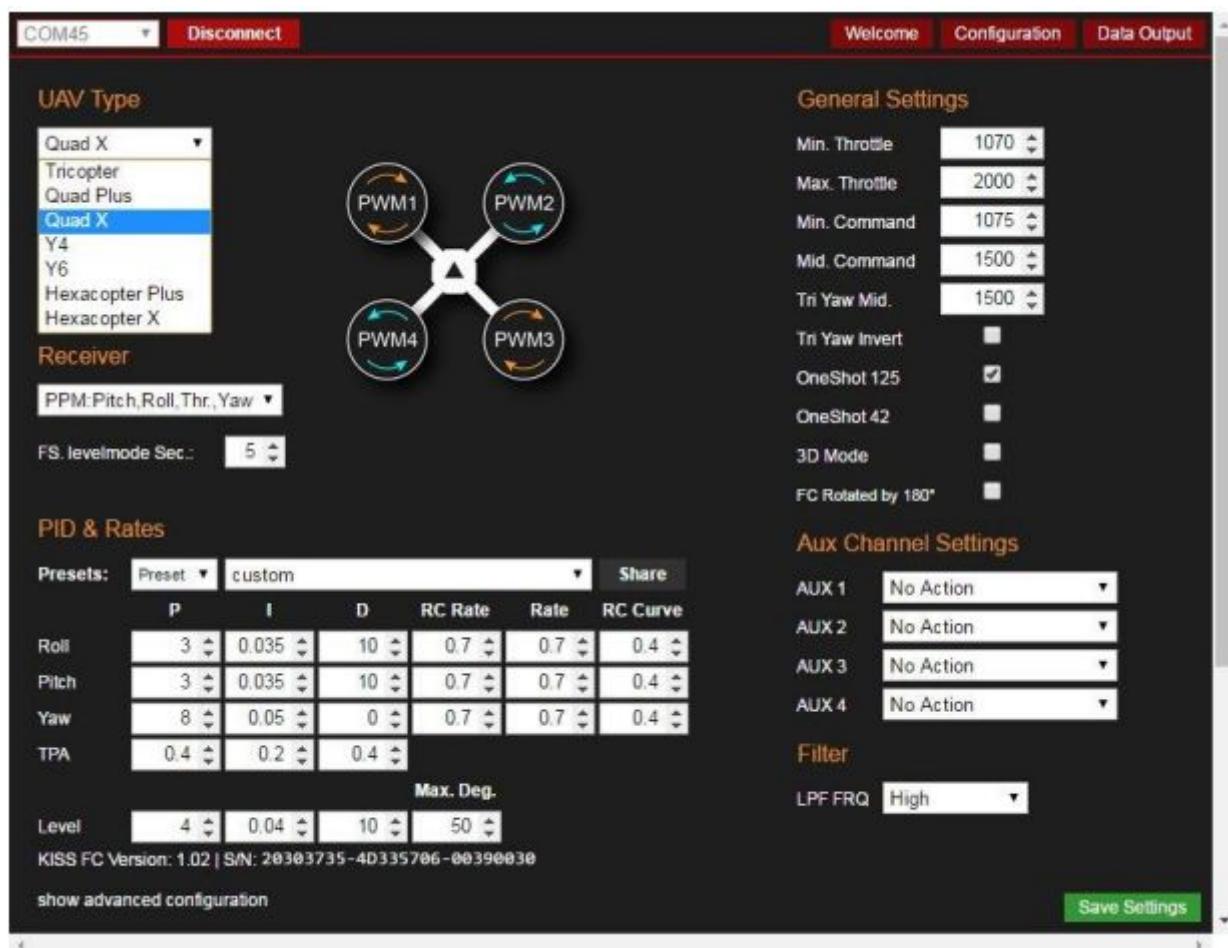
## 3.8 KISS



Kiss est l'un des rares contrôleurs de vol avec un firmware propriétaire.

L'interface de configuration se veut simple et le matériel est très bien documentée.

<http://kiss.flyduino.net/downloads/>



The screenshot shows the KISS configuration software interface. At the top, there are tabs for 'Welcome', 'Configuration' (which is selected), and 'Data Output'. On the left, a 'UAV Type' dropdown is set to 'Quad X', with other options like 'Tricopter', 'Quad Plus', 'Y4', 'Y6', 'Hexacopter Plus', and 'Hexacopter X' available. Below it, a 'Receiver' dropdown is set to 'PPM: Pitch, Roll, Thr., Yaw'. A 'FS levelmode Sec.' dropdown is set to '5'. In the center, there's a diagram of a quadcopter with four PWM outputs (PWM1, PWM2, PWM3, PWM4) arranged in a cross pattern. To the right, the 'General Settings' section includes fields for 'Min. Throttle' (1070), 'Max. Throttle' (2000), 'Min. Command' (1075), 'Mid. Command' (1500), 'Tri Yaw Mid.' (1500), 'Tri Yaw Invert' (unchecked), 'OneShot 125' (checked), 'OneShot 42' (unchecked), '3D Mode' (unchecked), and 'FC Rotated by 180°' (unchecked). The 'Aux Channel Settings' section lists 'AUX 1' through 'AUX 4' all set to 'No Action'. At the bottom, there's a 'Filter' dropdown set to 'High', a 'LPF FRQ' dropdown set to 'High', and a 'Save Settings' button. The status bar at the bottom displays 'KISS FC Version: 1.02 | S/N: 20303735-4D335706-00390030' and a 'show advanced configuration' link.

### 3.9 LibrePilot



LibrePilot est une alternative Opensource à Betaflight, il a été créé à l'origine pour contrôler toutes sortes d'objets : multi-rotors, robots ...

<https://www.librepilot.org>

## 3.10 Neuroflight

# NEUROFLIGHT

### 3.10.1 Introduction

Le réglage des PID est un travail complexe qui nécessite de bonnes compétences pour obtenir de bons résultats. Que diriez-vous de remplacer les PID par une intelligence artificielle à la place ?

C'est ce que propose le micrologiciel **Neuroflight**, un fork de Betaflight qui embarque **un réseau de neurones** pour permettre de réaliser automatiquement le réglage des PID en plein vol.

Il s'agit pour le moment d'un micrologiciel expérimental, mais on peut s'attendre à voir se démocratiser ce type de fonctionnalité à l'avenir. Ce sera d'autant plus vrai que les contrôleurs de vol sont équipés de ressources de calcul de plus en plus puissant.

Les premières expérimentations ont été réalisées avec succès avec une carte F7: **Mateksys F722-STD**.



**MATEKSYS Flight Controller F722-STD**

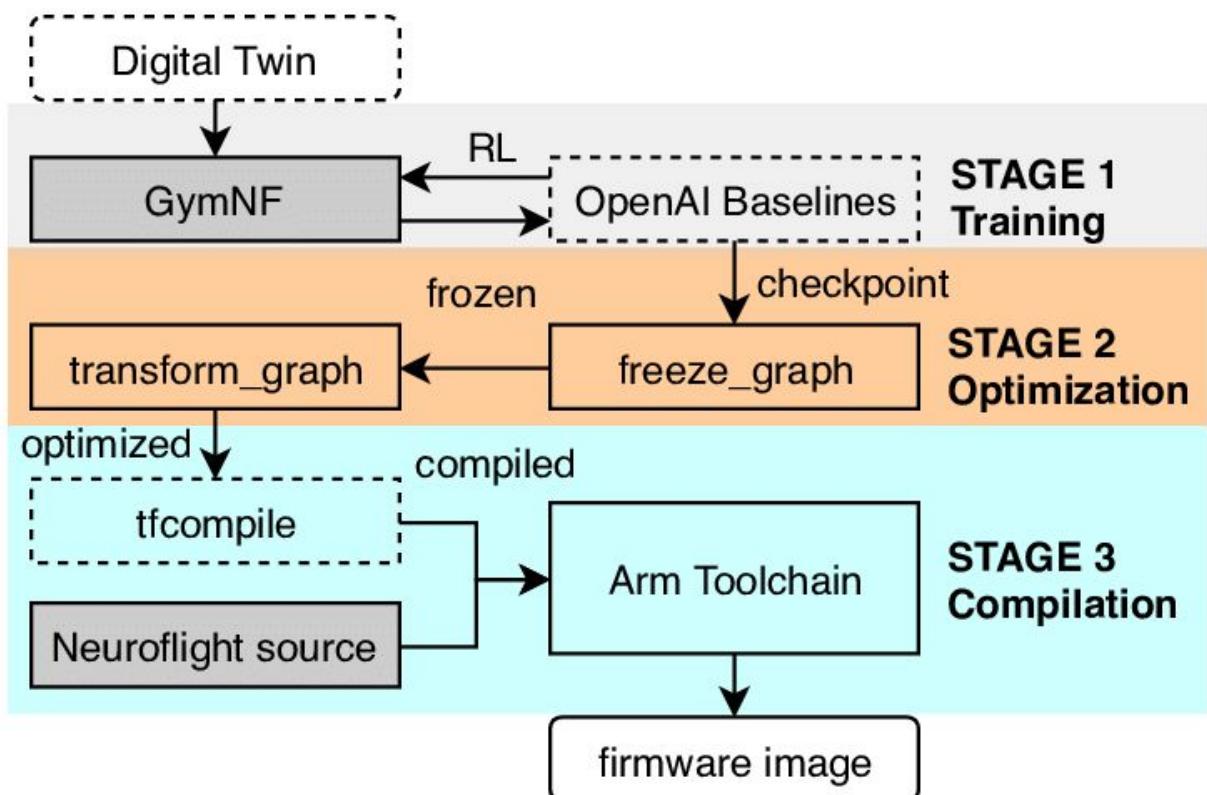
- \* 216MHz STM32F722RET6
- \* 6-Axis ICM20602
- \* BetaFlight OSD
- \* BMP280 Barometer
- \* MicroSD BlackBox
- \* VCP & 5x UARTS
- \* 7 PWM/DSHOT outputs
- \* I2C1 & DAC
- \* MATEKF722 Target

Le projet Neuroflight est décrit en détail sur : <https://wfk.io/neuroflight/>

### 3.10.2 Comment cela fonctionne ?

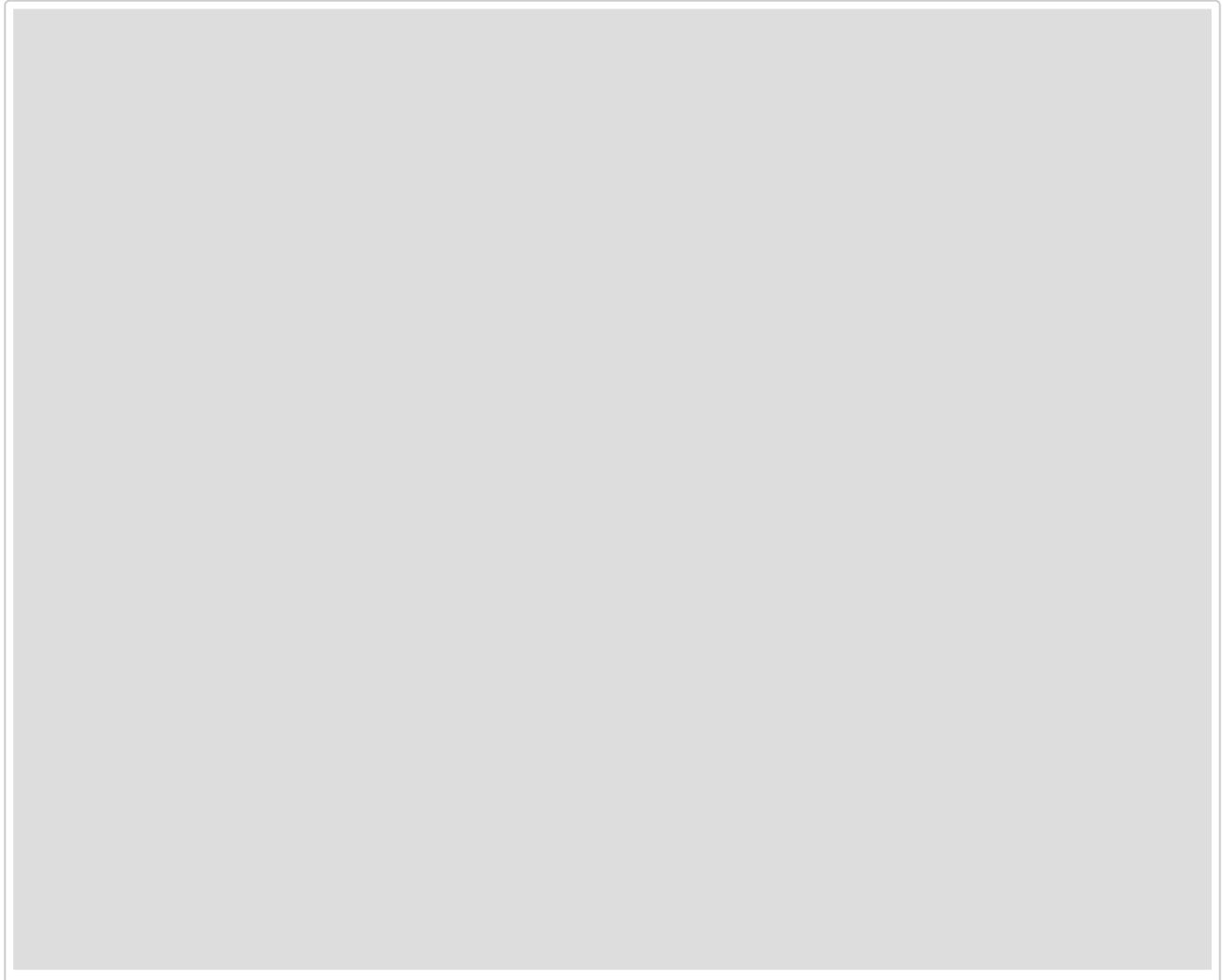
Un modèle virtuel du drone est construit en 3D. Ce modèle est entraîné plusieurs milliers de fois dans un univers virtuel grâce à l'outil [GymFC](#) construit avec [OpenAI Gym](#).

Une fois l'entraînement réalisé, la base d'apprentissage est optimisée puis intégrée au code de Neuroflight. Le code est ensuite compilé pour produire un firmware prêt à être intégré dans le contrôleur de vol.



### 3.10.3 Livre blanc

Les travaux réalisés sur Neuroflight s'appuient sur le livre blanc réalisé William Koch, Renato Mancuso et Azer Bestavros de l'université de Boston.



## 4 . 4/ LOGICIELS

---

Ce chapitre contient des informations utiles sur les logiciels pouvant être utilisés dans l'univers du FPV.

- Simulateurs FPV
- Logiciels d'analyse de Blackbox
- Logiciels de configuration d'ESC
- Logiciels de commande au sol
- Logiciels d'aide à la configuration des filtres
- Applications mobiles pour le FPV

## 4.1 Simulateurs FPV

Les simulateurs de FPV sont nombreux sur le marché, certains fonctionnent en ligne d'autres non.

- ✓ Si vous voulez une expérience optimale, il est utile de voir si votre radiocommande peut se connecter avec votre ordinateur et le simulateur que vous décidez d'obtenir.

| Logiciel             | Description  | Multiplyer | Prix       |
|----------------------|--|------------|------------|
| Liftoff              | Le logiciel de référence disponible sur Steam et sponsorisé par Rotor Riot / Fatshark  | OUI        | 19,99€     |
| EreaDrone            | Le simulateur développé par des français dédié à la course et au freestyle, en partenariat avec la FAI (Fédération Aéronautique Internationale), l'ENSMA (École nationale supérieure de mécanique et d'aérotechnique), BetaFPV, et Gemfan. | OUI        | 14.99€     |
| FPV Freerider        | Un logiciel de simulation de racing avec un générateur de carte embarqué.  | NON        | \$4.99 USD |
| DRL FPV Simulator    | Le logiciel de course utilisé pour la sélection des meilleurs pilote au DRL (émission TV)  | OUI        | 19,99€     |
| FPV Event            | Probablement le simulateur le plus cher du marché, le graphisme n'arrive pas à la cheville de Liftoff mais le moteur de physique semble être l'un des meilleurs du marché.   |            | £48.00     |
| FPV Air 2            | La nouvelle version du logiciel FPV Air Tracks qui cette fois a été largement amélioré.  | OUI        | 3.99€      |
| Veloci drone         | Le logiciel sponsorisé par la Team Black Sheep.  | OUI        | £15.99     |
| Real Drone simulator | Probablement le meilleur simulateur gratuit sur le marché.   | OUI        | Gratuit    |

|     |  |     |                    |
|-----|--|-----|--------------------|
| DCL | DCL The Game est le jeu vidéo officiel de la Drone Champions League, le championnat de référence pour les pilotes de drone professionnels.<br><br>Disponible sur Steam, PlayStation et Xbox. | OUI | à partir de 29,99€ |
|-----|--|-----|--------------------|

- ✓ Pour des réductions sur ces simulateurs, faites toujours une recherche sur des site qui ont des offres intéressantes comme <http://www.allkeyshop.com/>

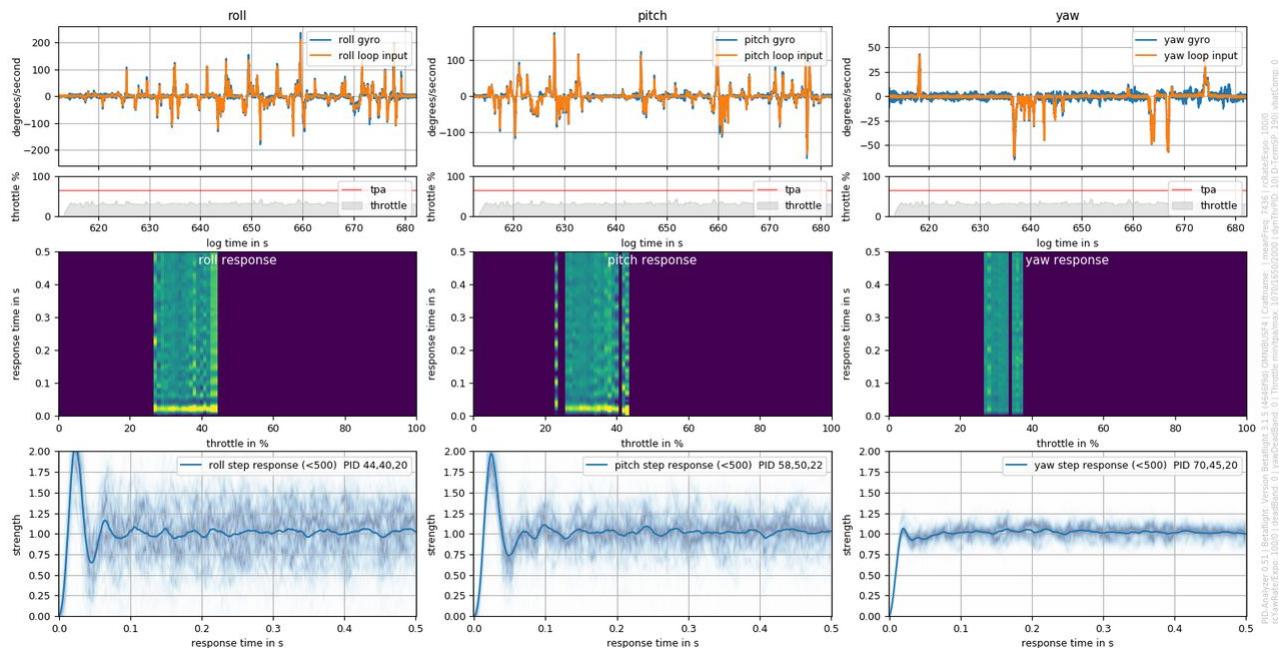
## 4.2 Logiciels d'analyse de Blackbox

| Logiciel                     | Description   | Licence   | URL   |
|------------------------------|---|---|---|
| Betaflight Blackbox Explorer | Betaflight Blackbox Explorer est un plugin Chrome permettant d'analyser les logs produits par Betaflight dans sa Blackbox | <i>GNU General Public License v3.0</i>              | <a href="https://github.com/betaflight/blackbox-log-viewer">https://github.com/betaflight/blackbox-log-viewer</a> |
| Plasmatree PID analyzer      | Plasmatree PID analyzer est un batch en Python pour analyser les logs Betaflight et calculer les étapes de réponse du PID | <i>Python Software Foundation Licence Version 2</i> | <a href="https://github.com/Plasmatree/PID-Analyzer">https://github.com/Plasmatree/PID-Analyzer</a>               |

### 4.2.1 Betaflight Blackbox Explorer

Romain Abadie et Arnaud Stoumont 😊

### 4.2.2 Plasmatree PID Analyzer





Plasmatree PID Analyzer est autre outils écrit en Python pour permettre d'analyser les logs de sa blackbox afin d'analyser les PID.

Le site **We Are FPV** dispose d'un excellent tutoriel pour s'approprier l'outil :

<https://www.wearefpv.fr/guide-tuto-plasmatree-pid-analyzer-20190106/>

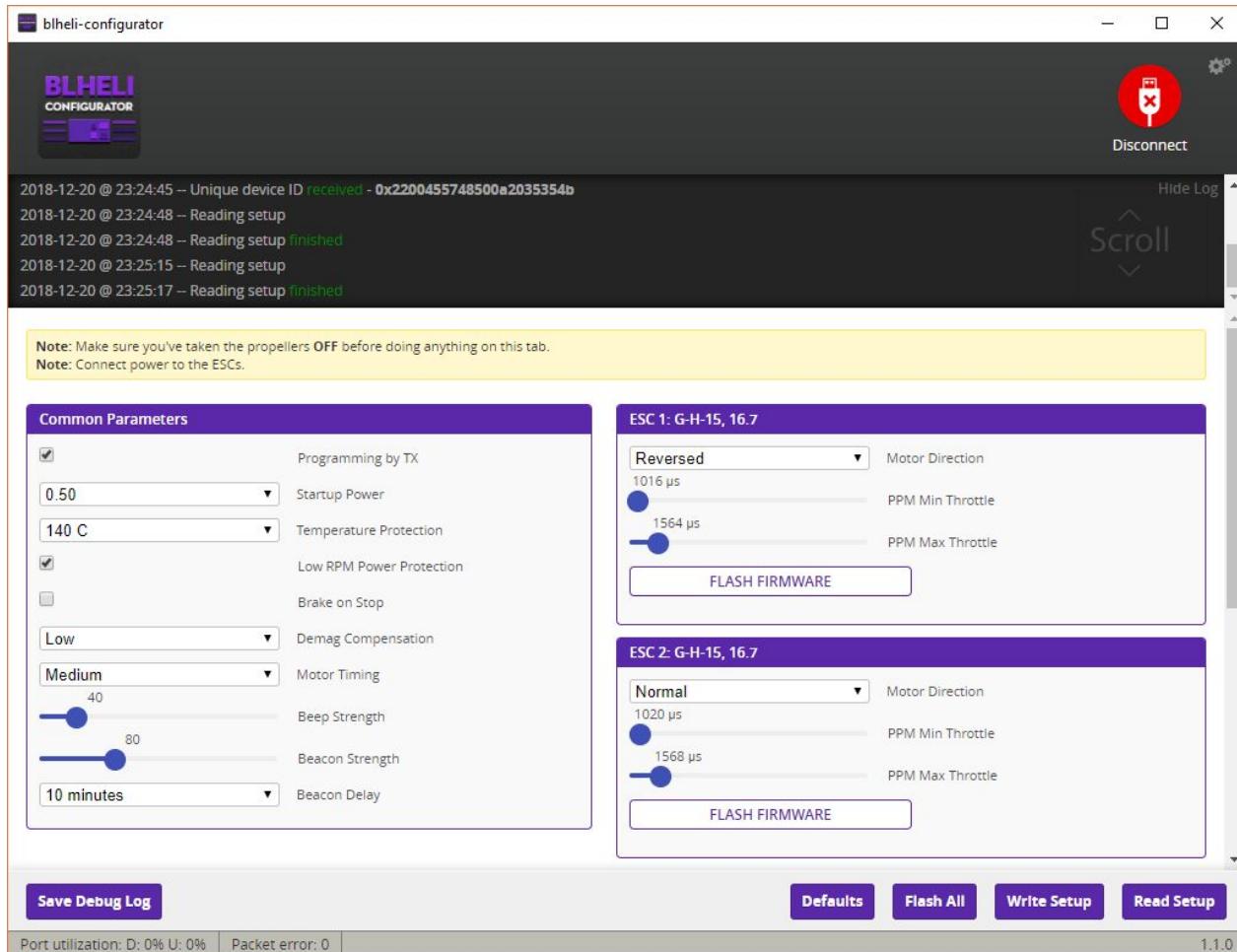
L'outil est disponible en téléchargement sur GitHub : <https://github.com/Plasmatree/PID-Analyzer>

## 4.3 Logiciels de configuration d'ESC

Les ESC possèdent un micro-logiciel embarqué, que l'on appelle firmware. Le firmware le plus utilisé et le BLHeli 32, celui-ci peut être configuré par les deux outils ci-dessous :

| Logiciel                   | Description                                      | Licence                                | URL   |
|----------------------------|--|--|---|
| <b>BLHeliSuite</b>         | Outil de configuration de ses ESC sous BLHeli_32 | <i>GNU General Public License v3.0</i> | <a href="https://github.com/4712/BLHeliSuite">https://github.com/4712/BLHeliSuite</a>   |
| <b>BLHeli Configurator</b> | Outil de configuration de ses ESC sous BLHeli_32 | <i>GNU General Public License v3.0</i> | <a href="https://github.com/blheli-configurator/blheli-configurator">https://github.com/blheli-configurator/blheli-configurator</a> |

### 4.3.1 BLHeli Configurator



Le logiciel [BLHeli Configurator](#) ressemble très fortement à l'interface de configuration du logiciel de configuration de [Betaflight](#).

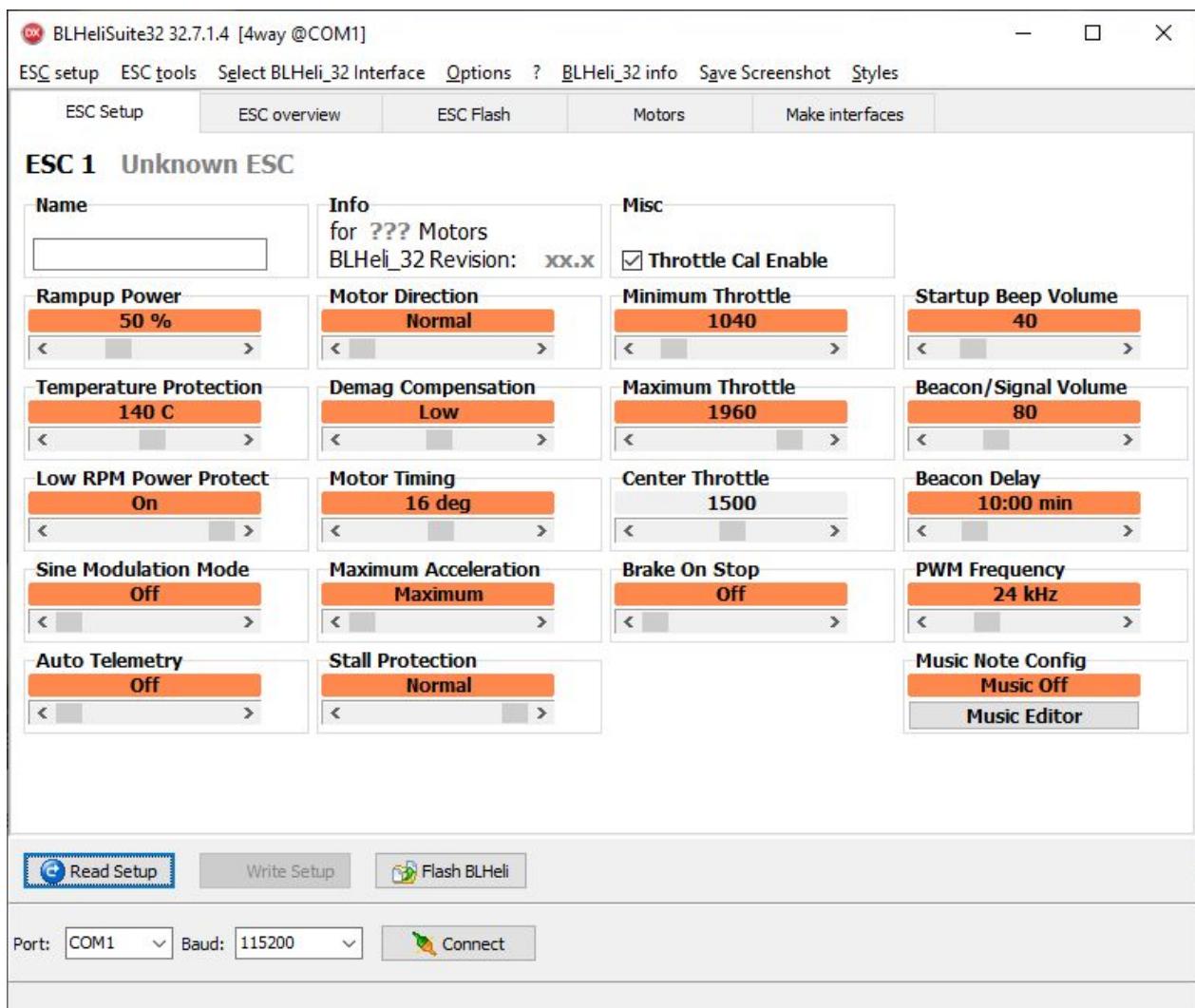
Il offre les mêmes fonctionnalités que [BLHeli Suite](#) mais d'une manière plus accessible.

Le logiciel est gratuit et peut [être téléchargé depuis GitHub](#) et est disponible pour ChromeOs, Linux, Windows et MacOS.

- ⓘ Une batterie doit être connectée à l'ESC pour permettre de lire la configuration de celle-ci et permettre d'exécuter des actions de configuration.

- ⚠ Attention, ce logiciel semble ne plus être maintenu à contrario de [BLHeli Suite](#). Préférez l'utilisation de [BLHeli Suite](#) pour configurer vos ESC.

### 4.3.2 BLHeliSuite



Le logiciel BLHeliSuite32 vous permet de configurer les paramètres de vos ESC via la connexion USB avec votre FC.

L'outil est très riche et vous permet aussi de mettre à jour le firmware de vos ESC.

La fonctionnalité la plus pratique de cet outil est le "Motor Direction" qui vous permettra de changer le sens de rotation de vos moteurs pour permettre à votre drone de décoller.

- ✓ Des versions compilées du logiciel BLHeliSuite32 sont disponibles sur le Google Drive suivant : [https://drive.google.com/drive/folders/1Y1bUMnRRolmMD\\_lezL0FYd3aMBrNzCig](https://drive.google.com/drive/folders/1Y1bUMnRRolmMD_lezL0FYd3aMBrNzCig)
- Des versions de test de BLHeli sont disponibles sur l'espace GitHub du projet si vous souhaitez expérimenter des fonctionnalités telles que le RPM Filter : [https://github.com/bitdump/BLHeli/tree/master/BLHeli\\_32%20ARM](https://github.com/bitdump/BLHeli/tree/master/BLHeli_32%20ARM)
- A partir de Betaflight 4.1, un firmware BLheli spécial "Inverted" est nécessaire.

- ✗ Ne vous trompez pas entre BLHeliSuite32 et BLHeliSuite, ce sont deux logiciels qui n'adressent pas les même versions de BLHeli.

## Paramètres

| Paramètre                     | Valeur par défaut | Description   |
|-------------------------------|-------------------|---|
| <i>Rampup Power</i>           | 50%               | Il s'agit de la puissance maximale autorisée au démarrage afin d'éviter un décollage trop violent.  |
| <i>Temperature protection</i> | 140°              | Température maximum de l'ESC.   |
| <i>Low RPM Power protect</i>  | On                |   |
| <i>Sine Simulation Mode</i>   | Off               |   |
| <i>Auto Telemetry</i>         | Off               | Transmission automatiquement dans la telemetry sans demande explicite de la FC.   |
| <i>Motor direction</i>        | Normal            | Sens de rotation du moteur. Si jamais l'un de vos moteur tourne dans le mauvais sens, vous pouvez utiliser ce paramètre pour changer le sens de rotation. |
| <i>Demag Compensation</i>     | Low               | Mécanisme de protection contre le calage du moteur après un long temps de démagnétisation.  |
| <i>Motor Timing</i>           | 16 deg            |   |

| Paramètre                     | Valeur par défaut | Description  |
|-------------------------------|-------------------|--|
| <i>Maximum Acceleration</i>   | <b>Maximum</b>    | Cette fonctionnalité permet de limiter les capacités d'accélération. La valeur maximum est conseillé sauf si vous voulez brider votre multirotors. |
| <i>Minimum Throttle</i>       | <b>1040</b>       | Volume que l'ESC doit considérer comme valeur minimum des gaz.   |
| <i>Maximum Throttle</i>       | <b>1960</b>       | Volume que l'ESC doit considérer comme valeur maximum des gaz.   |
| <i>Center Throttle</i>        | <b>1500</b>       | Volume que l'ESC doit considérer comme valeur médiane des gaz.   |
| <i>Brake On Stop</i>          | <b>Off</b>        | Permet de forcer l'arrêt du moteur en cas de stop. Utile pour réduire la casse des hélices.  |
| <i>Startup Beep Volume</i>    | <b>40</b>         | Volume du beep produit par les moteurs au démarrage de l'ESC.  |
| <i>Beacon / Signal Volume</i> | <b>80</b>         | Volume du beep produit par les moteurs en cas d'activation du signal (failsafe ou activation du beep depuis votre FC).                             |
| <i>Beacon Delay</i>           | <b>10 min</b>     | Définit le délai avant que l'ESC se mette à faire beeper les moteurs.  |
| <i>PWM Frequency</i>          | <b>24 Khz</b>     | Fréquence de communication avec l'ESC.   |
| <i>Music Note Config</i>      | <b>Off</b>        | Music produit au démarrage de votre ESC  |

En savoir plus ...

#### Fonctionnement d'un moteur brushless et les paramètres BLHELI



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=yesd7e0EaTE>

### Tutoriaux BLHeli32 par Joshua Bardwell



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=WuaJNxTUc8o&list=PLwoDb7WF6c8kXOyPdBog1wtRcxnXMasUb>

## 4.4 Logiciels de commande au sol

| Logiciel              | Description   | Licence                                | URL   |
|-----------------------|---|--|---|
| <b>QGroundControl</b> | QGroundControl est un logiciel de commande de drone depuis le sol | <i>GNU General Public License v3.0</i> | <a href="http://qgroundcontrol.com/">http://qgroundcontrol.com/</a> |

## 4.5 Logiciels d'aide à la configuration des filtres

| Logiciel               | Description   | Licence | URL   |
|------------------------|---|---------|---|
| <b>FilterCalc Tool</b> | Fichier excel d'aide à la configuration des filtres anti-bruit. |         | <a href="http://tiny.cc/filtercalc">http://tiny.cc/filtercalc</a> |

## 4.6 Applications mobiles pour le FPV

Ce chapitre recense l'ensemble des applications mobiles disponibles sur iOS et Android pour le FPV.

| Logiciel                      | Description  | Plateformes   | URL   |
|-------------------------------|--|---------------|---|
| <b>Speedybee</b>              | Speedybee est une application mobile qui vous permet de configurer Betaflight au travers d'une connexion Bluetooth. Pratique pour configurer votre drone avec votre téléphone mobile.  | iOS & Android | <a href="https://www.speedybee.com/">https://www.speedybee.com/</a>   |
| <b>Drone-Spot</b>             | Une application mobile pour rechercher des spots idéals au FPV. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Altitude autorisée suivant la carte Géoportail</li> <li>▪ Coordonnées géographiques avec possibilité de planifier un itinéraire Google maps</li> <li>▪ Photo du spot</li> <li>▪ Accès</li> <li>▪ Type de spot (Patrimoine, Montagne, Eau, Fpv, Indoor...)</li> <li>▪ Lien vers une vidéo du spot</li> <li>▪ Description et informations de vol</li> <li>▪ Données météo localisées</li> <li>▪ Indice "K"</li> </ul> | iOS & Android | <a href="https://www.drone-spot.tech/">https://www.drone-spot.tech/</a>   |
| <b>GeoDrones</b>              | Une application mobile pour connaître les autorisations de vol en fonction votre position.   | iOS & Android | <a href="https://geodrones.fr/">https://geodrones.fr/</a>   |
| <b>BLHeli_i_32 Mobile</b>     | Une application mobile pour vous permettre de configurer vos ESC directement depuis votre terminal Android.  | Android       | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=org.blheli.BLHeli_i_32&amp;hl=en_US">https://play.google.com/store/apps/details?id=org.blheli.BLHeli_i_32&amp;hl=en_US</a> |
| <b>Drone Firmware Flasher</b> | Une application mobile pour permettre de mettre à jour votre firmware ( <a href="#">Betaflight</a> , <a href="#">Butterflight</a> , <a href="#">INAV</a> , <a href="#">Cleanflight</a> ) sur votre contrôleur de vol depuis votre téléphone Android.   | Android       | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eziosoft.cleanflight_flasher">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eziosoft.cleanflight_flasher</a>       |

## 5 . 5 / GUIDES

---

Ce chapitre contient un ensemble des guides qui vous permettront d'appréhender rapidement le FPV avant de plonger dans les caractéristiques du matériel.

- [Comprendre les Rates et savoir les configurer](#)
- [Comprendre les PID et savoir les configurer](#)
- [Mon drone ne décolle pas, que faire ?](#)

## 5.1 Comprendre les Rates et savoir les configurer

### 5.1.1 Introduction

Les "Rates", "Super", et "Expo", ne sont pas des valeurs explicites par elles mêmes. Les graphiques que l'on peut observer dans [BetaFlight](#) ne sont pas explicites.

[Julien Tourel](#) a réalisé un exercice de recherche afin d'établir quelques valeurs de référence basées sur des rates récupérés du site [pidhub.io](#). Son travail est disponible au sein [d'un fichier Google Doc partagé](#).

Vous trouverez ci-dessous un extrait de ses recherches, la méthode détaillée ci-dessous est adaptée de [son article Facebook](#).

|                                  | Roll & Pitch |       |      | Center | Small | Medium | Strong | Max  | Yaw  |       |      | Center | Small | Medium | Strong | Max  |
|----------------------------------|--------------|-------|------|--------|-------|--------|--------|------|------|-------|------|--------|-------|--------|--------|------|
| Configuration                    | Rate         | Super | Expo | 1500   | 1600  | 1700   | 1800   | 2000 | Rate | Super | Expo | 1500   | 1600  | 1700   | 1800   | 2000 |
| LiftOff - Race precision         | 1,49         | 0,61  | 0,00 | 0      | 68    | 158    | 282    | 764  | 1,38 | 0,60  | 0,00 | 0      | 63    | 145    | 259    | 690  |
| LiftOff - Race attack            | 1,69         | 0,60  | 0,00 | 0      | 77    | 178    | 317    | 845  | 1,52 | 0,60  | 0,00 | 0      | 69    | 160    | 285    | 760  |
| LiftOff - Freestyle smooth       | 1,42         | 0,63  | 0,50 | 0      | 31    | 70     | 135    | 768  | 1,36 | 0,63  | 0,40 | 0      | 36    | 81     | 151    | 735  |
| LiftOff -Freestyle dynamic       | 1,58         | 0,61  | 0,35 | 0      | 45    | 102    | 187    | 810  | 1,46 | 0,62  | 0,30 | 0      | 45    | 102    | 187    | 768  |
| pidhub.io - Steele (2017)        | 1,75         | 0,70  | 0,22 | 0      | 61    | 143    | 266    | 1167 | 1,50 | 0,65  | 0,10 | 0      | 61    | 142    | 259    | 857  |
| pidhub.io - Johnny FPV (2017)    | 1,29         | 0,75  | 0,21 | 0      | 46    | 109    | 207    | 1032 | 1,08 | 0,67  | 0,07 | 0      | 46    | 108    | 198    | 655  |
| pidhub.io - Stinger Swarm (2018) | 0,90         | 0,82  | 0,20 | 0      | 33    | 80     | 156    | 1000 | 0,90 | 0,82  | 0,20 | 0      | 33    | 80     | 156    | 1000 |

|  |      |      |      |   |    |     |     |      |      |      |      |   |    |     |     |      |
|--|------|------|------|---|----|-----|-----|------|------|------|------|---|----|-----|-----|------|
| <a href="#">pidhub.io - GAPiT (2017)</a>   | 1,63 | 0,74 | 0,22 | 0 | 58 | 135 | 256 | 1254 | 1,62 | 0,74 | 0,25 | 0 | 55 | 128 | 243 | 1246 |
| <a href="#">pidhub.io - Nurk (2018)</a>    | 1,03 | 0,68 | 0,00 | 0 | 48 | 113 | 209 | 644  | 1,03 | 0,68 | 0,00 | 0 | 48 | 113 | 209 | 644  |
| <a href="#">pidhub.io - Le Drib (2018)</a> | 1,20 | 0,74 | 0,00 | 0 | 56 | 136 | 259 | 923  | 1,75 | 0,40 | 0,00 | 0 | 76 | 167 | 276 | 583  |

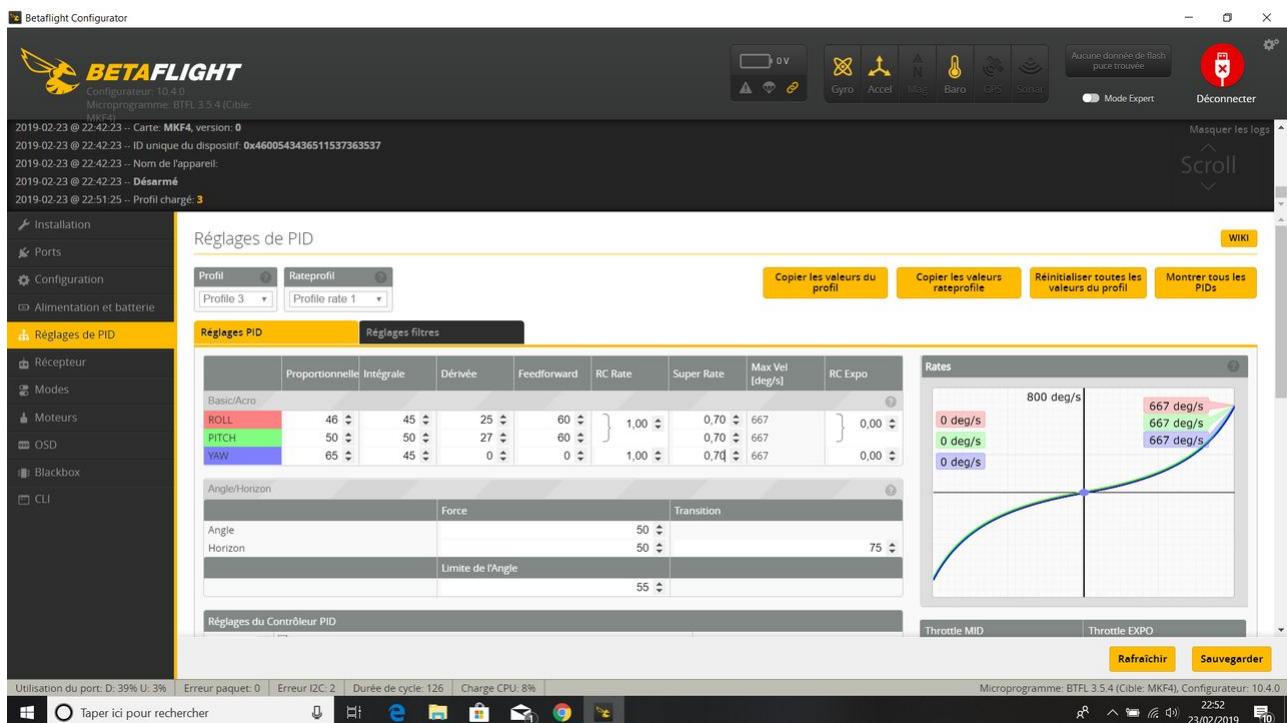
## 5.1.2 La méthode pour configurer les Rates

- Il sera toujours bénéfique d'avoir un réglage P.I.D sain, ceci afin de tirer un maximum des coefficients Super Rate et RC Rate.

L'Expo, quant à lui, n'interviendra qu'en dernier lieu, sachant qu'il est possible de modifier son effet via [Betaflight](#) ou par le biais de votre télécommande.

Pour commencer, configurez des Rates basiques :

- RC Rate=1,00
- Super Rate=0,7
- Expo=0.



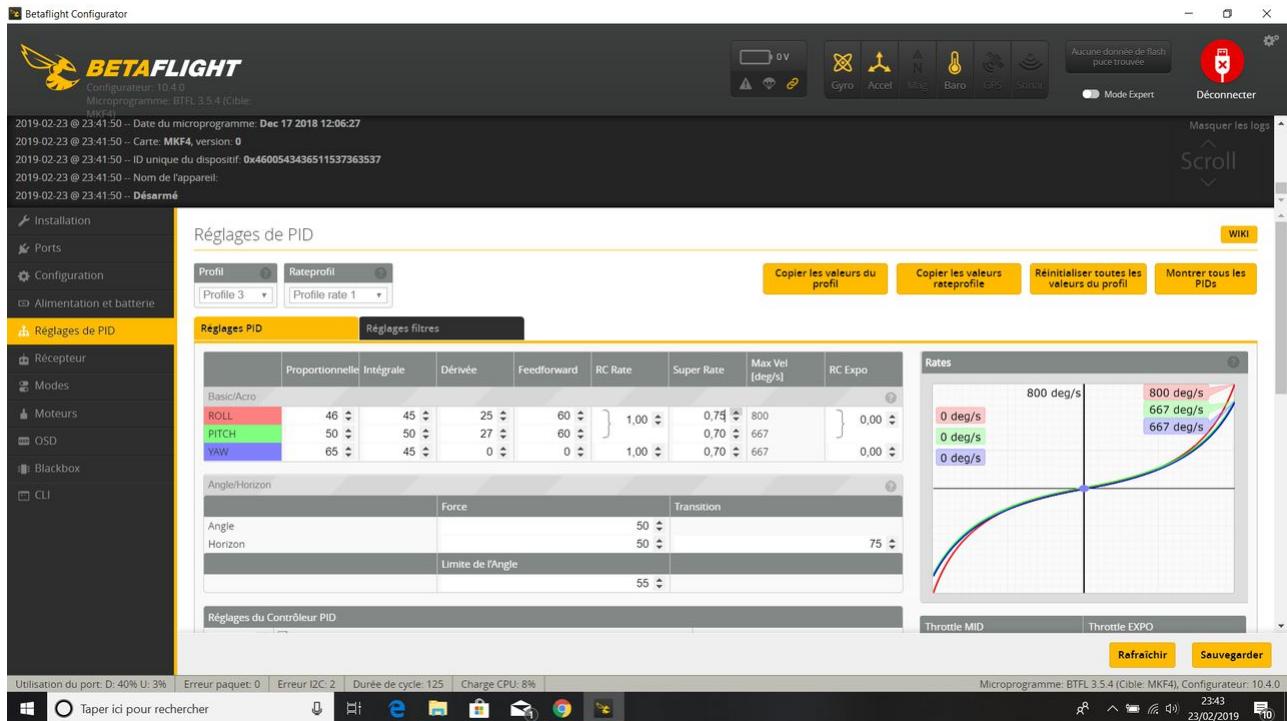
Ensuite, l'ordre de la configuration des rates est la suivante :

- Super Rate** : permettent d'ajuster la vitesse de rotation, ou "vitesse angulaire", exprimée en degré par seconde, effectif sur les axes Pitch, Roll et Yaw, lorsque les valeurs 1000 µs et 2000 µs sont atteintes par le mouvement de vos sticks (valeur RC Command).
- RC Rate** : permettent eux aussi l'ajustement de cette vitesse angulaire sur des valeurs proches du neutre (1350 à 1650 µs) mais aussi sur l'ensemble de la courbe .

## Etape 1 : Identification de la vitesse Max

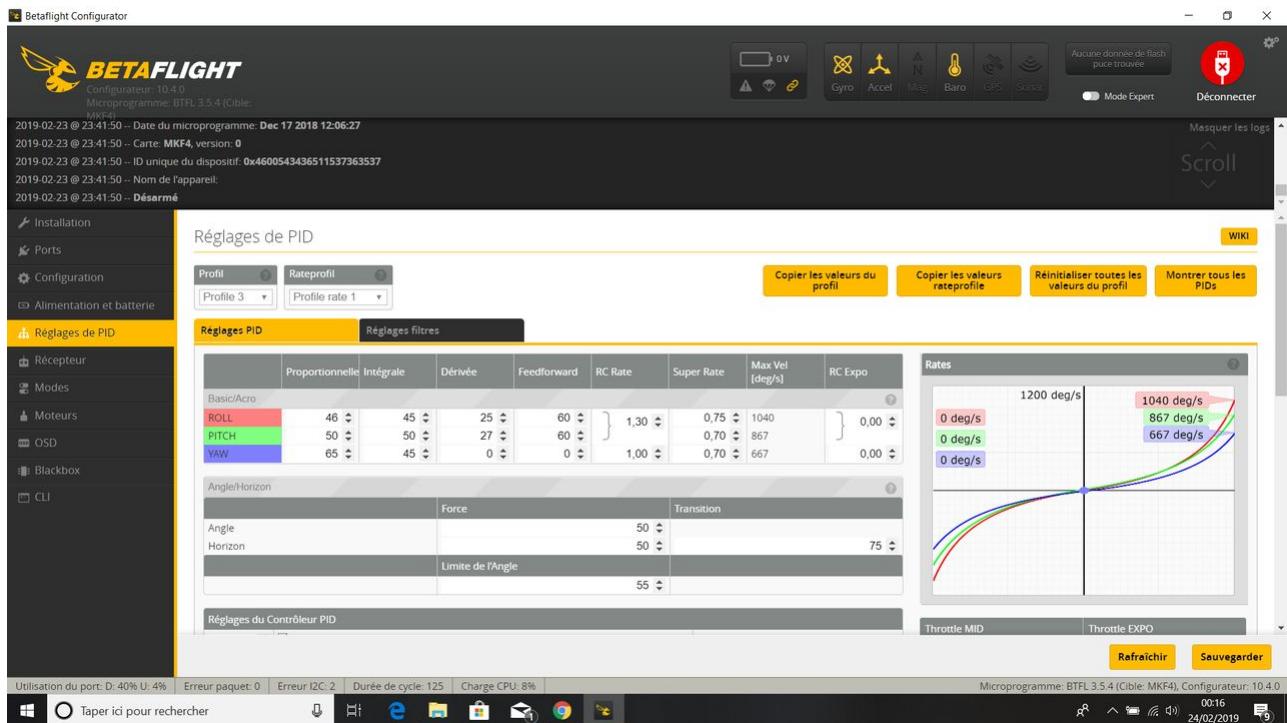
Il faut identifier quelle vitesse de rotation est souhaitée au "MAX" (=2000). Pour cela, il est nécessaire d'utiliser Betaflight, [la grille Google Doc de Julien Tourel](#), ou <https://apocolipse.github.io/RotorPirates/>.

Autre méthode :



Sur cet exemple d'un **Super Rate** Roll à 0.75 - potentiellement confortable au pilotage lorsque vous effectuez des mouvements de sticks en buté (1000 µs et 2000 µs) - il vous faudra noter la valeur de la vitesse angulaire / seconde afin de vous aider à ajuster les **RC Rate** dans la prochaine étape. Ici la vitesse angulaire est de 800 degrés par seconde !

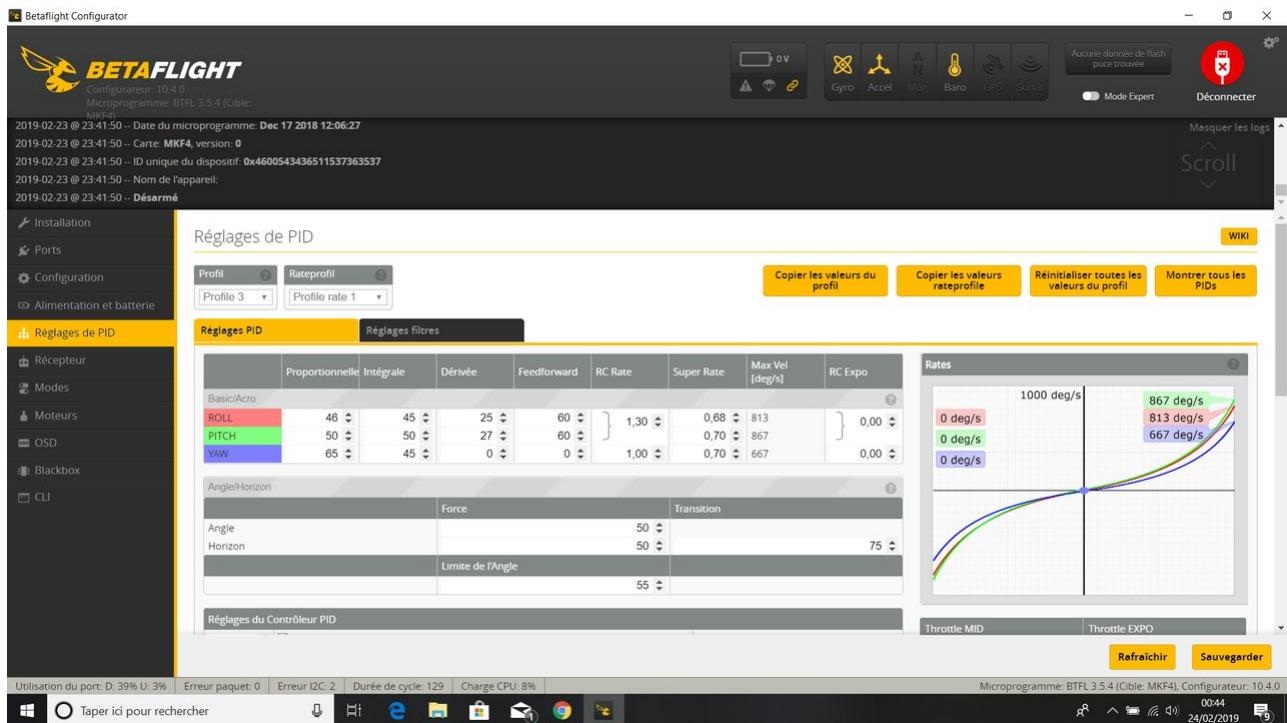
## Etape 2 : Adaptation du RC Rate



Une fois l'étape 1 maîtrisée, il se peut que vos besoins s'orientent maintenant sur une valeur plus importante des **RC Rate** afin d'accentuer la vitesse angulaire sur des valeurs se situant proche des 1500 µs, c'est-à-dire dès le début d'action des commandes !

Mais voilà, vous noterez sans mal que l'augmentation du **RC Rate** ci-dessus à 1.30 a modifié la vitesse angulaire, confortable, réglée précédemment. Ici nous sommes passé à une valeur de 1040 degrés par seconde.

## Etape 3 : Adaptation du Super Rate



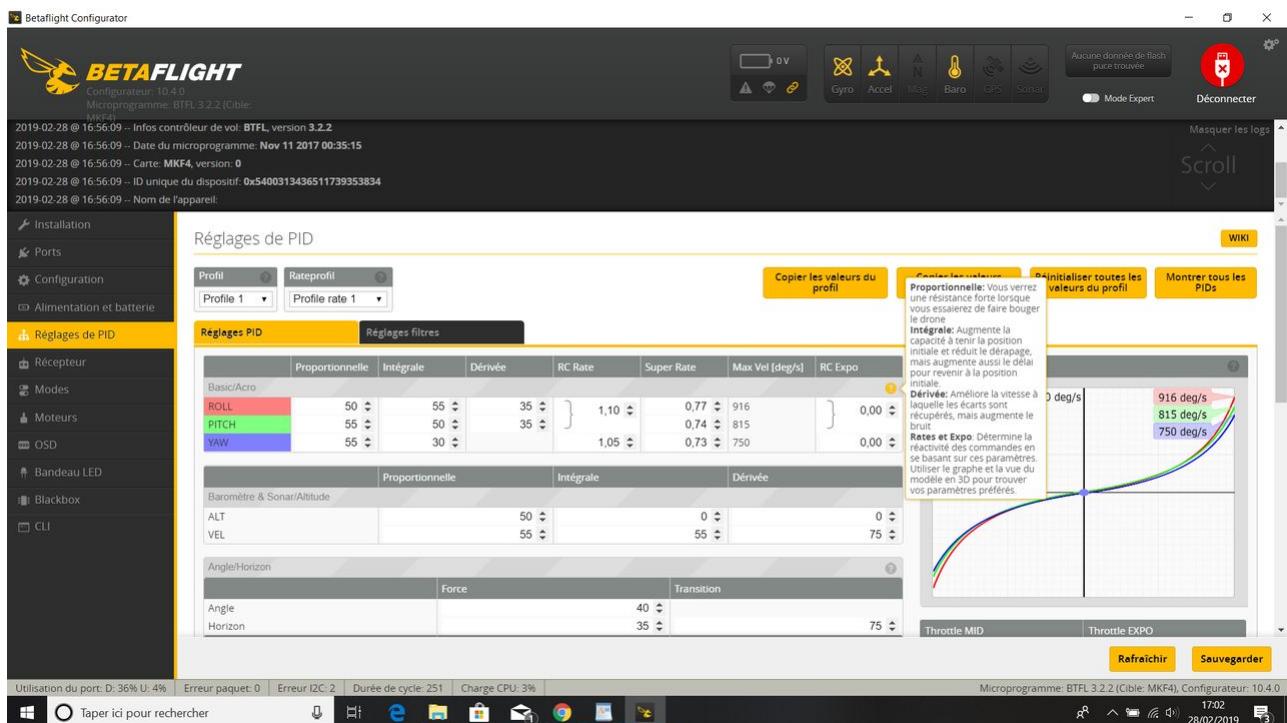
A présent, pour corriger de nouveau la valeur de la vitesse angulaire réglée à l'étape 1 (puisque nous la trouvions confortable à 800 deg/s), il nous faudra de nouveau baisser la valeur du **Super Rate**. Dans notre exemple, il faut descendre le **Super Rate** à 0.67 ou 0.68 pour se rapprocher de nouveau des 800 deg/s en butée.

En conclusion, cette méthode vous permettra d'aborder le réglage des Rates. Une fois cette méthode maîtrisée, il vous appartiendra de modifier ces facteurs à votre guise selon les effets recherchés !

## 5.2 Comprendre les PID et savoir les configurer

### 5.2.1 Définition de ce que sont les P.I.D

1. Les **Proportionnel**, **Integral** et **Dérivé** sont les coefficients d'un régulateur de contrôle permettant d'améliorer les performances d'un **Asservissement**.
2. L'**Asservissement** est, lui aussi, un Système de Contrôle qui a pour but d'atteindre le plus rapidement sa valeur et de la maintenir.
3. Chacun de ces coefficients a un rôle important à jouer sur le contrôle et le comportement d'un engin comme indiqué sur [Betaflight](#)
4. Il existe bien sur d'autres systèmes d'asservissement qui utilisent la régulation par P.I.D : centrale à chaleur, ascenseur, etc.



### 5.2.2 COMMENT AJUSTER les P.I.D DE NOS RACERS

#### 1) Modification des coefficients

Tout d'abord, il faudra tenir compte de plusieurs facteurs (déterminant), modifiant l'effet des coefficients.

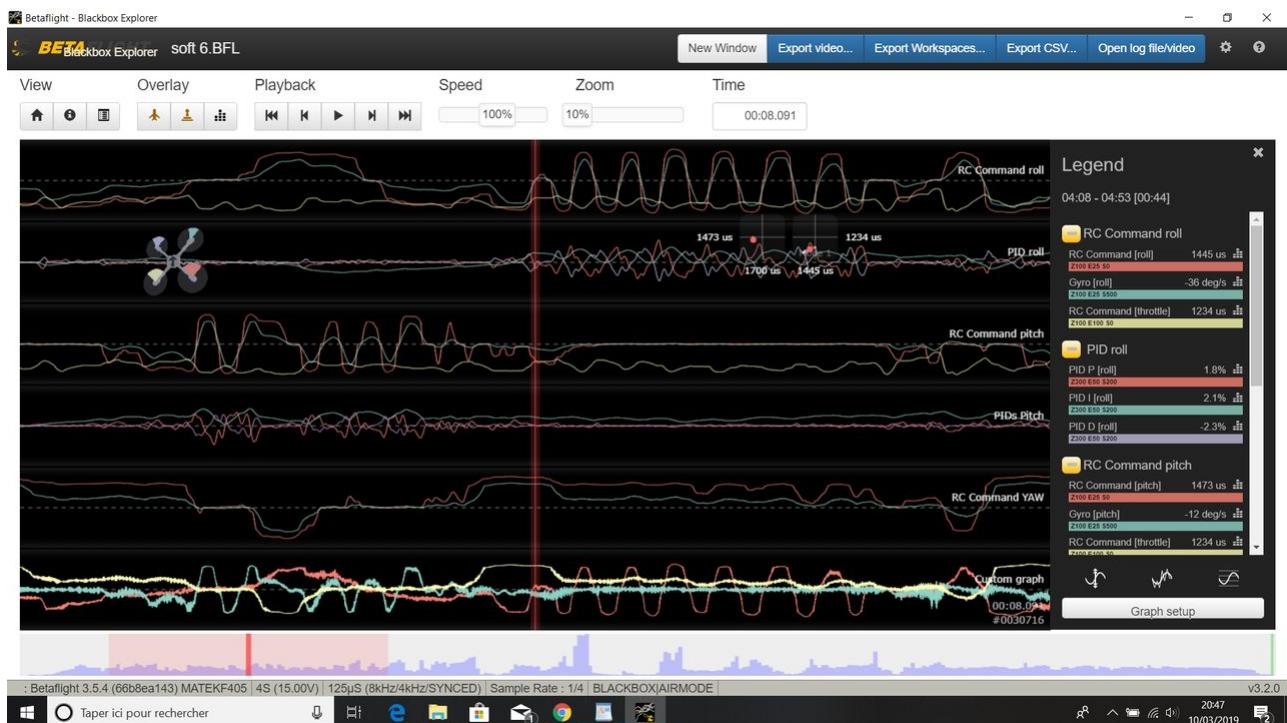
Ces facteurs sont :

- le poids de l'engin, en ordre de fonctionnement (caméra Gopro comprise)
- les caractéristiques des moteurs
- les caractéristiques des hélices et leur "Tracking" !
- les caractéristiques des ESC
- la forme et la taille du châssis
- la tension utilisée
- la fréquence du gyro
- la vitesse de la boucle P.I.D
- le montage ou non de caoutchoucs (soft)
- la mise à jour de la carte de vol (FC). A savoir qu'elle ne fournira que des coefficients P.I.D légèrement modifiés, mais elle ajoutera quelques options très pratiques déjà présentes sur Betaflight via le CLI.

## 2) Affinage des coefficients

Ensuite, vous pouvez procéder de deux manières différentes.

- D'une part par le Réglage des coefficients au ressenti (pour les pilotes confirmés)
- Ou bien par le biais d'une analyse "log" de la carte de vol (blackbox) traduite par un logiciel tel que "[Betaflight blackbox Explorer](#)".



Les P.I.D stocks d'une FC s'adaptent très bien à un bon nombre de quad de tous poids et de toutes tailles sans être forcément dès plus optimum sur l'engin sur lequel ils agissent.

Prendre en compte qu'une nouvelle mise à jour ne fera que fournir des P.I.D légèrement retouchés, de ratios différents ce qui dans certains cas arrangera le comportement de l'engin mais pour d'autres seulement des complications et ce même après avoir fait passer sur la nouvelle firm le "dump" (sauvegarde des paramètres du racer).

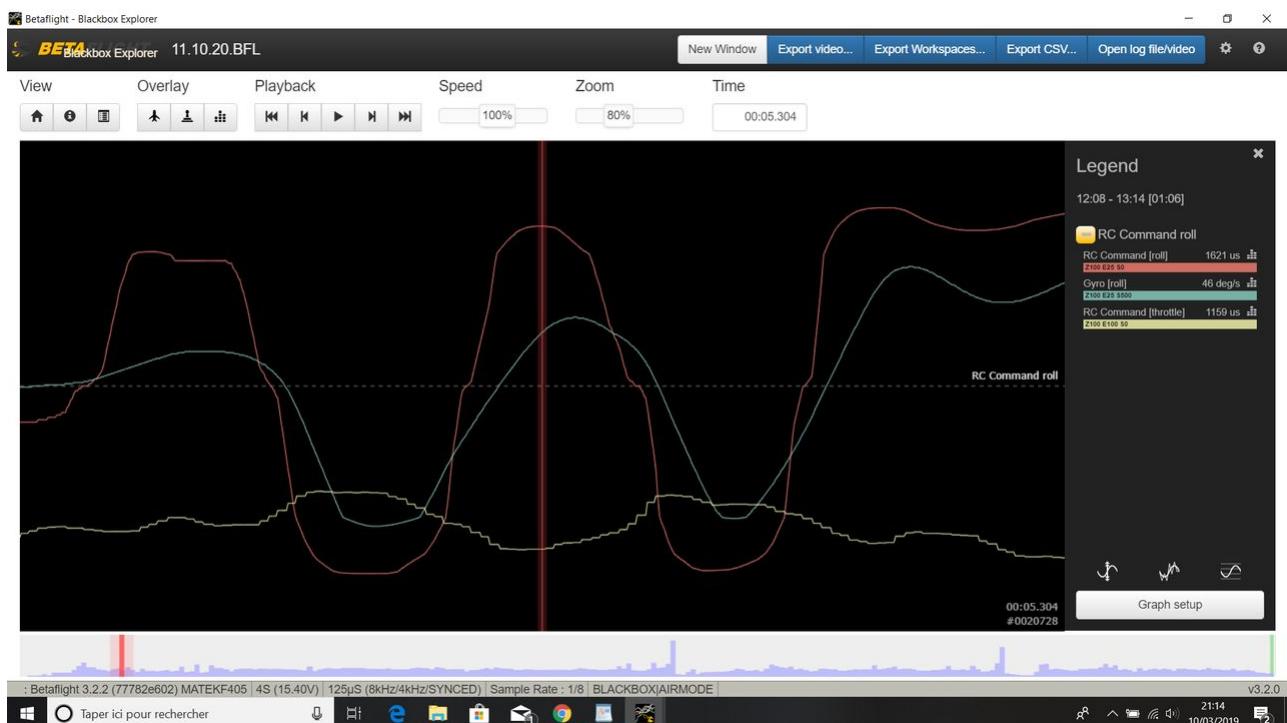
### 3) La notion du "P"

A quoi sert-il ?

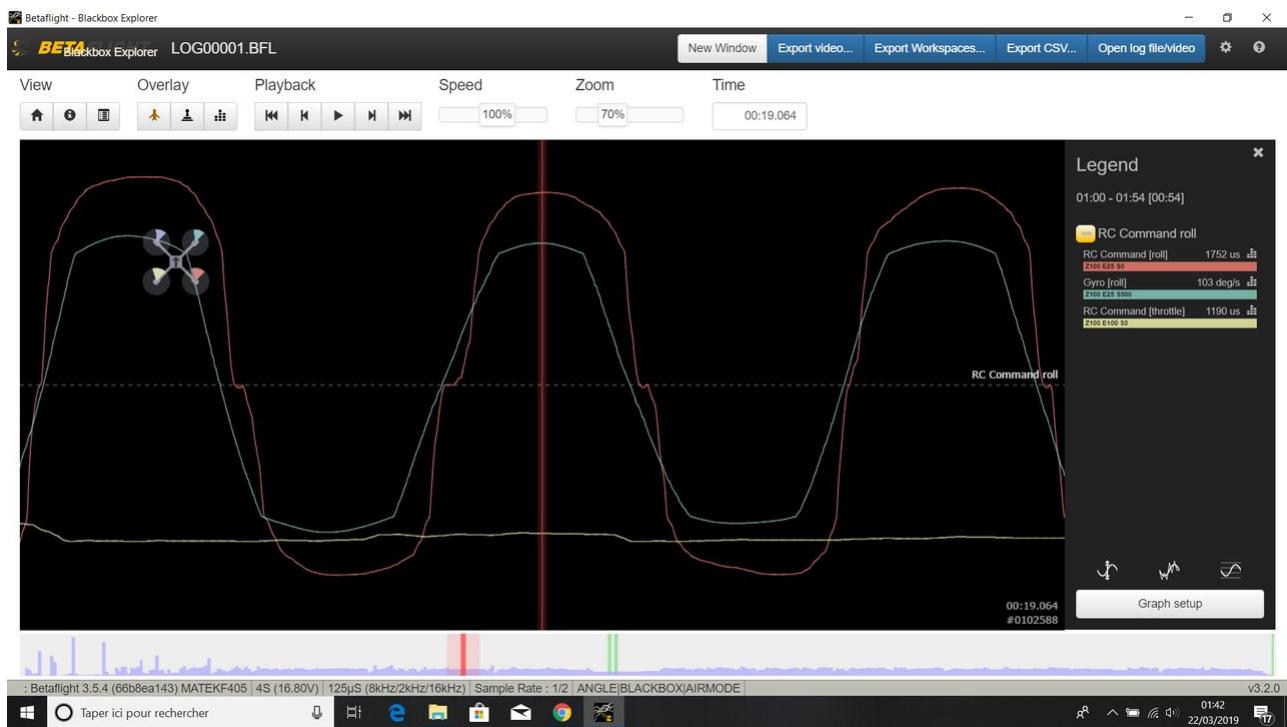
- A ajuster la synchronisations de vos commandes au gyroscope
- Au temps de réaction
- A la précision

Voici deux courbes . En rouge (rc command), elle représente la "consigne" ordonnée par votre télécommande (mouvement des manches/roll sur cette exemple). La bleu défini la réaction de votre gyroscope et ce qu il va ordonner a vos moteurs afin que votre qwad "bouge".

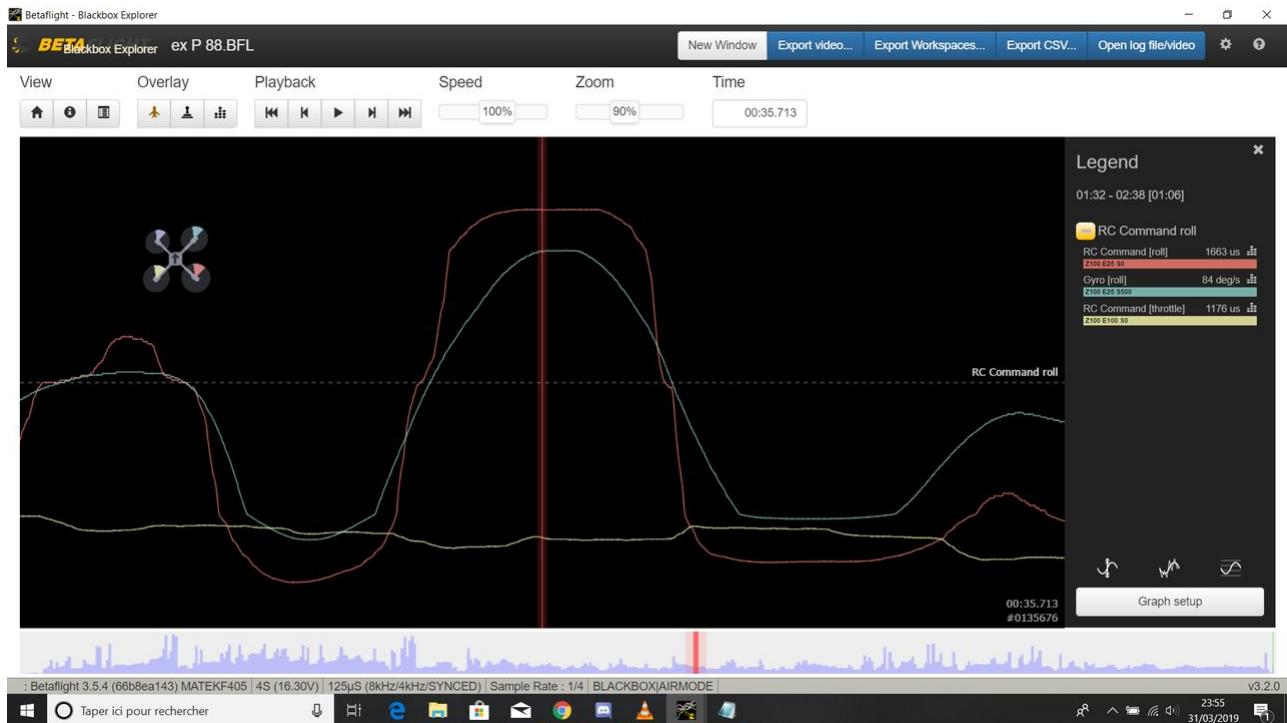
Sur cet exemple le "P" se montre faible ,responsable d'une certaine latence dans les commandes, d'un manque de précision ainsi qu un rebond perceptible en fin d action . La commande et le gyroscope manquent totalement de synchronisation .

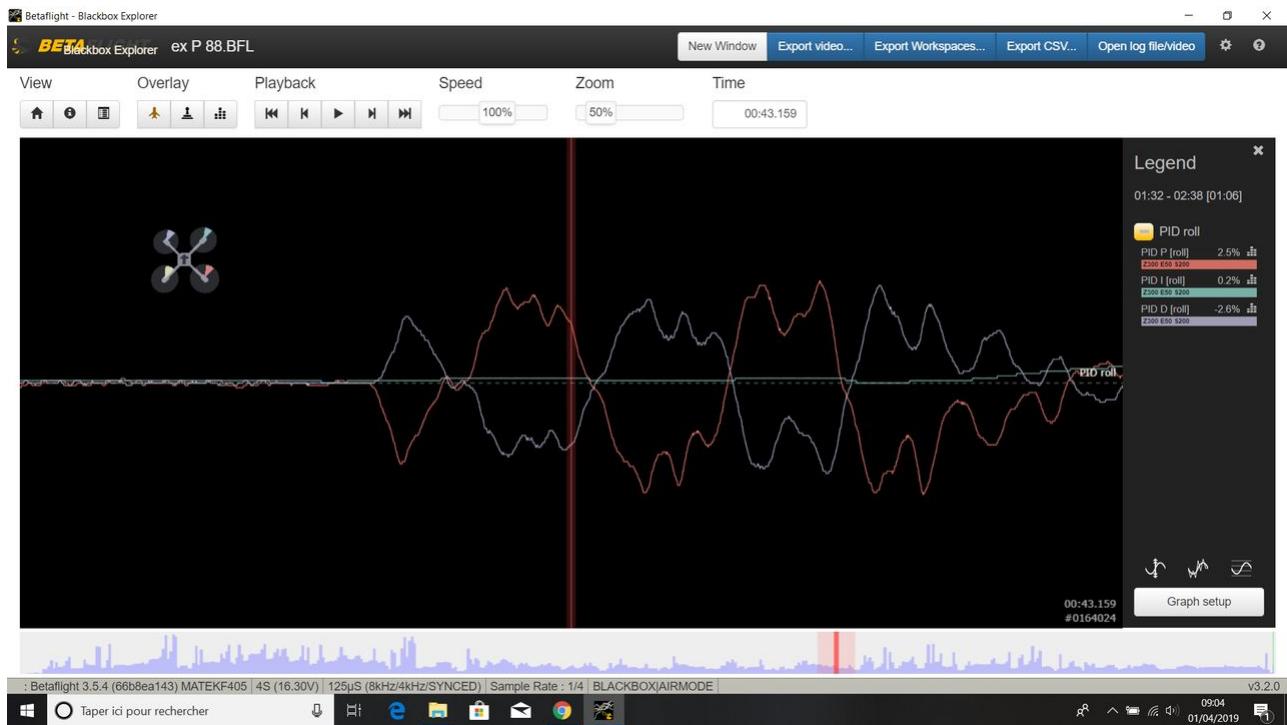


Sur celui-ci le "P" est trop élevé ,causant des vibrations a haut régime et une sensation de sur commande . Le gyroscope réagi avant la commande !



Cette fois ci le "P" est idéal . Le Quadcopter réagit rapidement aux ordres donnés ,pas de rebond ni de vibrations .





En résumé .....

- Un "P" faible sera responsable d'une certaine latence , d'un manque de précision , de rebonds perceptibles .
- ..... fort causera des vibrations a haut régime ,mais va créer aussi une sensation de sur commande .
- ..... idéal vous permettra d avoir un Control rapide ,précis et sans vibrations .

#### 4) La notion du "I"

A quoi sert-il ?

- Son rôle principal sera d'aider au maintien de position de l'axe sollicité de façon à rendre l'arrêt de la commande plus net .
- Sur l'axe "roll" le I permettra d'agir sur votre tenue de courbe agissant sur le côté vireux ou sous vireux . (Un peu comme la hauteur de caisse d'une voiture).

#### 4) La notion du "D"

Romain Abadie : tu sais compléter la suite ? 😊

## 6 . 6/ PRATIQUE

On distingue 4 types de pilotes de drones

| Type                      | Description   | Spécificités                               | Angle de vue | Lipo     | Taille du drone |
|---------------------------|---|--|--------------|----------|-----------------|
| Racing                    | Les pilotes de Racing qui recherchent les meilleures performances sur des courses.  | Vitesse, puissance, légereté et réactivité | 60° à 90°    | 6S       | 5 pouces        |
| Freestyle                 | Les pilotes FreeStyle qui s'amusent à piloter leur drone dans des espaces indoor ou outdoor en recherchant le risque et en réalisant un maximum de figures. | Réactivité, solidité                       | 20° à 75°    | 4S ou 6S | 5 pouces        |
| Long Range / Middle Range | Les pilotes Long Range / Middle Range qui s'amusent à escalader les montagnes et les descendre en s'approchant le plus possible des obstacles.              | Puissance d'émission, RTH                  | 20° à 75°    | 4S ou 6S | 5 pouces        |
| Cinématique               | Les pilotes de prise de vue photo / vidéo qui utilisent leur drone à des fins multimédia.   | Stabilité, Smooth                          | 20° à 25°    | 4S ou 6S | 3-7 pouces      |

## 6.1 FPV Freestyle

Le FPV Freestyle consiste à voler en drone en réalisant des figures libres et en prenant le maximum de risques. Un peu de la même manière d'un skateboarder sur une planche de skate ...

Le FreeStyle est pratiqué :

- Soit en intérieur: usine désaffectée, parking ... Le freestyle réalisé dans un lieu abandonné porte le nom de "Bando".
- Soit en extérieur.

Les meilleurs pilotes de FPV Freestyle dans le monde, ou du moins les plus connus sont **Mr Steele**, **Johnny FPV**, **Le Drib**. La scène du FPV Freestyle est en pleine ébullition grâce à Youtube qui permet à chacun de diffuser ses exploits.

### 6.1.1 Les figures du FPV Freestyle

Le FPV Freestyle étant un hobby très récent, toutes les figures n'ont pas encore été inventées.

Voici aujourd'hui les figures les plus connues :

| Figure    | Description   | Difficulté |
|-----------|---|------------|
| Cornering |  <p>Sorry, the widget is not supported in this export.<br/>But you can reach it using the following URL:<br/> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=9JVaSbOXz_4">https://www.youtube.com/watch?v=9JVaSbOXz_4</a> </p> |            |
| Dives     |  <p>Sorry, the widget is not supported in this export.<br/>But you can reach it using the following URL:<br/> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Ylq5tXVm8Mk">https://www.youtube.com/watch?v=Ylq5tXVm8Mk</a> </p> |            |

**Inverted yaw spin**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=jnj2Rggr55s>

**Gaps**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=45g-0sVhD-c&index=2&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP](https://www.youtube.com/watch?v=45g-0sVhD-c&index=2&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP)

**Look behind**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=WOH0rl9Ixg>

**Matty flip**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=Twcj\\_8k\\_-vk&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=4](https://www.youtube.com/watch?v=Twcj_8k_-vk&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=4)

**Orbits**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=-7xgB99JLJo&index=11&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP](https://www.youtube.com/watch?v=-7xgB99JLJo&index=11&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP)

**Power loops**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=LSwz3F2pjYg&index=10&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP](https://www.youtube.com/watch?v=LSwz3F2pjYg&index=10&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP)

**Roll  
flip &  
spin**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=EbAwSQF0Ks0>

**Rubiks  
cube**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=xvRKoKHmkNE>

**Split S**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=t561TF9s9xk&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=12](https://www.youtube.com/watch?v=t561TF9s9xk&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=12)

**Trippy Spins / Cyclones**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=KETbwKr2\\_ec&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=3](https://www.youtube.com/watch?v=KETbwKr2_ec&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=3)

**Wall Taps**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=ugh08IMlgUU&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP](https://www.youtube.com/watch?v=ugh08IMlgUU&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP)

**Wall Stalls**

Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=3vrh3hALz6E&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=5](https://www.youtube.com/watch?v=3vrh3hALz6E&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=5)

## 6.2 FPV Long Range

### 6.2.1 Introduction

Le FPV Long Range consiste à voler sur des distances très importantes et gravir des obstacles comme des montagnes, des gratte-ciels ...

### 6.2.2 Comment est-ce possible ?

Le pilotage en FPV Long Range nécessite d'utiliser :

- Un récepteur / émetteur "Long Range" sur votre radiocommande. Deux modèles sont très rependus : Il y a le CrossFire de TBS et le Frsky RM9.
- Une puissance d'émission vidéo importante au niveau de votre VTX.
- Un ou plusieurs bonnes antennes patchs sur votre masque.
- D'utiliser des antennes assez longues sur votre quad pour éviter une coupure du signal radio dans les virages.
- D'utiliser des batteries avec une forte capacité en mA pour permettre de parcourir une longue distance.
- D'utiliser des moteurs avec un nombre de KV pas trop élevé pour éviter de consommer la batterie.

### 6.2.3 La législation ?

Cette pratique est illégale en France et ne peut être pratiquée que dans des pays autorisant ce type de pilotage.

Ceci pour deux raisons :

- Le pilotage en FPV nécessite en France d'avoir une personne capable de voir à vue le multirotors.
- La puissance d'émission vidéo nécessaire pour émettre sur une longue portée dépasse les 25mW autorisés sur la bande des 5.8Ghz.

### 6.2.4 En savoir plus ...



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=sF5R\\_W73wEs](https://www.youtube.com/watch?v=sF5R_W73wEs)

## 6.3 FPV Racing



Le FPV racing, drone racing ou courses de drones consiste à réaliser des courses de vitesse avec un multi-rotors. Un parcours d'obstacles est mis en oeuvre soit en indoor, soit en outdoor. A chaque course réalisée, des points sont attribués à chaque pilote.

A la fin de la course, c'est le pilote qui remporte le plus de points qui gagne la course.

### 6.3.1 Catégories de courses

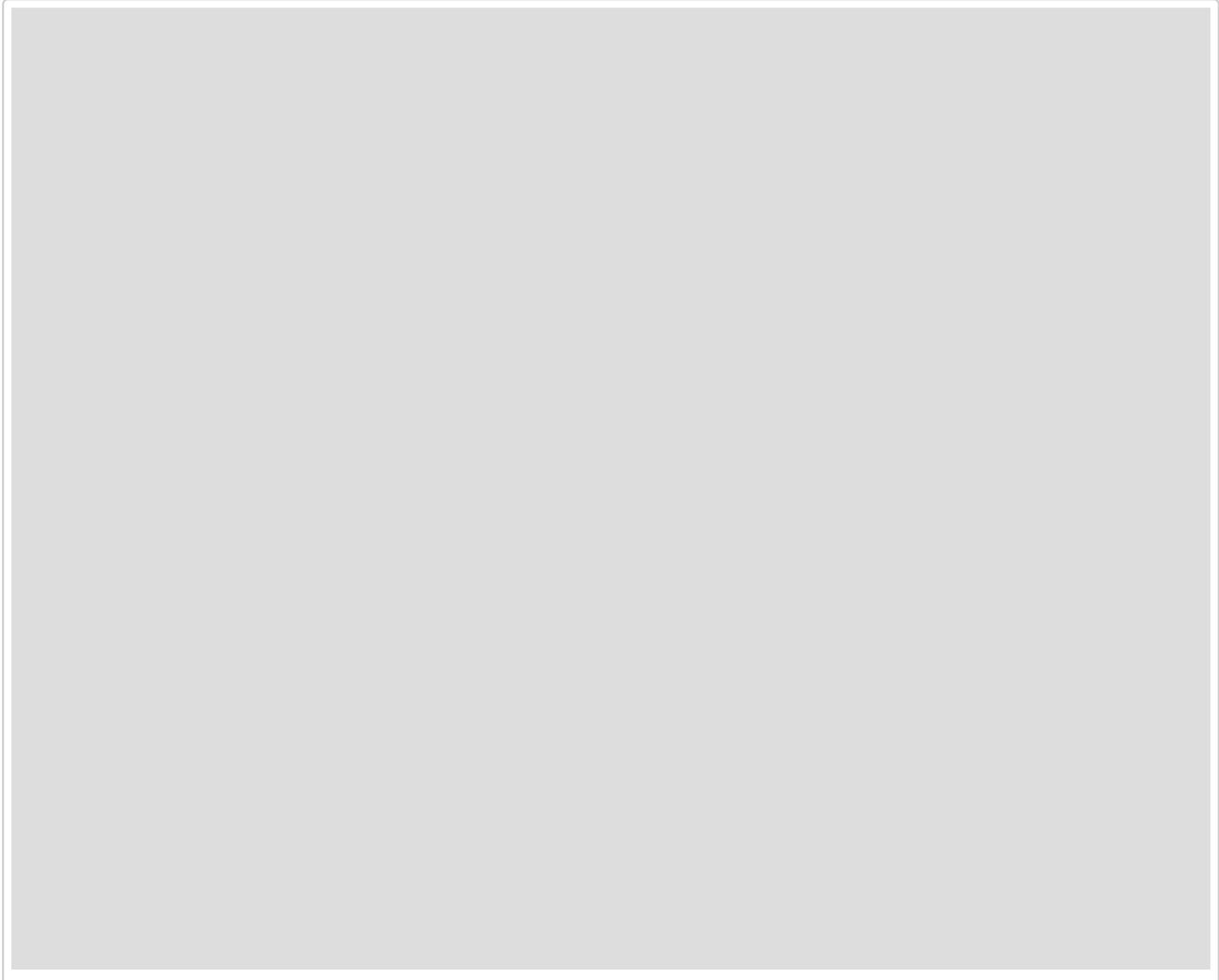
Il existe différentes types de courses, parmi elles :

- des courses indoor et outdoor
- des courses en équipe et en solo.
- des courses d'endurance.
- des courses avec drones fournis (ex: DRL).
- des courses en mini-quad et en quad 5 pouces
- ...

### 6.3.2 Le Règlement de la Fédération Aéronautique Internationale

La FFAM applique pour les courses de multi-rotors en FPV le règlement de la catégorie internationale F3U défini par la Fédération Aéronautique Internationale (FAI) et qui est consultable ci-dessous.

Le respect de ce règlement permet d'organiser des championnats à l'échelle internationale.



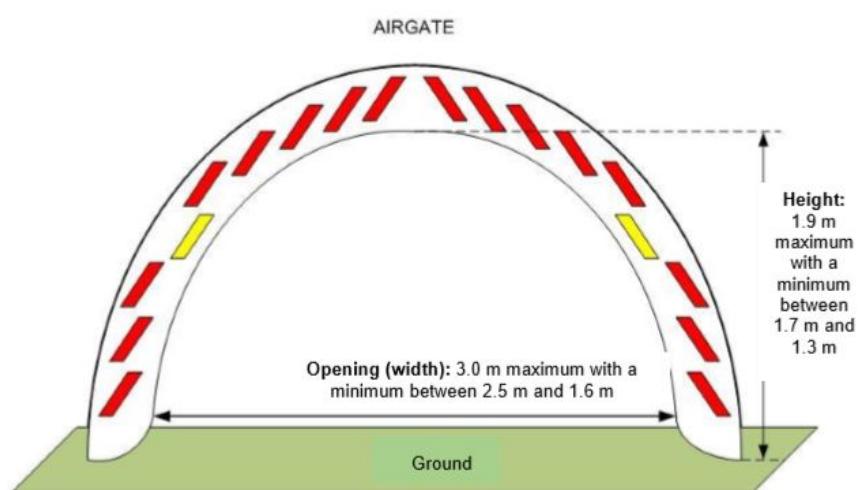
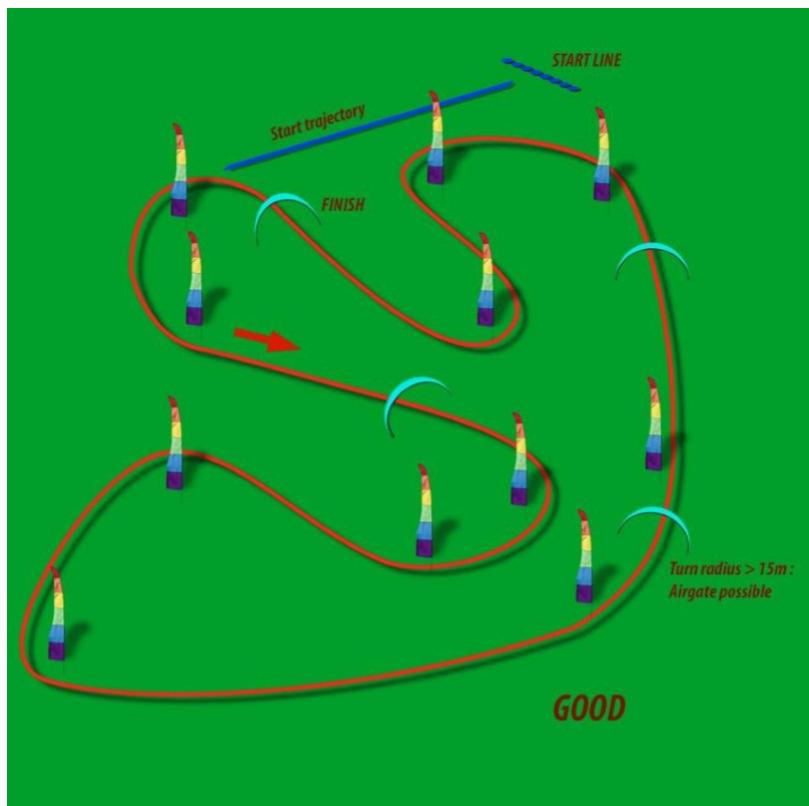
### 6.3.3 Structure d'un circuit

Un circuit de course aligné avec le règlement international doit être réalisé sur un terrain d'une taille similaire à un terrain de football de 180 x 100 m minimum.

Le circuit doit offrir une distance de parcours d'un minimum de 250 m et respecter des bonnes pratiques de sécurité.

Il doit comporter :

- Une ligne de départ/arrivée.
- 3 à 5 Air Gates.
- Des obstacles.



#### 6.3.4 Phases d'une course

Une course est généralement composée de 4 phases :

| # | Phases                  | Description  |
|---|-------------------------|--|
| 1 | Phase « découverte»     | Les pilotes découvrent le terrain à pied dans un premier temps, puis en FPV pour découvrir et appréhender le circuit.  |
| 2 | Phase « qualification » | Tours de vols pour se qualifier pour la phase "éliminatoires". C'est le chronomètre qui est pris en compte, seuls les pilotes les plus rapides sont qualifiés. |
| 3 | Phase « éliminatoires » | Tours de vols permettant d'aboutir par éliminations successives de se sélectionner pour la phase « finale ».   |
| 4 | Phase « finale »        | Ce sont les meilleurs pilotes de la course qui s'affrontent pour finir la course le premier.   |

### 6.3.5 Le pilote et ses drones

Les pilotes peuvent apporter un ou plusieurs drones.

Chacun des drones amenés par les pilotes doivent respecter certaines conditions personnalisées à chaque course :

- La taille maximale du drone : généralement la compétition se fait sur des machines de moins de 330 mm pour les entre axes moteurs.
- Le poids maximum autorisé : généralement 1kg.
- Le type d'alimentation : généralement les courses se font en batterie 4S.
- Failsafe.
- LED interchangeable
- etc ...

Le matériel conseillé à apporter lors d'une course :

- 2 à 3 drones
- Une dizaine de LiPo
- Un VTX fiable qui ne bave pas sur les fréquences voisines et configuré en 25mW et compatible Raceband.
- Une batterie de lunette supplémentaire
- Quelques outils pour permettre une réparation de dernière minute
- Un chargeur de LiPo

⚠️ Un pilote doit être en mesure de changer de fréquence de VTX très rapidement lors d'une course. L'idéal est d'utiliser un script LUA et le SmartAudio pour changer de fréquence très rapidement.

### 6.3.6 Nombre de coureurs et Fréquences

Les courses sont habituellement réalisés sur la fréquence [Raceband](#) possédant une plus large bande de fréquence que les canaux habituels.

Les pilotes étant généralement limités à 4 par course, **les canaux R3,R4,R5 et R6 sont généralement utilisés.**

En fonction de l'ordre du pilote dans sa pool, il se trouvera attribué le canal R3 si c'est le premier ou R6 si il s'agit du dernier de sa pool.

Si la fréquence du VTX est utilisée pour le chronométrage de la course, alors le canal sera utilisé pour mesurer les performances du coureur.

### 6.3.7 Contrôle technique des drones

Avant de démarrer une course, un contrôle technique du drone est réalisé pour vérifier que le [Failover](#) est correctement configuré.

Pour cela vous devrez démontrer que votre drone s'arrête tout seul en cas de perte du signal de la radiocommande.

### 6.3.8 Le classement

Plusieurs systèmes permettent de mesurer les temps de passage des drones lors d'une course afin d'établir un classement des meilleurs temps. La solution la plus connue et accessible est la solution [LapRF commercialisée par ImmersionRC](#) sous deux modèles différents.

La plateforme de classement la plus connue est [RotorMatch](#) qui propose un système de mesure de temps et de diffusion de vidéo live lors des courses.

Plusieurs leagues sont proposées par RotorMatch dont notamment la league FFAM qui regroupe tous les pilotes français licenciés. La league FFAM compte aujourd'hui plus d'une centaine de pilotes.

## 7. 7/ ANNUAIRES

---

Cette partie centralise l'ensemble des ressources autour du FPV disponibles sur le Web : Chaînes Youtube, magasins en ligne, sites, associations ...

- [Associations / Groupes de Drone FPV](#)
- [Chaines Youtube FPV](#)
- [Groupes Facebook FPV](#)
- [Magasins en ligne FPV](#)
- [Sites Internet FPV](#)

## 7.1 Associations / Groupes de Drone FPV

Voici la liste des associations de loi 1901 et groupes en France pratiquant le FPV en indoor et/ou outdoor.

**N'hésitez pas à compléter cet annuaire** avec les associations / groupes que vous connaissez.

Après avoir créé un compte sur ce site, le bouton "modifier" sur le haut droit de la page vous permettra de modifier le contenu de cette page. N'oubliez pas de sauvegarder vos modifications grâce au bouton "Mettre à Jour" sur le bas droite de la page.

| Département | Ville    | Nom                                  | Type  | Associé FFAM | Terrain dédié | Contact | Site Internet   | Description |
|-------------|----------|--------------------------------------|-------|--------------|---------------|---------|---|-------------|
| 01          | Montluel | FPV Burst Club                       | ASSO. | OUI          | NON           | ?       | <a href="https://www.facebook.com/fpvburstclub/">https://www.facebook.com/fpvburstclub/</a>                                     |             |
| 06          | Nice     | Fédération Française de drone racing | ASSO. | ?            | ?             | ?       | <a href="https://www.facebook.com/FederationFrancaiseDroneRacing/">https://www.facebook.com/FederationFrancaiseDroneRacing/</a> |             |

|         |                    |                                |        |     |     |   |   |  |
|---------|--------------------|--------------------------------|--------|-----|-----|---|---|--|
| 07 / 26 | Valence Montélimar | FPV Drôme Ardèche              | GROUPE | NON | NON | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/506845673962929/">https://www.facebook.com/groups/506845673962929/</a>   | Un groupe de passionnés de FPV en Drôme et Ardèche       |
| 13      | Marseille          | Drone Multirotor FPV MARSEILLE | GROUPE | ?   | ?   | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/1578958862320922/">https://www.facebook.com/groups/1578958862320922/</a>   | Un groupe de passionnés de FPV sur Marseille.            |
| 23      | Cezaux             | AéroCeze aux                   | ASSO.  | ?   | ?   | ? | <a href="https://aerocezeaux.jimdo.com/">https://aerocezeaux.jimdo.com/</a>   | Club de multi-rotors sportifs Creusoix                   |
| 24      | Périgueux          | Perigor Air Model (P.A.M.)     | ASSO.  | ?   | ?   | ? | <a href="https://perigueux.fr/perigueux-au-quotidien/vie-associative/636-l-annuaire-des-associations/560-perigord-air-model.html">https://perigueux.fr/perigueux-au-quotidien/vie-associative/636-l-annuaire-des-associations/560-perigord-air-model.html</a> | L'association où s'entraîne Darkex                       |
| 31      | Portet-sur-Garonne | Bourdons                       | ASSO.  | ?   | ?   | ? | <a href="https://www.bourdons.fr/">https://www.bourdons.fr/</a>   | L'association de droneurs qui ne brasse pas que de l'air |

|    |          |                            |        |     |     |                 |   |  |
|----|----------|----------------------------|--------|-----|-----|-----------------|---|--|
| 31 | Toulouse | CMT Crazy Multirotor Team  | GROUPE | ?   | ?   | ?               | <a href="https://www.facebook.com/groups/CMT31/">https://www.facebook.com/groups/CMT31/</a>                           | Un groupe de passionnés de FPV à Toulouse.   |
| 33 | Bordeaux | Bordeaux FPV               | ASSO.  | ?   | ?   | ?               | <a href="https://www.facebook.com/groups/wasp.bordeaux/">https://www.facebook.com/groups/wasp.bordeaux/</a>           | Un groupe de passionnés de FPV sur Bordeaux et la CUB.   |
| 44 | Nantes   | LiveYourDrone              | ASSO.  | OUI | OUI | Requile Florian | <a href="https://www.liveyourdrone.com/">https://www.liveyourdrone.com/</a>   | Club de passionné se donnant rendez-vous tous les dimanches matin de 10h à 13h soit en outdoor quand la météo le permet, soit en indoor le cas échéant.<br><br>L'association utilise un terrain avec une autorisation de vol à 30m donnée par la DGAC. |
| 44 | Nantes   | Racing Multirotors Nantais | GROUPE | NON | NON | ?               | <a href="https://www.facebook.com/groups/Racingdronenantais/">https://www.facebook.com/groups/Racingdronenantais/</a> | Un groupe de pilotes sur la région de Nantes.  |

|                |        |                                       |        |     |     |   |   |   |
|----------------|--------|---------------------------------------|--------|-----|-----|---|---|---|
| <b>44</b>      | N/A    | FPV Racing Club Atlantique            | GROUPE | NON | NON | ? | <a href="https://www.facebook.com/fpvrcingclubatlantique/">https://www.facebook.com/fpvrcingclubatlantique/</a> |   |
| <b>44 / 56</b> | N/A    | FPV Drone Bretagne & Pays de la Loire | GROUPE | NON | NON | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/738725549841078/">https://www.facebook.com/groups/738725549841078/</a> |   |
| <b>49</b>      | Saumur | CMRS                                  | ASSO.  | ?   | ?   | ? | <a href="http://www.cmrs-saumur.com/">http://www.cmrs-saumur.com/</a>   | Le CMRS est un lieu de rencontres pour passionnés d'aéromodélisme autour de Saumur.   |
| <b>53</b>      | Laval  | Drone FPV 53                          | ASSO.  | ?   | ?   | ? | <a href="https://www.rotormatch.com/teams/45-drone-fpv-53">https://www.rotormatch.com/teams/45-drone-fpv-53</a> | Petite association mayennaise les membres sont essentiellement de laval et de ces alentours proche.<br><br><a href="mailto:dronesfpv53@gmail.com">dronesfpv53@gmail.com</a> |
| <b>56</b>      | N/A    | Breizh Rotor                          | GROUPE | NON | NON | ? | <a href="https://www.facebook.com/FPVFREE/">https://www.facebook.com/FPVFREE/</a>                               | Le groupe de bretons passionnés de FPV.   |

|    |                    |                  |        |   |   |   |   |   |
|----|--------------------|------------------|--------|---|---|---|---|---|
| 59 | Lille              | FPV Lille        | ASSO.  | ? | ? | ? | <a href="http://www.fpvlille.com/">http://www.fpvlille.com/</a>   | <p>L'association FPV Lille est née le 21 Janvier 2018, et est composée de pilotes passionnés par le vol en immersion. La communauté FPV Lille fondée par David Paix (Daou) existe elle depuis 2010 mais prend la forme d'association quelques années plus tard.</p> <p>Aujourd'hui, FPV Lille accueille essentiellement des pilotes de la région Hauts-de-France, mais également des passionnés de toute la France et la Belgique lors de ses évènements.</p> |
| 59 | Dunkerque          | FPV Dunkerque    | ASSO.  | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/1808986266016715/?fref=gc&amp;dti=294914317526254&amp;hc_location=ufi">https://www.facebook.com/groups/1808986266016715/?fref=gc&amp;dti=294914317526254&amp;hc_location=ufi</a> |   |
| 59 | Nord-Pas-de-Calais | FPV Session Nord | GROUPE | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/1660872304187680/about/">https://www.facebook.com/groups/1660872304187680/about/</a>   | Un groupe de passionnés de FPV dans le nord.  |

|         |                  |                            |        |   |   |   |   |  |
|---------|------------------|----------------------------|--------|---|---|---|---|--|
| 59      | Lille            | FPV Lille                  | GROUPE | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/fpv lille/?hc_location=ufi">https://www.facebook.com/groups/fpv lille/?hc_location=ufi</a>   | Un groupe de passionnés de FPV à Lille.                  |
| 60      | Sainte-Geneviève | FPV Racing Drone du Thelle | ASSO.  | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/Frdt60/">https://www.facebook.com/Frdt60/</a>   |  |
| 63      | Clermont-Ferrand | Dôme FPV                   | ASSO.  | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/1056691921056868/?fref=gc&amp;dti=650187248425297&amp;hc_location=ufi">https://www.facebook.com/groups/1056691921056868/?fref=gc&amp;dti=650187248425297&amp;hc_location=ufi</a> |  |
| 69      | Lyon             | FPV Racing Lyon            | GROUPE | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/fpv racinglyon/">https://www.facebook.com/groups/fpv racinglyon/</a>   | Un groupe de passionnés de FPV à Lyon.                   |
| 73 / 74 | N/A              | FPV Savoie / Haute-Savoie  | GROUPE | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/fpv74/?hc_location=ufi">https://www.facebook.com/groups/fpv74/?hc_location=ufi</a>   | Un groupe de passionnés de FPV en Savoie / Haute Savoie. |
| 74      | Arenthon         | Drone Bar Team             | ASSO.  | ? | ? | ? | <a href="https://www.rotormatch.com/teams/32-drone-bar-team">https://www.rotormatch.com/teams/32-drone-bar-team</a>   |  |

|   |        |  |            |   |   |   |   |   |
|---|--------|--|------------|---|---|---|---|---|
| 75 /<br>77 /<br>78 /<br>91 /<br>92 /<br>94 /<br>94 / 95 | N/A    | FPV<br>Racing<br>Paris Ile-<br>de-France | GROU<br>PE | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/1596715163929491/">https://www.facebook.com/groups/1596715163929491/</a>             | Un groupe de passionnés de FPV sur l'ile de France  |
| 76  | N/A    | FPV276                                   | GROU<br>PE | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/292218678099498/">https://www.facebook.com/groups/292218678099498/</a>               | Le groupe de passionnés de FPV localisés dans la Seine-Maritime et l'Eure (inclusant des pilotes bas-normands). |
| 81  | Tarn   | FPV Racer<br>81                          | ASSO.      | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/1674803322787089/about/">https://www.facebook.com/groups/1674803322787089/about/</a> |   |
| 83  | Évenos | Azur<br>Drone<br>Racing                  | ASSO.      | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/teamadr83/">https://www.facebook.com/teamadr83/</a>   |   |

|    |                |                           |              |            |            |          |   |   |
|----|----------------|---------------------------|--------------|------------|------------|----------|---|---|
| 87 | <b>Limoges</b> | Limouzi Drone Racing Club | <b>ASSO.</b> | <b>OUI</b> | <b>OUI</b> | <b>?</b> | <a href="https://www.facebook.com/groups/LimouziDroneRacing/">https://www.facebook.com/groups/LimouziDroneRacing/</a> | <p>Limouzi drone racing, une toute nouvelle association sous la loi 1901 créée par des passionnés, frénétiques de drone et assoiffées d'électronique et de nouvelles technologies.</p> <p>Nous nous sommes implantés à Chaillac-sur-Vienne en Haute-Vienne dans le Limousin.</p> <p>Notre objectif est avant tout d'accueillir des pilotes, de partager notre passion et faire découvrir aux plus jeunes comme aux plus âgés notre passion de la voltige et du pilotage.</p> <p>Dès que le temps nous le permet hiver comme été nous serons présents pour organiser des courses amicales, des entraînements et peut-être pourquoi pas par la suite des championnats sur un terrain en toute sécurité.</p> |
| 95 | <b>Taverny</b> | RotorClub                 | <b>ASSO.</b> | <b>?</b>   | <b>?</b>   | <b>?</b> | <a href="https://www.rotormatch.com/teams/158-rotorclub">https://www.rotormatch.com/teams/158-rotorclub</a>           |   |



|    |            |         |       |   |   |   |   |  |
|----|------------|---------|-------|---|---|---|---|--|
| 97 | Saint-Paul | FPV 974 | ASSE. | ? | ? | ? | <a href="https://www.facebook.com/groups/fpv974/">https://www.facebook.com/groups/fpv974/</a> |  |
|----|------------|---------|-------|---|---|---|---|--|

## 7.2 Chaines Youtube FPV



Voici une synthèse des meilleures chaînes Youtube dédiées au FPV.

- ✓ N'hésitez pas à ajouter vos meilleures chaînes Youtube dédiées au FPV en éditant cette page après avoir créé un compte.

### 7.2.1 Classement des chaînes FPV Youtube Francophones

| # | Nom               | Type               | Abonnés | Description |
|---|-------------------|--------------------|---------|-------------|
| 1 | Frédéric Dauch RC | FREESTYLE + RACING | 28K     |             |

|           |               |                         |            |   |
|-----------|---------------|-------------------------|------------|---|
| <b>2</b>  | Tazkiller85   | <b>ACTU + TUTO</b>      | <b>19K</b> |   |
| <b>3</b>  | Fincky        | <b>FREESTYLE</b>        | <b>15K</b> |   |
| <b>4</b>  | Pablo Sotes   | <b>TUTO</b>             | <b>13K</b> | La chaîne de Pablo Sotes, une figure reconnue dans le FPV français.                                       |
| <b>5</b>  | Damien Gans   | <b>FREESTYLE</b>        | <b>11K</b> | Un pilote de FreeStyle réalisant d'excellentes vidéos, connu aussi sous le nom de Black Bird FPV.         |
| <b>6</b>  | Culture FPV   | <b>TUTO + ACTU</b>      | <b>11K</b> | La chaîne Youtube du site Culture FPV.  |
| <b>7</b>  | Air Flex      | <b>TUTO + FREESTYLE</b> | <b>10K</b> | La chaîne d'un jeune passionné de FPV qui partage ses trucs et astuces sur sa chaîne Youtube.             |
| <b>8</b>  | Red FPV       | <b>FREESTYLE</b>        | <b>9K</b>  |   |
| <b>9</b>  | We Are FPV    | <b>TUTO + ACTU</b>      | <b>9K</b>  | Le chaîne Youtube du site We Are FPV.   |
| <b>10</b> | Tomz FPV      | <b>FREESTYLE</b>        | <b>8K</b>  |   |
| <b>11</b> | Florent Roque | <b>FREESTYLE</b>        | <b>6K</b>  | Un pilote de FreeStyle talentueux qui a remporté le concours de vidéos de freestyle organisé par Le Drib. |

|          |                 |                                  |                |  |
|----------|-----------------|----------------------------------|----------------|--|
| <b>1</b> | J-TRUE FPV      | <b>FREESTYLE</b>                 | <b>6K</b>      |  |
| <b>2</b> |                 |                                  |                |  |
| <b>1</b> | Dom FPV         | <b>TUTO</b>                      | <b>3K</b>      | Une chaîne avec d'excellentes vidéos très avancées sur la technique.             |
| <b>3</b> |                 |                                  |                |  |
| <b>1</b> | Petit Soldat    | <b>FREESTYLE</b>                 | <b>4K</b>      |  |
| <b>4</b> |                 |                                  |                |  |
| <b>1</b> | Grégory Moroy   | <b>TUTO</b>                      | <b>1K</b>      | Un passionné de FPV qui publie énormément de tutoriels vidéos intéressants.      |
| <b>5</b> |                 |                                  |                |  |
| <b>1</b> | VAL & HOT       | <b>TUTO</b> + <b>FREESTYLE</b>   | <b>1.2K</b>    | La chaîne de VAL et HOT, deux passionnés de FPV publant vols tests et tutoriels. |
| <b>6</b> |                 |                                  |                |  |
|          | DarKex          | <b>RACING</b>                    | <b>&lt; 1K</b> | La chaîne du meilleur pilote Français classé parmi les meilleurs mondiaux.       |
|          |                 |                                  |                |  |
|          | Babou Et Riddhi | <b>TUTO</b>                      | <b>&lt; 1K</b> |  |
|          |                 |                                  |                |  |
|          | XL Drone        | <b>TUTO</b>                      | <b>&lt; 1K</b> |  |
|          |                 |                                  |                |  |
|          | Remco FPV       | <b>TUTO</b> + <b>RACING</b>      | <b>&lt; 1K</b> |  |
|          |                 |                                  |                |  |
|          | TomaHawK        | <b>RACING</b>                    | <b>&lt; 1K</b> |  |
|          |                 |                                  |                |  |
|          | 2sek            | <b>RACING</b> + <b>FREESTYLE</b> | <b>&lt; 1K</b> |  |

|  |          |                  |      |  |
|--|----------|------------------|------|--|
|  | Jems FPV | <b>FREESTYLE</b> | < 1K |  |
|  | Otter    | <b>FREESTYLE</b> | < 1K |  |

## 7.2.2 Classement des Chaînes FPV youtube Anglophones

| #        | Nom             | Type                           | Abon nés    | Description   |
|----------|-----------------|--------------------------------|-------------|---|
| <b>1</b> | Mr Steele       | <b>TUTO</b> + <b>FREESTYLE</b> | <b>203K</b> | Un ancien membre de Rotor Riot.   |
| <b>2</b> | UAF Futures     | <b>TUTO</b>                    | <b>154K</b> |   |
| <b>3</b> | Rotor Riot      | <b>TUTO</b> + <b>FREESTYLE</b> | <b>142K</b> | La chaîne de référence du FPV aux US qui est aujourd'hui gérée par Le Drib.     |
| <b>4</b> | Joshua Bardwell | <b>TUTO</b>                    | <b>99K</b>  | Un Youtuber professionnel du FPV qui a publié de nombreux tutoriaux sur le FPV. |
| <b>5</b> | Johnny FPV      | <b>FREESTYLE</b>               | <b>73K</b>  |   |
| <b>6</b> | NURK FPV        | <b>FREESTYLE</b>               | <b>59K</b>  |   |



|    |               |                  |      |                                     |
|----|---------------|------------------|------|-------------------------------------|
| 7  | Skitzo FPV    | FREESTYLE        | 53K  |                                     |
| 8  | Le Drib       | TUTO + FREESTYLE | 53K  | Le nouveau président de Rotor Riot. |
| 9  | StingersSwarm | FREESTYLE        | 38K  |                                     |
| 10 | Tomz FPV      | FREESTYLE        | 7,3K |                                     |

### 7.3 Groupes Facebook FPV



Voici une synthèse des meilleurs groupes Facebook autour de la thématique du FPV.

### 7.3.1 Groupes Francophones

| <b>Nom</b>                | <b>Type</b> | <b>Description</b>   |
|---------------------------|-------------|--|
| Only French Racing        | RACING      | Le groupe facebook de francophones passionnés de FPV Racing.           |
| RotorClub                 | RACING      | Un club de FPV racing français.  |
| LigueDeDroneRacingFFAM    | RACING      | Le groupe Faceboook officiel de la FFAM dédié aux courses de drones.   |
| Le coin coin du FPV       | ANNONCES    | Le groupe Facebook où l'on retrouve toutes les bonnes affaires du FPV. |
| Le coin des dronistes FPV | ANNONCES    | Un groupe de passionnés avec beaucoup de petites annonces.             |
| Culture FPV               | ACTU        | La page Facebook du site Culture FPV.                                  |
| We Are FPV                | ACTU        | Le groupe Facebook du site We Are FPV.                                 |
| Studio Sport              | SHOP        | Le groupe du magasin en ligne StudioSport.                             |
| Drone FPV Racer           | SHOP        | Le groupe du magasin en ligne Drone FRV Racer.                         |



|                             |        |  |
|-----------------------------|--------|--|
| Droneshop                   | SHOP   | Le groupe du magasin en ligne Droneshop.                   |
| Vidéos FPV (Freestyle/Race) | VIDÉOS | Un groupe dédié au partage de vidéos freestyle et de race. |
| Flex FPV                    | VIDÉOS | Le groupe Facebook du Youtuber Flex FPV.                   |
| French FPV Community        | GROUPE | Le plus grand groupe communautaire français.               |
| Culture FPV - Le Groupe     | GROUPE | Le groupe Facebook du site Culture FPV.                    |
| Noob FPV                    | GROUPE | Un groupe de débutants du FPV.                             |

### 7.3.2 GROUPES Anglophones

| Nom | URL | Description |
|-----|-----|-------------|
|     |     |             |

## 7.4 Magasins en ligne FPV

Plusieurs options s'offrent à vous, il y a tout d'abord :

- l'offre chinoise avec des durées de livraison très variables si le colis est envoyé par bateau ou avion, une garantie qui peut nécessiter de longues semaines d'attentes en cas de pièce défectueuse, mais des prix imbattables.
- l'offre française avec une garantie, un support francophone et surtout des délais de livraison imbattables.

#### 7.4.1 En France

| Nom   | URL   | Description  |
|---|---|--|
|  studioSPORT<br>spécialiste drones & caméras | <a href="https://www.studiosport.fr">https://www.studiosport.fr</a>           | Un site avec un catalogue très riche et des descriptions de produits de qualité    |
|  DRONE<br>DRONE-FPV-RACER.COM                | <a href="https://www.drone-fpv-racer.com">https://www.drone-fpv-racer.com</a> | Un site avec de nombreux produits disponibles en ligne.                            |
|  DRONESHOP                                   | <a href="https://www.droneshop.com">https://www.droneshop.com</a>             | Un magasin en ligne avec une boutique à proximité de Nantes (filiale de MiniGroup) |
|  mini<br>planes                              | <a href="https://www.miniplanes.fr">https://www.miniplanes.fr</a>             | Une autre boutique en ligne appartenant à la filiale MiniGroup                     |

#### 7.4.2 A l'étranger

| Nom             | URL   | Description  |
|-----------------|---|--|
| <b>Banggood</b> | <a href="https://www.banggood.com">https://www.banggood.com</a> | Probablement le plus grand magasin en ligne chinois de pièces détachées de drone. Mais attention aux ruptures de stock et aux délais de livraison. |

|   |   |   |
|---|---|---|
|                                      | <a href="https://fr.gearbest.com">https://fr.gearbest.com</a>               | Un magasin en ligne avec de nombreuses références de produits et de nombreuses réductions.  |
| <br>Smarter Shopping, Better Living! | <a href="https://fr.aliexpress.com">https://fr.aliexpress.com</a>           | Un des plus grand site en ligne du monde, chinois aussi. On y trouve plein de choses, généralement moins chère que banggood, mais pas forcément les dernières nouveautés. comptez 2 à 8 semaines (moyenne de 3/4 semaines) de délai pour une livraison en France. |
|                                      | <a href="http://www.team-blacksheep.com">http://www.team-blacksheep.com</a> | De super produits (VTX Unify, Crossfire ...) venant de Singapour créés par l'équipe TBS.  |

## 7.5 Sites Internet FPV

Voici une synthèse des meilleurs sites autour du FPV.

### 7.5.1 Sites Francophones

| Nom         | URL   | Description  |
|-------------|---|--|
| WeAreFPV    | <a href="https://www.wearefpv.fr">https://www.wearefpv.fr</a>       | Un site d'actualité avec un forum et une chaîne youtube très actifs. |
| CultureFPV  | <a href="https://culturefpv.fr">https://culturefpv.fr</a>           | Un site d'actualité avec une chaîne youtube très active.             |
| FPV Report  | <a href="https://www.fpv-report.com">https://www.fpv-report.com</a> | Un site d'actualité.   |
| Rotor Match | <a href="https://www.rotormatch.com">https://www.rotormatch.com</a> | La liste des équipes FPV et l'agenda des prochaines courses.         |
| France-FPV  | <a href="http://www.france-fpv.fr">http://www.france-fpv.fr</a>     | Un forum francophone dédié au FPV.                                   |
| FAQ Drone   | <a href="http://www.faq-drone.com">http://www.faq-drone.com</a>     | Un forum francophone dédié au FPV.                                   |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>FPV Passion</b>                           | <a href="https://www.fpvpassion.fr">https://www.fpvpassion.fr</a>                                       | Un blog dédié à l'actualité du FPV.   |
| <b>Drones BZH</b>                            | <a href="https://drones.bzh">https://drones.bzh</a>   | Le blog des amateurs de drones de loisir en Bretagne.                             |
| <b>Index FPV</b>                             | <a href="https://indexfpv.fr">https://indexfpv.fr</a>   | Un site listant l'ensemble des ressources sur Internet disponibles autour du FPV. |
| <b>La Ligue Française de Drone Freestyle</b> | <a href="https://www.liguefrancaisedronefreestyle.fr/">https://www.liguefrancaisedronefreestyle.fr/</a> | Un site classant les meilleurs pilotes de drone Freestyle en France.              |
| <b>Opentx-doc</b>                            | <a href="https://opentx-doc.fr">https://opentx-doc.fr</a>   | Un site spécialisé dans l'aide à l'utilisation d'OpenTX.                          |
| <b>Helicomicro</b>                           | <a href="https://www.helicomicro.com/">https://www.helicomicro.com/</a>                                 | Un site d'actualité autour du FPV   |

### 7.5.2 Sites Anglophones

| Nom | URL | Description |
|-----|-----|-------------|
|     |     |             |



|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| <b>Rotor Riot</b>  | <a href="http://www.rotorriot.com">http://www.rotorriot.com</a>     | Le site Internet de la chaîne Youtube Rotor Riot connue internationalement.            |
| <b>RC groups</b>   | <a href="https://www.rcgroups.com">https://www.rcgroups.com</a>     | Le groupe de modélisme le plus actif de la planète.                                    |
| <b>Oscar Liang</b> | <a href="https://oscarliang.com/">https://oscarliang.com/</a>       | Probablement le site anglophone le plus riche en tutoriels.                            |
| <b>PidHub</b>      | <a href="http://pidhub.io">http://pidhub.io</a>                     | Un site dédié au partage de "Rates" de PID.  |
| <b>MaxMyRange</b>  | <a href="http://www.maxmyrange.com/">http://www.maxmyrange.com/</a> | Un site qui vous permet d'estimer la distance maximale de réception d'un signal radio. |