



# La Bible du FPV

pour apprendre à construire  
et piloter un drone

Wiki-FPV.fr

v0.4 draft



## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>5</b>
1.1 Contributeurs du projet.....	6
1.2 Acronymes, termes et glossaire .....	7
1.3 Roadmap du projet.....	9
1.4 Partenaires presse .....	10
<b>2. Guides.....</b>	<b>11</b>
2.1 Les origines du FPV .....	12
2.2 Débuter en FPV.....	17
2.3 La législation française .....	19
2.4 Outils pour construire un drone.....	25
<b>3. Matériels .....</b>	<b>27</b>
3.1 Frames .....	29
3.2 Batteries .....	32
3.3 Caméras.....	36
3.4 Contrôleur de vol .....	38
3.5 ESC .....	41
3.6 Hélices .....	44
3.7 Radiocommande.....	47
3.8 Récepteur Radio.....	51
3.9 VTX .....	54
3.10 Moteurs.....	57
3.11 Masques vidéo.....	59
3.12 Récepteurs vidéo .....	61
3.13 Antennes.....	62
3.14 Gyroscope et Acceleromètre .....	66
3.15 Sac de rangement .....	67
3.16 Smoke Stopper.....	68
3.17 Chargeur de batterie.....	70
<b>4. Micrologiciels .....</b>	<b>72</b>

4.1	Synthèse des micrologiciels .....	73
4.2	Historique des forks .....	75
4.3	Betaflight .....	76
4.4	ButterFlight .....	95
4.5	CleanFlight .....	96
4.6	Inav .....	97
4.7	KISS.....	98
4.8	LibrePilot .....	99
4.9	Raceflight.....	100
5 .	<b>Logiciels.....</b>	<b>101</b>
5.1	Simulateurs FPV.....	102
5.2	Logiciels d'analyse de Blackbox.....	104
5.3	Logiciels de configuration d'ESC.....	105
6 .	<b>Pratique .....</b>	<b>108</b>
6.1	FPV Freestyle .....	109
6.2	FPV Long Range.....	114
6.3	FPV Racing.....	115
7 .	<b>Annuaires.....</b>	<b>118</b>
7.1	Associations FPV .....	119
7.2	Chaines Youtube .....	129
7.3	Groupes Facebook .....	133
7.4	Magasins en ligne.....	136
7.5	Sites Internet .....	139



## 1. INTRODUCTION



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

Ce Wiki dédié au FPV a comme objectif de rendre accessible la pratique aux plus nombreux. La courbe d'apprentissage autour du FPV est aujourd'hui assez longue, il existe très peu de support d'apprentissage, seules les [vidéos Youtube](#) constituent aujourd'hui une mine d'or pour apprendre de manière autodidacte.

L'objectif de ce Wiki est de structurer les informations disponibles sur Internet et de les rendre accessibles aux plus nombreux.

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.

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

Thème	Description
Guides	Les guides pour débuter, comprendre la loi.
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
Pratique	Toutes les astuces autour de la pratique du vol de drone.
Annuaires	Des annuaires de sites, chaînes Youtube, groupes Facebook, magasins en ligne, associations.

## 1.1 Contributeurs du projet

Ce guide du FPV est ouvert à toutes les contributions, n'hésitez pas à corriger d'éventuels fautes d'orthographes, à enrichir le contenu du Wiki, il a été conçu pour cela.

Merci à tous ceux et celles qui contribuent à partager leurs connaissances :

Ludovic Toinel ,Elouan Jorrand ,Tobus ,AleX. ,Hotfender

## 1.2 Acronymes, termes et glossaire

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

<b>Acronymes</b>	<b>Description</b>
<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>ARTF</b>	"Almost ready to fly" : Drone pratiquement prêt pour le vol.
<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>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.
<b>DVR</b>	"Digital Video Recorder" ou enregistreur vidéo numérique.
<b>ESC</b>	"Electronic Speed Control" : Il s'agit du composant électronique permettant de contrôler un ou plusieurs rotors.
<b>Flow</b>	Capacité de voler de manière fluide et sans à-coups.
<b>FPV</b>	"First person view" : terme généralement utilisé comme raccourci 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>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" : Il s'agit des réglages permettant de modifier la réactivité de votre drone aux instructions de vol.
<b>VTX</b>	"Video Transmitter" : transmetteur vidéo embarqué sur le multi-rotors.
<b>RTF</b>	"Ready to fly" : il s'agit un mulrotors déjà configuré et prêt à voler.
<b>UAV</b>	« <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> » : Aéronef volant.

## 1.3 Roadmap du projet

L'objectif du projet est d'aboutir sur un document numérique libre qui permette à quiconque qui le souhaite de 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 est planifiée à fin mars.



## 1.4 Partenaires presse

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

Ces sites parlent du projet Wiki-FPV :

*N'hésitez pas à enrichir cette liste avec vos articles, cette liste est faite pour cela 😊*

## 2. GUIDES

---

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

- [Les origines du FPV](#)
- [Débuter en FPV](#)
- [La législation française](#)
- [Outils pour construire un drone](#)

## 2.1 Les origines du FPV

### 2.1.1 2008 : Premier vol en FPV avec un enregistrement vidéo

Les pionniers du FPV sont probablement l'équipe TBS qui diffusent dès 2008 leurs premiers enregistrements vidéo grâce à leurs ailes volantes 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=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 à l'époque 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\\_dlvZi4](https://www.youtube.com/watch?v=oh-G_dlvZi4)

### 2.1.2 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:

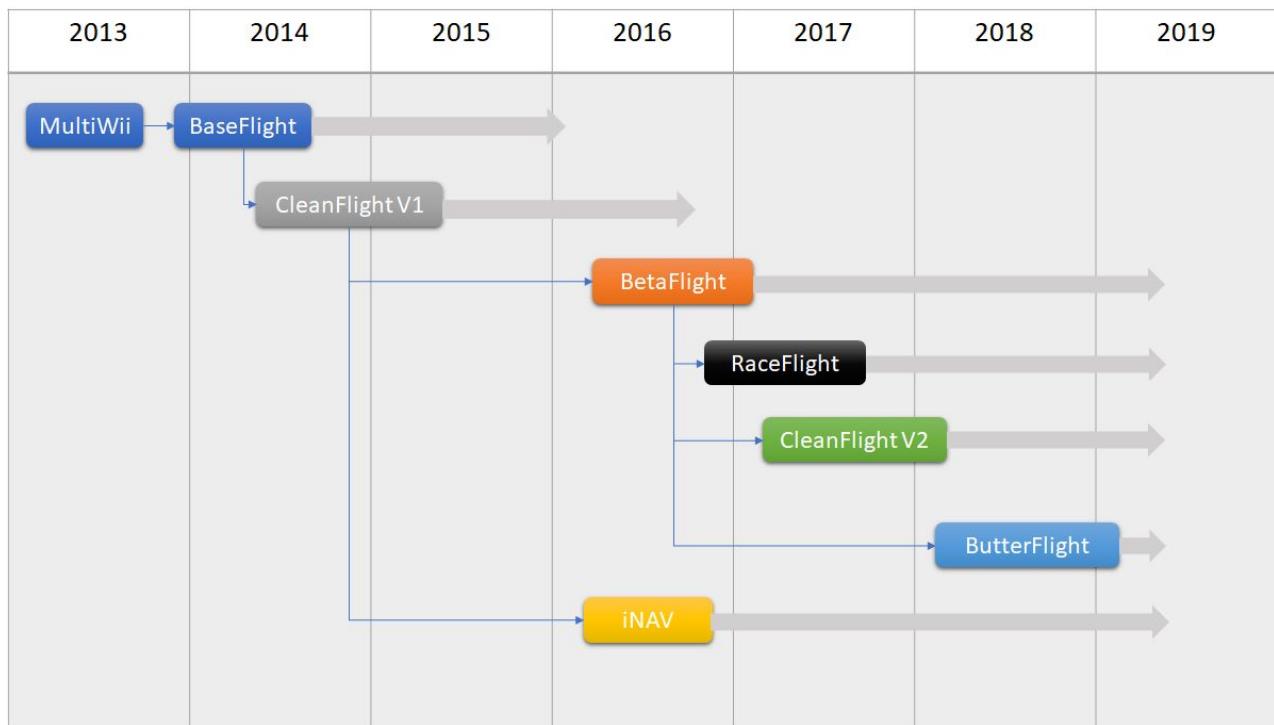
<https://vimeo.com/11061240>

### 2.1.3 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.



## 2.1.4 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.**



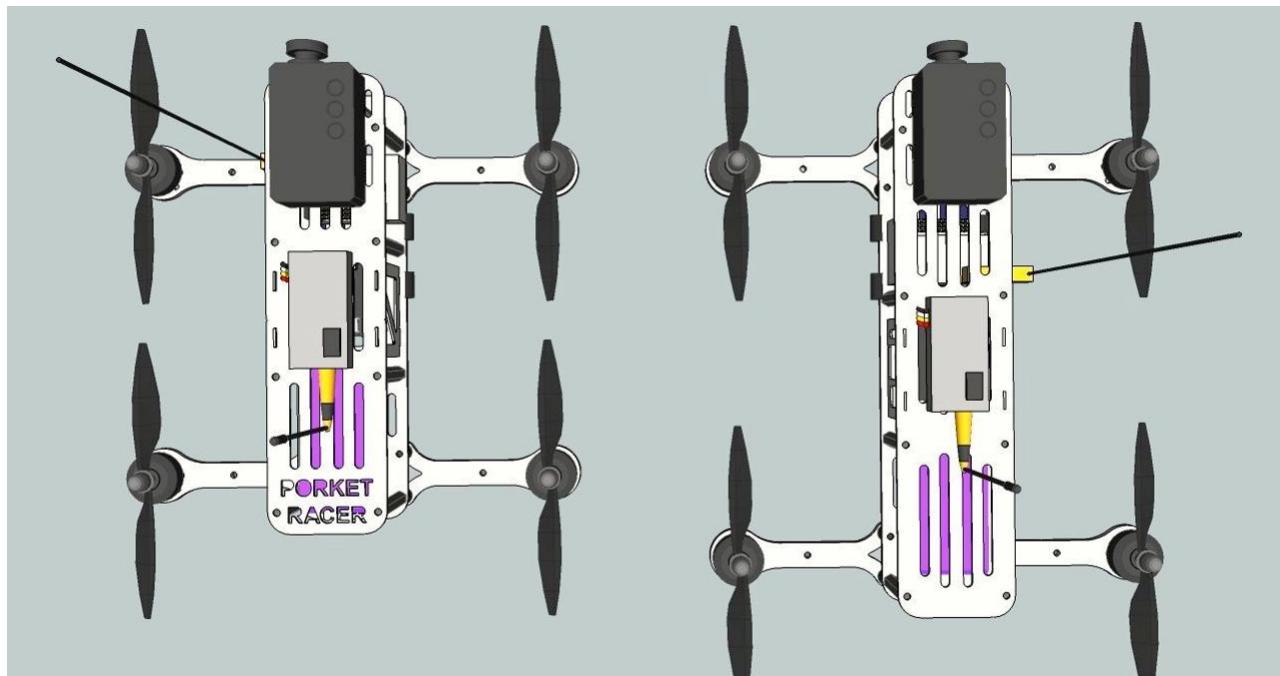
Sorry, the widget is not supported in this export.

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.

### 2.1.5 Pour en savoir plus

Game One a depuis, publié trois excellents reportages autour de la thématique du drone, je vous recommande fortement le visionnage des 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\\_LyDkPzLF9ZSIk](https://www.youtube.com/watch?v=XrJmPPZgrNU&index=2&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe_LyDkPzLF9ZSIk)

## 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\\_LyDkPzLF9ZSIk](https://www.youtube.com/watch?v=s8SM3i-02RQ&index=3&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe_LyDkPzLF9ZSIk)

## 2.2 Débuter en FPV

### 2.2.1 Par où commencer ?

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

Il est donc conseillé d'acheter une radio et s'entraîner d'abord sur [simulateur](#). Cela permet d'acquérir les bases (vol en accro) et de faire des économies non négligeables lorsque l'on débute.

Dès que vous avez acquis un minimum de compétences, 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 de la toile vous y aideront.

Les drones pré-construits (ou BNF pour "Bind And Flyer") 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 terme de taille de châssis, 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.

### 2.2.2 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 sont de qualité.

### 2.2.3 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.

## 2.2.4 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.

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

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

## 2.2.6 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.

## 2.3 La législation française

### 2.3.1 Introduction

Le pilotage d'aéronef 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.

### 2.3.2 Que dit la législation ?

La législation française 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 :

- A 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.
- A 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"](#).

### 2.3.3 Les fiches du gouvernement

Afin de simplifier la compréhension des lois, deux fiches sont en libre téléchargement :



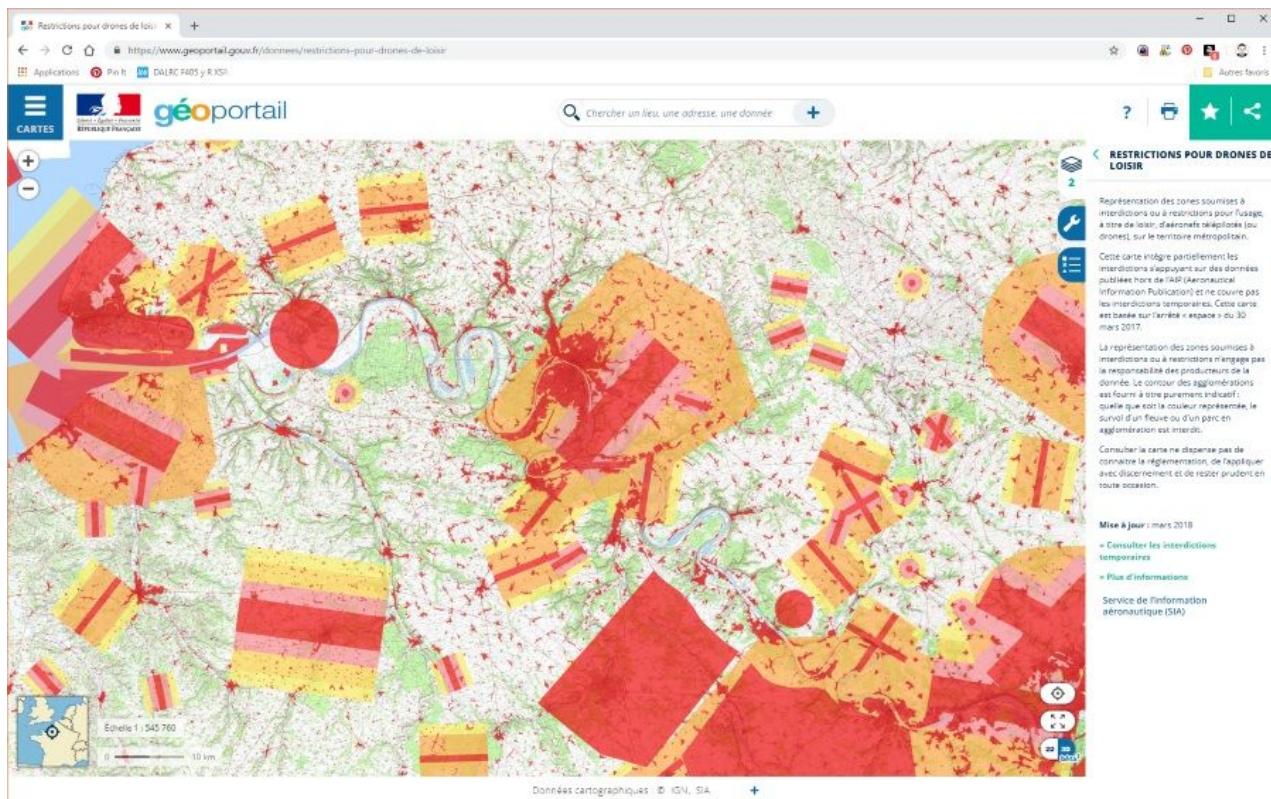
Règles d'usage d...ne de loisir.pdf



Guide\_aeromode...s\_de\_loisir.pdf

### 2.3.4 Connaitre les zones de vol

Pour connaitre avec exactitude les zones de vol autorisées en France et l'altitude à respecter, rendez-vous sur [le GéoPortail](#) qui détaille région par région l'altitude à respecter si la zone est autorisée de vol.



### 2.3.5 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 **altitude maximum de 50 mètres** même si la zone survolée autorise 150 mètres.
- D'être accompagné par **une seconde personne** capable de faire attirer 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.

### 2.3.6 La formation AlphaTango

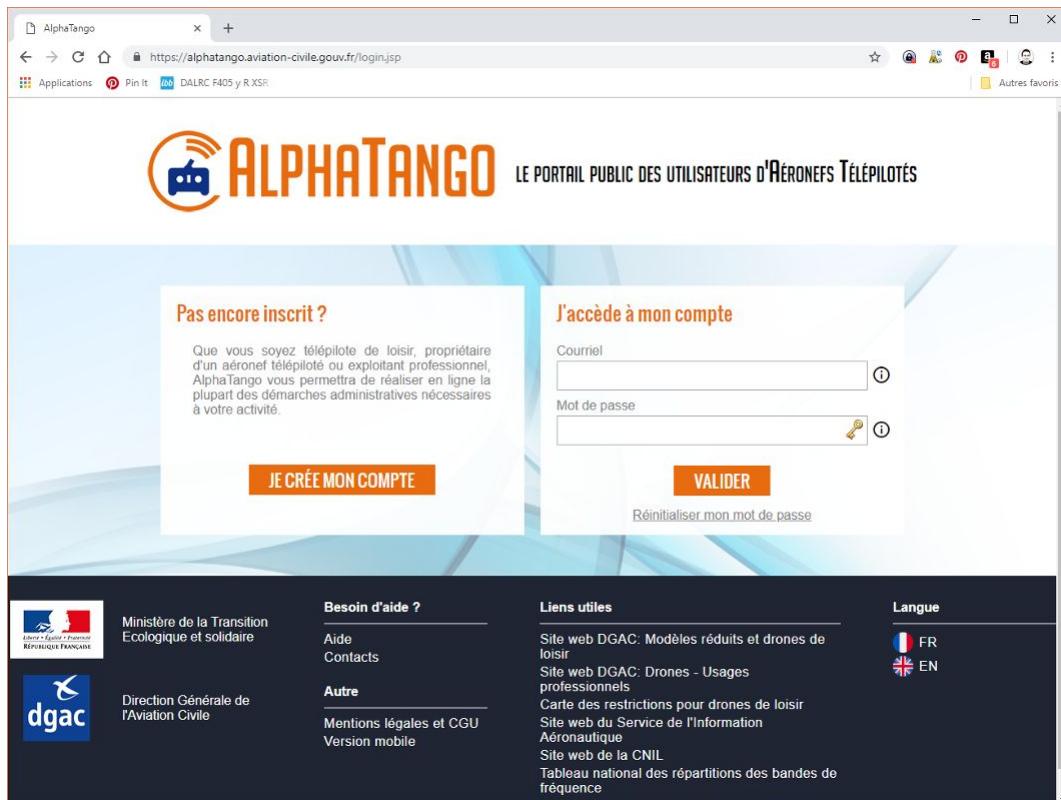
Si vous souhaitez piloter des drones de **plus de 800 grammes**, le portail Internet **AlphaTango** proposée en ligne gratuitement par la DGAC vous permet :

- 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.



The screenshot shows the AlphaTango website interface. At the top, there is a navigation bar with links for Applications, Pin it, DALRC F405 y R XSR, and Autres favoris. The main header features the AlphaTango logo (a blue icon with a drone and signal waves) and the text "ALPHATANGO LE PORTAIL PUBLIC DES UTILISATEURS D'AÉRONEFS TÉLÉPILOTÉS". Below the header, there are two main sections: "Pas encore inscrit ?" (left) and "J'accède à mon compte" (right). The "Pas encore inscrit ?" section contains a "JE CRÉE MON COMPTE" button. The "J'accède à mon compte" section has fields for "Courriel" and "Mot de passe", a "VALIDER" button, and a "Réinitialiser mon mot de passe" link. At the bottom of the page, there is a footer with logos for the French Republic, the Ministry of Ecological Transition, and the DGAC. It also includes links for "Besoin d'aide?", "Liens utiles", and "Langue" (French/English).

### 2.3.7 La formation de télépilote FFAM

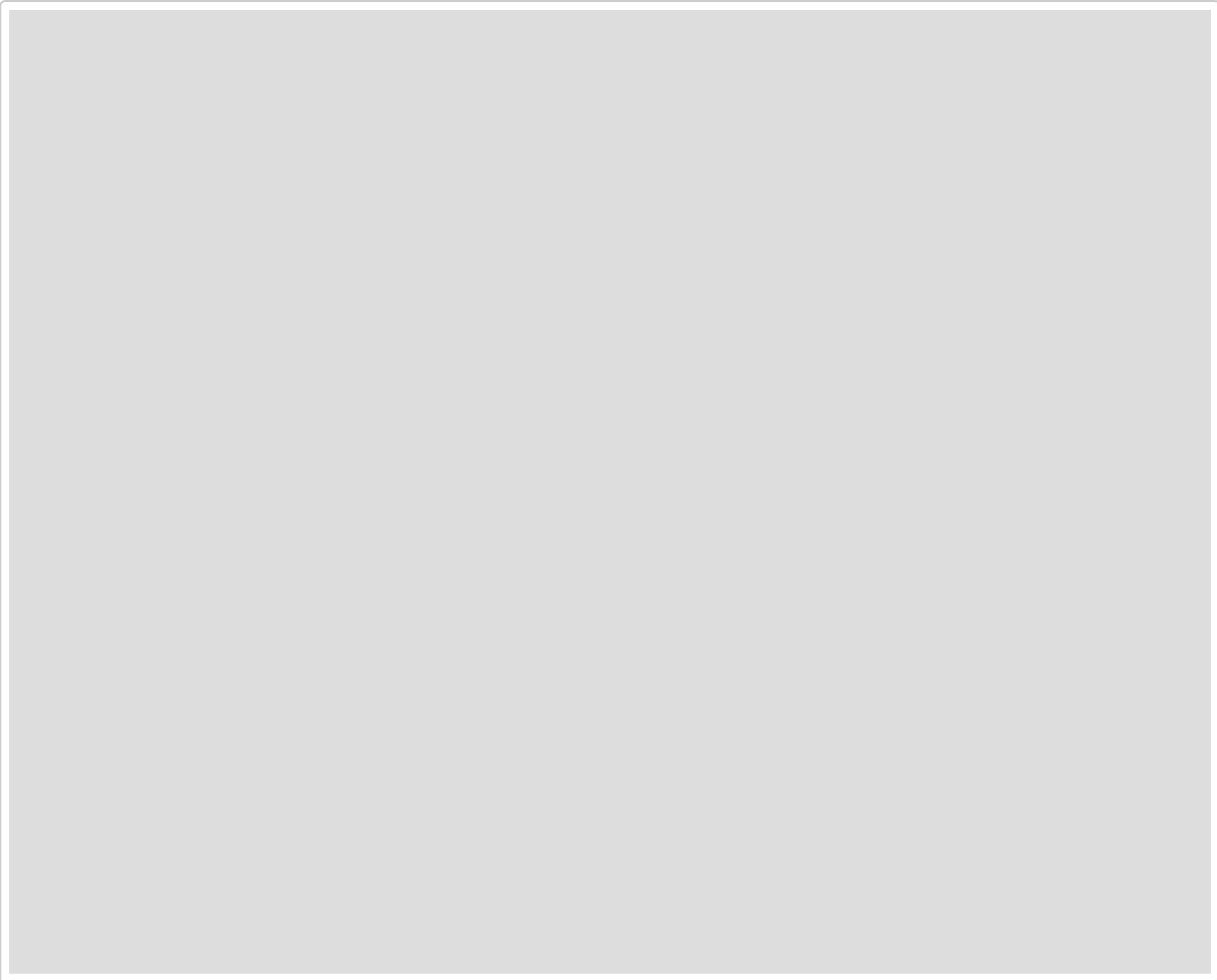
La Fédération française d'aéromodélisme met à disposition gratuitement une **formation de télépilote d'aéromodèle**.

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.

### 2.3.8 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 €

## 2.4 Outils pour construire un drone

### 2.4.1 Introduction

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

- Un fer à souder
- De l'étain
- Des pinces
- Du chatterton
- Des gaines thermorétractables
- De la tresse à dessouder
- Une troisième main

### 2.4.2 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 PowerTank ou via un adaptateur sur une LiPo.

### 2.4.3 Etain



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.

### 2.4.4 Tresse 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.

## 2.4.5 Pinces



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

## 2.4.6 Gaines thermorétrtractables

Les gaines thermorétrtractables 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.

## 2.4.7 Troisième main



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

## 3. MATÉRIELS

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

Frames	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.
Batteries	Les batteries fournissent l'alimentation électrique pour permettre au drone de voler en toute autonomie.
Caméras	La caméra embarquée sur le drone permet de capter la vidéo qui sera ensuite diffusé par le VTX au casque vidéo.
Contrôleur de vol	Le contrôleur de vol a en charge d'orchestrer l'ensemble du matériel électronique embarqué sur le drone.
ESC	L'ESC transforme des instructions de vitesse de rotation en puissance de rotation sur les moteurs.
Hélices	Les hélices permettent au drone de voler tout simplement.
Radiocommande	La radiocommande permet de piloter le drone à distance.
Récepteur Radio	Le récepteur radio permet au drone de recevoir les instructions de vol envoyées par la radiocommande
VTX	Le VTX a en charge la diffusion du signal radio au casque vidéo.
Moteurs	Les moteurs ont en charge la rotation des hélices.
Masques vidéo	Les masques vidéo permettent de recevoir le flux vidéo transmis par le drone en immersion
Récepteurs vidéo	Les récepteurs vidéo transforment des signaux radio en flux vidéo transmis sur l'écran du casque vidéo.
Antennes	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.

## 3.1 Frames



### 3.1.1 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.

### 3.1.2 Taille du châssis

Il existe plusieurs tailles de châssis, cela va de **2 à 8 pouces**.

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** 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.

### 3.1.3 Nombre de rotors

La majorité des multirotors commercialisés sont des quadrirotors, mais il existe de nombreux autres types de multirotors :

	<b>Bras</b>	<b>Rotors</b>
<b>Tricoptère</b>	3	3
<b>Quadrioptère</b>	4	4
<b>Hexacoptère</b>	6	6
<b>Y6</b>	3	6
<b>Octocoptère</b>	8	8
<b>X8</b>	4	8

### 3.1.4 Formes du châssis

Les multirotors 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.

### 3.1.5 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.

### 3.1.6 Pièces de rechange

Faites très attention à la disponibilité des pièces de rechange 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.

### 3.1.7 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](#).

### 3.1.8 Impression 3D

Pour les plus bricoleurs, il est possible d'imprimer en 3D ses propres pièces. Attention à utiliser un filament adapté (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 [thingverse](#).

### 3.1.9 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>

## 3.2 Batteries



### 3.2.1 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. Certains ESC ne supportent que des batteries 3S alors que d'autres peuvent accepter des 4S et des 5S.

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.](#)

### 3.2.2 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, exprimé 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 : environ 10/15 min, cela dépend des moteurs et du style du pilote 😊
- 50C, 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 20/30M%

### 3.2.3 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.

### 3.2.4 Condensateur

L'utilisation d'un condensateur entre la batterie et le PDB/ESC est indispensable pour éviter les chutes de tension et une perte de contrôle du drone en plein vol. Vous trouverez ce condensateur généralement fourni par défaut avec les ESC, le cas échéant, procurez-en vous chez votre détaillant en électronique préféré.

Généralement une puissance de 330 $\mu$ F suffit, certains pilotes vous conseilleront du 1000 $\mu$ F.

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

- ❗ Vérifiez toujours la polarité du condensateur avant de le souder.

### 3.2.5 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 ...

- ❗ Ne jetez jamais une batterie dans une poubelle, des réceptacles dédiés sont généralement mis à disposition dans les centres de tri et les supermarchés.

### 3.2.6 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.

### 3.2.7 Stockage des batteries

Il est conseiller de stocker ses batteries dans un endroit non inflammable à l'abris de l'humidité. De préférence dans un sac de protection en matière ignifugée.

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

### 3.2.8 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>

## 3.3 Caméras



### 3.3.1 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.

### 3.3.2 TVL

La qualité vidéo de la caméra se mesure en résolution horizontale maximale que l'on appelle TVL.

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.

### 3.3.3 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.

### 3.3.4 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](#)).

### 3.3.5 Configuration à distance

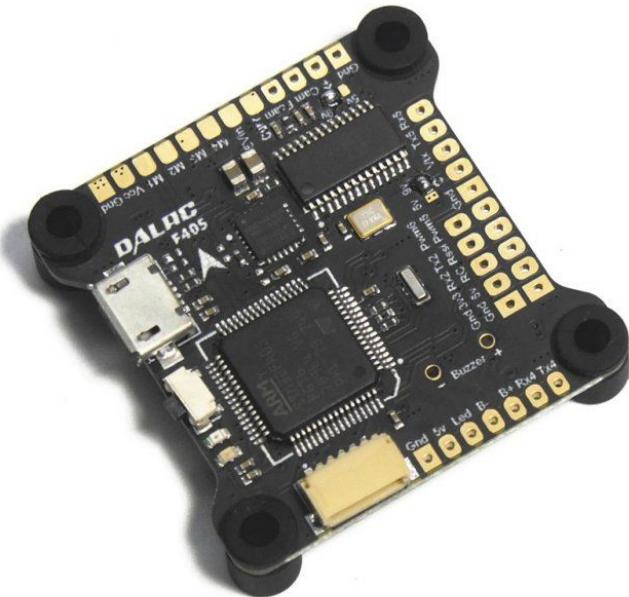
Certaines caméras comme les Runcam peuvent être configurées à distance via la radiocommande, pratique pour éviter de démonter son drone à chaque besoin de réglage de contraste.

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"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Désactivé ▾ AUTO ▾	Désactivé ▾ AUTO ▾	Désactivé ▾ AUTO ▾
UART2	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Désactivé ▾ AUTO ▾	Désactivé ▾ AUTO ▾	Désactivé ▾ AUTO ▾
UART3	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Désactivé ▾ AUTO ▾	Désactivé ▾ AUTO ▾	RunCam ▾ AUTO ▾
UART4	<input type="checkbox"/> 115200	<input checked="" type="checkbox"/>	Désactivé ▾ AUTO ▾	Désactivé ▾ AUTO ▾	Désactivé ▾ AUTO ▾
UART5	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Désactivé ▾ AUTO ▾	Désactivé ▾ AUTO ▾	TBS SmartAuc ▾ AUTO ▾

## 3.4 Contrôleur de vol



### 3.4.1 Introduction

Le contrôleur de vol a en charge de gérer la stabilité du drone et de donner des consignes de puissance aux ESC.

La configuration du contrôleur de vol se fait en USB avec un PC ou un smartphone Android, l'une des principales tâches de configuration est l'association des canaux RX en instruction 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.

### 3.4.2 Fréquences

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

- Le rafraîchissement du gyroscope.
- La boucle de PID

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](#).

### 3.4.3 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.

### 3.4.4 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 [Raceflight](#).

[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.

### 3.4.5 UART

Vous remarquerez qu'une carte de contrôle de vol est constituée d'UART. Ces UART constituent soit des entrées ou des sorties numériques permettant d'accueillir différents types de périphériques communicants dans divers protocoles.

### 3.4.6 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.

## 3.5 ESC



### 3.5.1 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 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".

### 3.5.2 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 griller.

### 3.5.3 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.

### 3.5.4 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	Bande passante
DSHOT 300	300 kilobits par seconde

Protocoles	Bandes passantes
DSHOT 600	600 kilobits par seconde
DSHOT 1200	1,2 megabits par seconde

### 3.5.5 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](#).

### 3.5.6 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>

## 3.6 Hélices



### 3.6.1 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 terme de structure, le choix d'une hélice peut avoir un impact important dans la tenue de vol d'un multirotor.

- ✓ Les hélices sont vues comme des consommables, prévoyez d'en avoir toujours en stock.

### 3.6.2 Caractéristiques d'une hélice

Une hélice se caractérise par quatre paramètres :

- Le nombre de pales : 2, 3, 4 ou 6
- Son diamètre.
- Son pitch
- Sa matière (PC, polycarbonate ...)

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.

### 3.6.3 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 multirotor.

### 3.6.4 La nomenclature

Dans le commerce, les hélices peuvent avoir deux types de nomenclatures.

<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>

### 3.6.5 En synthèse

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

### 3.6.6 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).

### 3.6.7 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>

## 3.7 Radiocommande



### 3.7.1 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.

### 3.7.2 Modes de pilotage

Les radiocommandes disposent de 4 modes de pilotage. Le mode généralement le plus utilisé est le mode 2.



### 3.7.3 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.

Les trois familles de protocoles de communication les plus rependues sont les suivantes :

<b>DSM2/DSMX</b>	Compatible avec les radiocommandes Spektrum
<b>Flysky</b>	Compatible avec les radiocommandes Flysky
<b>Frsky</b>	Compatible avec l'ensemble des radiocommandes Taranis.

### 3.7.4 Module de communication externe

Pour le "Long Range" interdit en France, les radiocommandes Taranis peuvent accueillir des modules radio externes.

Ces modules de communication externes permettent d'enrichir la radiocommande avec des protocoles radio non couverts par défaut par la radio.

### 3.7.5 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.

### 3.7.6 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.

### 3.7.7 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.

### 3.7.8 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](#).

### 3.7.9 LBT ou FCC ?

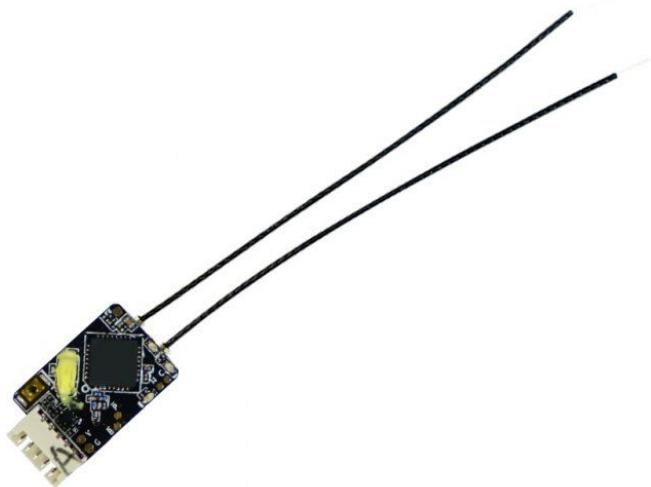
Les radiocommandes sont généralement vendues soit en version EU-LBT, soit en non EU ou FCC. Si vous prévoyez d'utiliser votre matériel sur le sol européen, alors il vous faudra une radio EU-LBT.



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 LBT, vous devrez prévoir de mettre à jour le firmware pour pouvoir l'associer le récepteur à l'émetteur.

## 3.8 Récepteur Radio



### 3.8.1 Introduction

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

Les récepteurs et radio-télécommandes 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.

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.

### 3.8.2 Les fréquences

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

Ce n'est pas le cas pour tous les émetteurs, les émetteurs que l'on appelle "Long Range", qui émettent sur des fréquences plus basses (800/900 Mhz) et donc plus diffuses.

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.

### 3.8.3 LBT ou FCC ?

Depuis 2015, l'Europe a fait appliquer une nouvelle norme 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'utilisée.

Avant 2015, FrSky proposait 3 normes : Le D8, le LR12 et le D16.

Depuis, FrSky a seulement adapté le protocole D16 à la norme européenne. **C'est donc cette norme qui est autorisée sur le territoire européen.**

- ✓ Un récepteur FCC peut être transformé en LBT par mise à jour de firmware.

### 3.8.4 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 France doivent être pilotés à vue, ces solutions de pilotage "Long Range" ne peuvent pas être légalement utilisées.

### 3.8.5 F-PORT ?

Depuis quelques mois, un nouveau protocole de communication bi-directionnel est poussé par FrSky, il s'agit du protocole F-PORT, un protocole permettant à la fois de transmettre les instructions de pilotage mais aussi les données de télémétrie.

Ce F-PORT est de plus en plus utilisé, malgré qu'il soit généralement compliqué de le configurer car le port F-PORT des cartes se trouve généralement disponible sous forme de PIN sur la carte électronique du récepteur.

### 3.8.6 En savoir plus ...

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



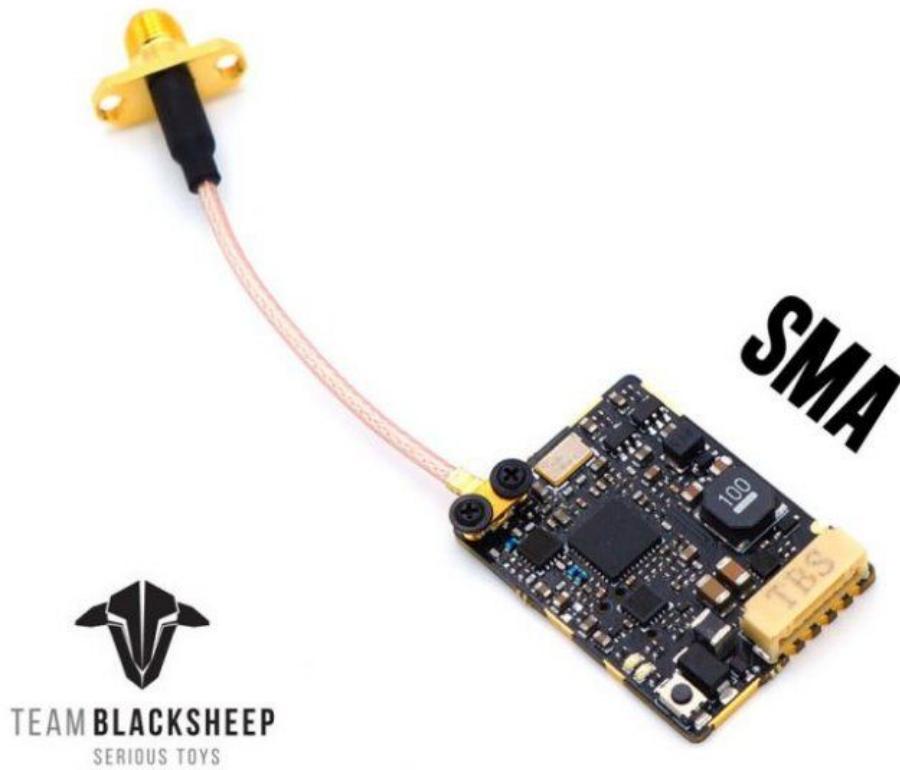
Sorry, the widget is not supported in this export.  
But you can reach it using the following URL:  
<https://www.youtube.com/watch?v=9fMSR57sFkM&t=8s>

#### 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>

## 3.9 VTX



### 3.9.1 Introduction

Le 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'écraser 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.

### 3.9.2 Synthèse des fréquences

Le tableau des fréquences émises par les VTX du marché sur la bande radio environnant le 5.8Ghz est le suivant :

No m	Band	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8	Écartement
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
F (Fa tsh ark )	4	5740	5760	5780	5800	5820	5840	5860	5880	20 Mhz
Ra ce ba nd	5	5658	5695	5732	5769	5806	5843	5880	5917	37 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.

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.

### 3.9.3 Puissances d'émission

La loi française limite l'émission à 25mW sur la fréquence des 5.8Ghz.

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.

### 3.9.4 Le SmartAudio

Le Smart Audio est une fonctionnalité offerte par certains VTX du marché, cette fonction permet de configurer le VTX à distance grâce à votre radiocommande . Cette fonction est très pratique pour changer de canal rapidement sans devoir manipuler le drone.

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

### 3.9.5 Le Pit Mode

Le Pit Mode, disponibles 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.
- **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.

### 3.9.6 L'Antenne

Une antenne omnidirectionnelle équipe généralement les VTX pour permettre diffuser un signal audio pouvant être reçu de n'importe quelle angle.

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.

## 3.10 Moteurs



### 3.10.1 Introduction

Les moteur 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 quadrioptères, sont alimentés par un courant triphasé délivré par l'[ESC](#) et offrent une puissance plus ou moins importante que l'on mesure en KV: 2300KV, 2600 KV ...

Un moteur de 2300 KV alimenté à 1 volt tournera à 2300 tours / min. Les moteurs avec de faibles KV sont recommandé pour débuter.

### 3.10.2 Nommage du moteur

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

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

- XX : La largeur du moteur
- YY : La hauteur du moteur

Un moteur 2204 sera ainsi plus large et moins haut qu'un 1106.

### 3.10.3 Sens de rotation des hélices

La majorité des kit de moteur tournent dans le même sens, 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 😊

### 3.10.4 Moteurs et alimentation

- ❗ Attention à bien respecter les recommandations du constructeur du moteur sur la tension (3S, 4S, .. 6S) et les hélices. Le moteur doit être proportionné avec la poussée voulu, la tension de la batterie, les hélices ( diamètre et inclinaison), au risque de faire chauffer le moteur et fondre le vernis -> moteur KO

### 3.10.5 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.

### 3.10.6 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.

## 3.11 Masques vidéo



### 3.11.1 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.

- ✓ 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.

### 3.11.2 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.

### 3.11.3 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 patch par exemple, sur le connecteur de la partie basse du récepteur.

L'association des deux permet au récepteur 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.

### 3.11.4 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 ...

### 3.11.5 Les lentilles de correction

Si vous voyez trouble dans vos lunettes, il est possible de se procurer des lentilles de correction pour sa 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](#)
- ou alors se procurer des lentilles en Asie avec des corrections très approximatives.

## 3.12 Récepteurs vidéo

## 3.13 Antennes



### 3.13.1 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 circonference 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.

### 3.13.2 Le gain

Le gain d'une antenne correspond 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.

### 3.13.3 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.

### 3.13.4 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>

### 3.13.5 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.

### 3.13.6 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.



## 3.14 Gyroscope et Accéléromètre

### 3.14.1 Introduction

Tous les gyroscopes/accéléromètre sont intégrés au flight contrôleur. Mais ils méritent un chapitre dédié car il joue un rôle très important dans le pilotage.

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

## 3.15 Sac de rangement



### 3.15.1 Introduction

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

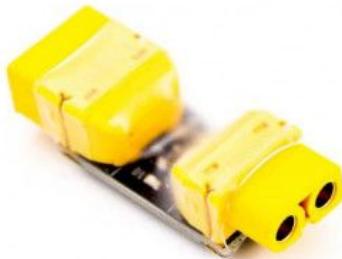
Il existe différents modèles sur Internet capables de supporter de **1 à 4 drones**, à des prix allant de 50 euros à 150 euros.

Parmi les sacs haut de gamme, on retrouve les **Lowepro DroneGuard**, 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.

## 3.16 Smoke Stopper



### 3.16.1 Introduction

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

Il se positionne entre la batterie et votre PDB ou ESC.

Il vous évite de détruire votre électronique en cas de problème de cablage et donc d'économiser votre matériel après chaque manipulation dessus.

- ✓ 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.

### 3.16.2 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>

## 3.17 Chargeur de batterie



### 3.17.1 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.

## 4 . MICROLOGICIELS

---

## 4.1 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.

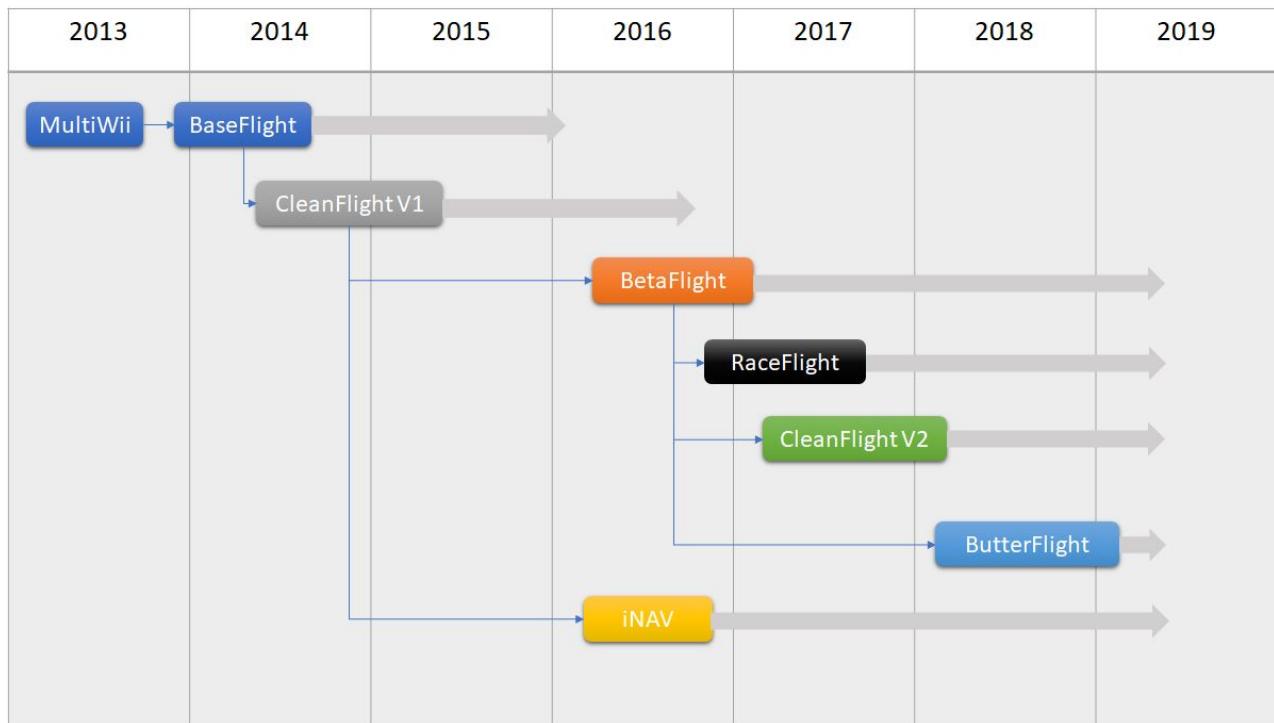
Il existe sur le marché de nombreux logiciels, le plus populaire d'entre eux est aujourd'hui [Betaflight](#).

Logiciel	Description	Licence	URL
<b>Baseflight</b>	<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 multicopters avec une manette de Wii.</p>	<i>GNU General Public License v3.0</i>	<a href="https://github.com/multiwii/baseflight">https://github.com/multiwii/baseflight</a>
<b>CleanFlight</b>	Il s'agit d'une réécriture "propre" du code de BaseFlight qui a été utilisé par BetaFlight et iNav comme socle de départ.	<i>GNU General Public License v3.0</i>	<a href="https://github.com/cleanflight/cleanflight">https://github.com/cleanflight/cleanflight</a>
<b>Betaflight</b>	Le logiciel de référence qui équipe aujourd'hui une grande majorité de contrôleurs de vol.	<i>GNU General Public License v3.0</i>	<a href="https://github.com/betaflight/betaflight">https://github.com/betaflight/betaflight</a>
<b>iNav</b>	<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="https://github.com/iNavFlight/inav">https://github.com/iNavFlight/inav</a>

Raceflight	Firmware se voulant simple niveau configuration (basé sur des wizards). Il fonctionne sur du matériel spécifique.	<i>GNU General Public License v3.0</i>	<a href="https://github.com/rs2k/raceflight">https://github.com/rs2k/raceflight</a>
ButterFlight	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>	<a href="https://github.com/ButterFlight/butterflight">https://github.com/ButterFlight/butterflight</a>
KISS	Egalement axé sur la simplicité de configuration.  Il fonctionne sur du matériel spécifique orienté haut de gamme	<i>Propriétair e</i>	<a href="https://kiss.flyduino.net">https://kiss.flyduino.net</a>
LibrePilot	LibrePilot est une plateforme de développement ouverte pour permettre le pilotage de véhicules ou de robots.  Il s'agit d'un fork d'OpenPilot.	<i>GNU General Public License v3.0</i>	<a href="https://www.librepilot.org">https://www.librepilot.org</a>
Ardupilot	Probablement le logiciel de pilotage automatique le plus utilisé.	<i>GNU General Public License v3.0</i>	<a href="http://ardupilot.org/">http://ardupilot.org/</a>

## 4.2 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 ButterFlight :



## 4.3 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.

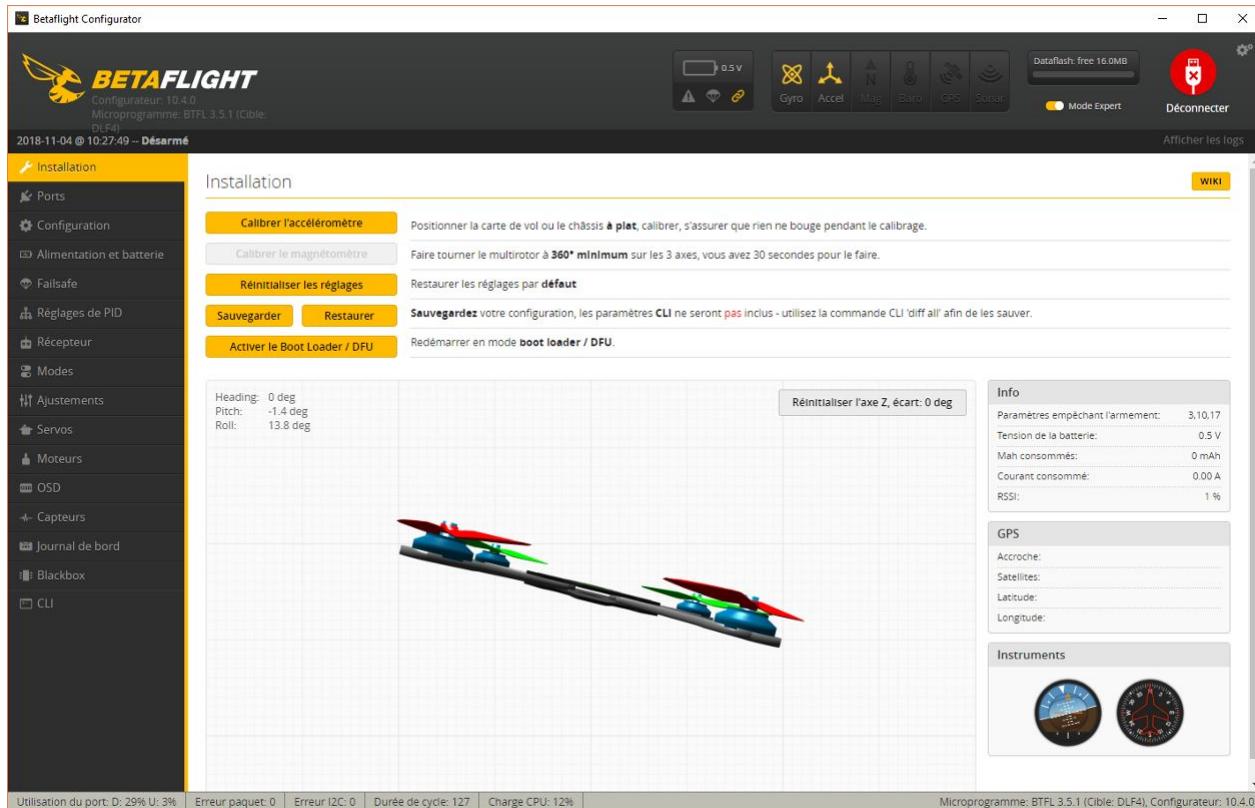
Betaflight se configure par communication série sur USB via des commandes CLI ou via l'interface graphique proposée par [Betaflight Configurator](#).

Celui-ci est constitué d'une quinzaine d'écrans de configuration plus ou moins complexes, si vous débutez, seuls les écrans "Débutant" vous seront utiles.

Installation	DÉBUTANT	Configuration de l'accéléromètre, sauvegarde de la configuration et bascule en mode DFU pour permettre la mise à jour du firmware
Ports	DÉBUTANT	Association de chaque port de la carte de la FC à un usage : Caméra, RX, GPS ....
Configuration	DÉBUTANT	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.  Configuration du Beeper, des fonctionnalités natives à activer comme l'OSD, la télémétrie, les filtres ...
Failsafe	AVANCÉ	Configuration du mode Failsafe à utiliser en cas de difficulté.
Réglages de PID	EXPERT	Réglage des PID permettant d'améliorer l'expérience de pilotage et le contrôle du quadrirotors.
Récepteur	DÉBUTANT	Configuration du récepteur de la radiotélécommande.

Modes	<span style="background-color: #00AEEF; color: white; padding: 2px 5px;">DÉBUTANT</span>	Association des boutons de la radiotélécommande avec des fonctions sur Betaflight (choix du mode de vol, armement, beeper ...)
Ajustements	<span style="background-color: #E63333; color: white; padding: 2px 5px;">EXPERT</span>	Ajustement de la valeur des signaux émis en fonction de certaines conditions.
Servos	<span style="background-color: #E63333; color: white; padding: 2px 5px;">EXPERT</span>	Association de servos à des canaux.
Moteurs	<span style="background-color: #00AEEF; color: white; padding: 2px 5px;">DÉBUTANT</span>	Contrôle et vérification de bon fonctionnement des moteurs.
OSD	<span style="background-color: #FFD700; color: black; padding: 2px 5px;">AVANCÉ</span>	Configuration des informations affichées sur l'écran.
Capteurs	<span style="background-color: #00AEEF; color: white; padding: 2px 5px;">DÉBUTANT</span>	Visualisation des signaux émis par les différents capteurs : gyroscope, accéléromètre ...
Journal de bord	<span style="background-color: #E63333; color: white; padding: 2px 5px;">EXPERT</span>	Configuration des éléments à enregistrer dans le journal de bord
Blackbox	<span style="background-color: #E63333; color: white; padding: 2px 5px;">EXPERT</span>	Configuration des fonctionnalités de création de fichiers pour analyse post-vol
CLI	<span style="background-color: #E63333; color: white; padding: 2px 5px;">EXPERT</span>	Accès à la console CLI permettant de modifier les paramètres avancés de Betaflight

### 4.3.1 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.

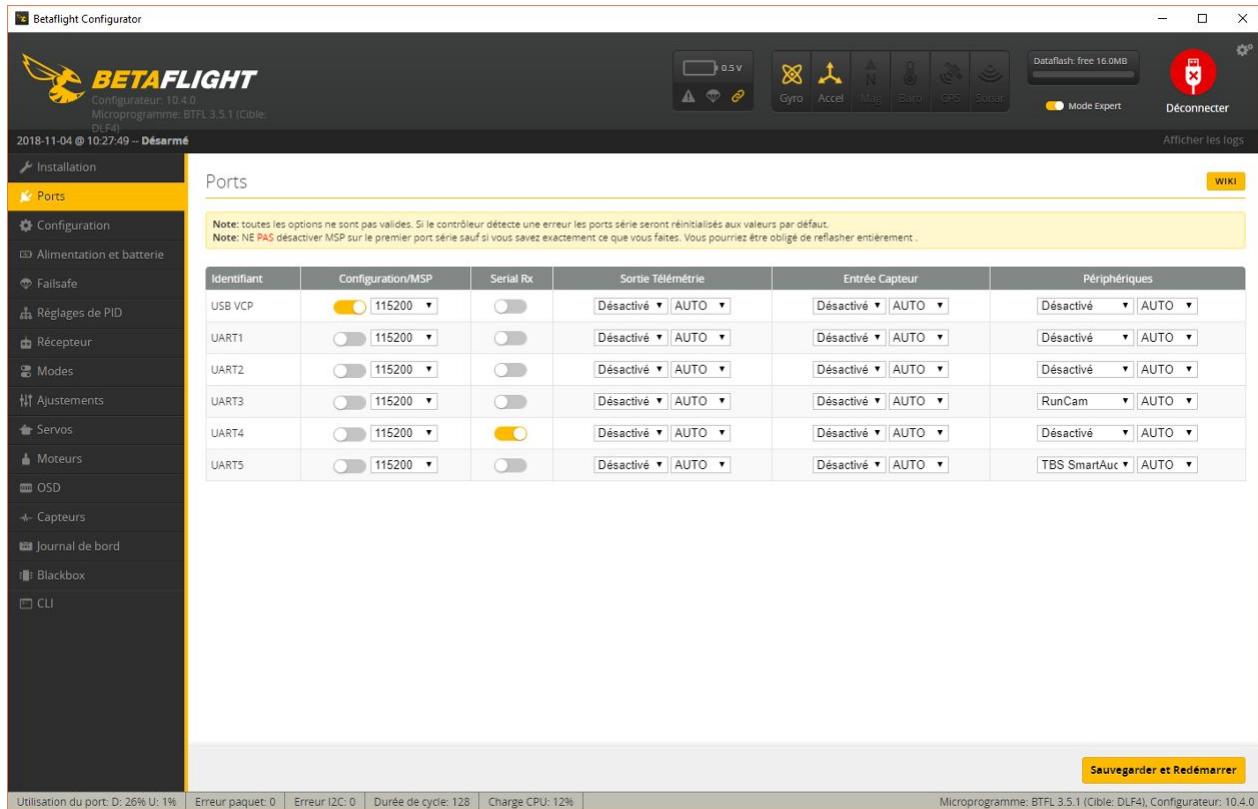
A cette étape, il est inutile de connecter une batterie à votre drone, la majorité des éléments de configuration dans BetaFlight peuvent se faire sans l'usage d'une batterie externe.

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

✓ 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.

- ✓ Si l'activation du mode DFU ne fonctionne pas 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.

### 4.3.2 Betaflight - Ports



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

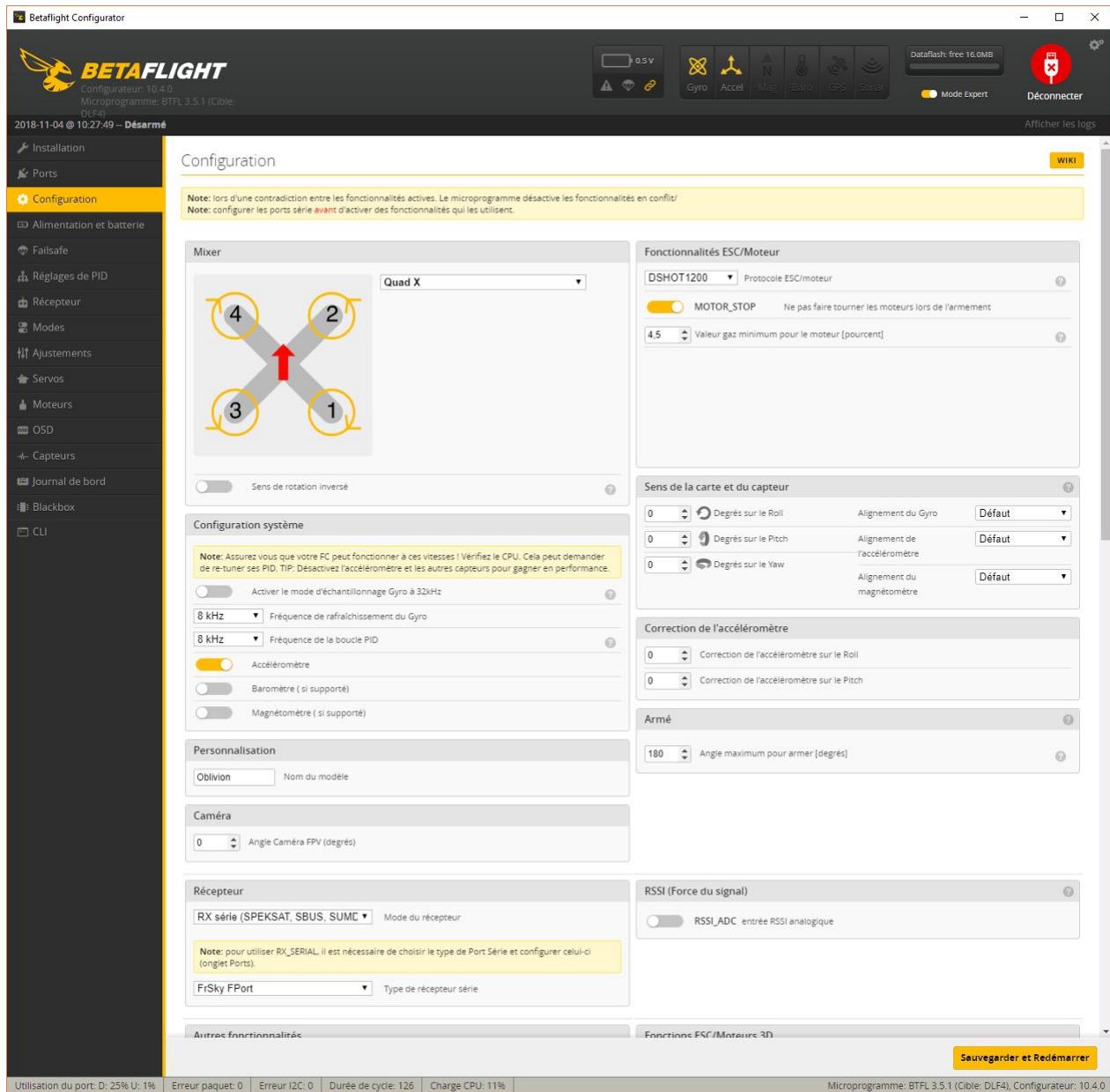
Ces entrées / sorties de votre carte de vol s'appellent UART, en fonction de la carte retenue, le nombre d'UART peut varier.

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

En fonction des différents périphériques connectés à votre carte de vol, vous pourrez 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.

### 4.3.3 Betaflight - Configuration

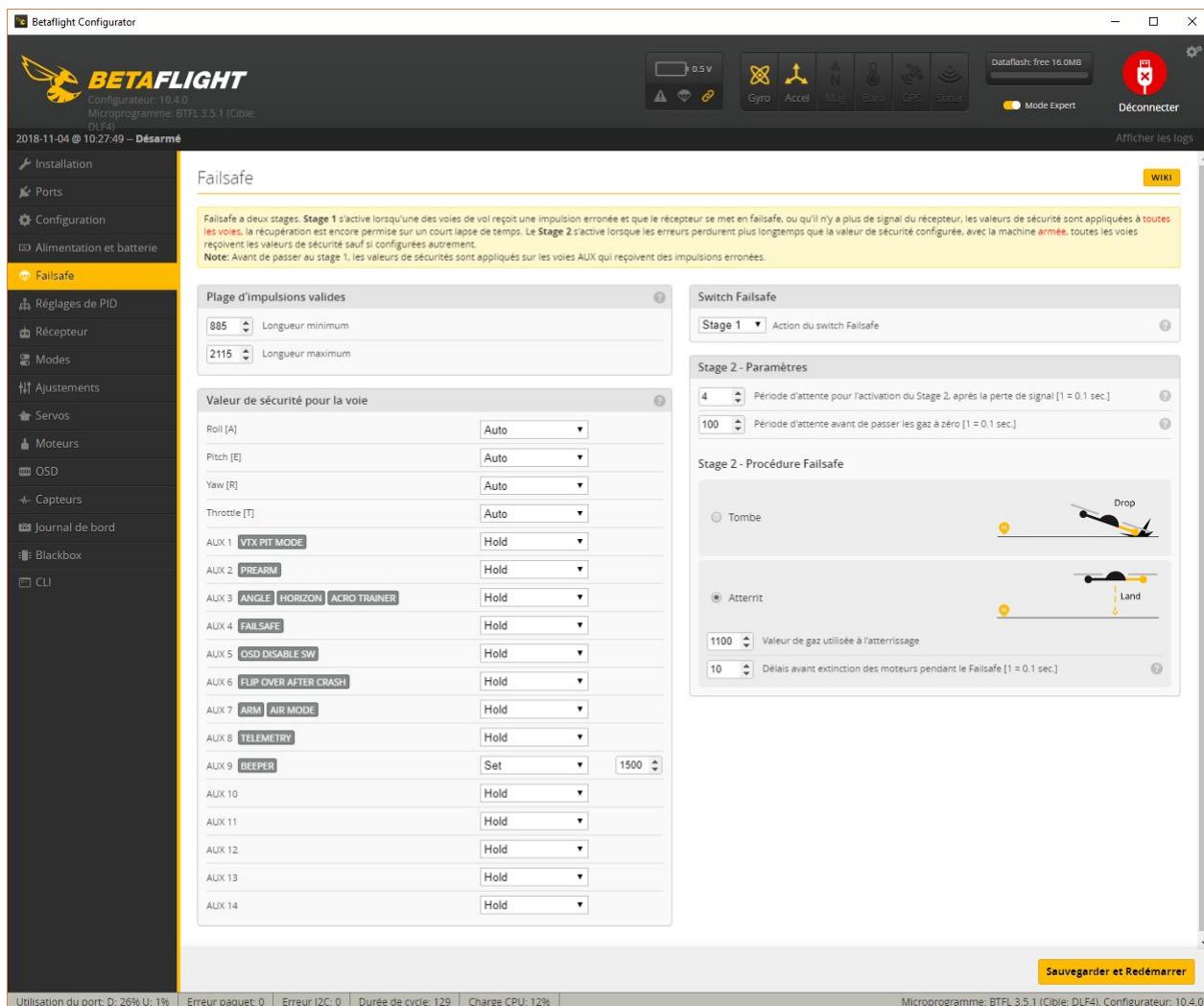


Cette page de configuration dans [Betaflight](#) est très riche, on y retrouve de nombreux éléments comme la configuration des moteurs, du récepteur et l'activation des fonctions embarquées ...

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 1200 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.
- ....

#### 4.3.4 Betaflight - Failsafe

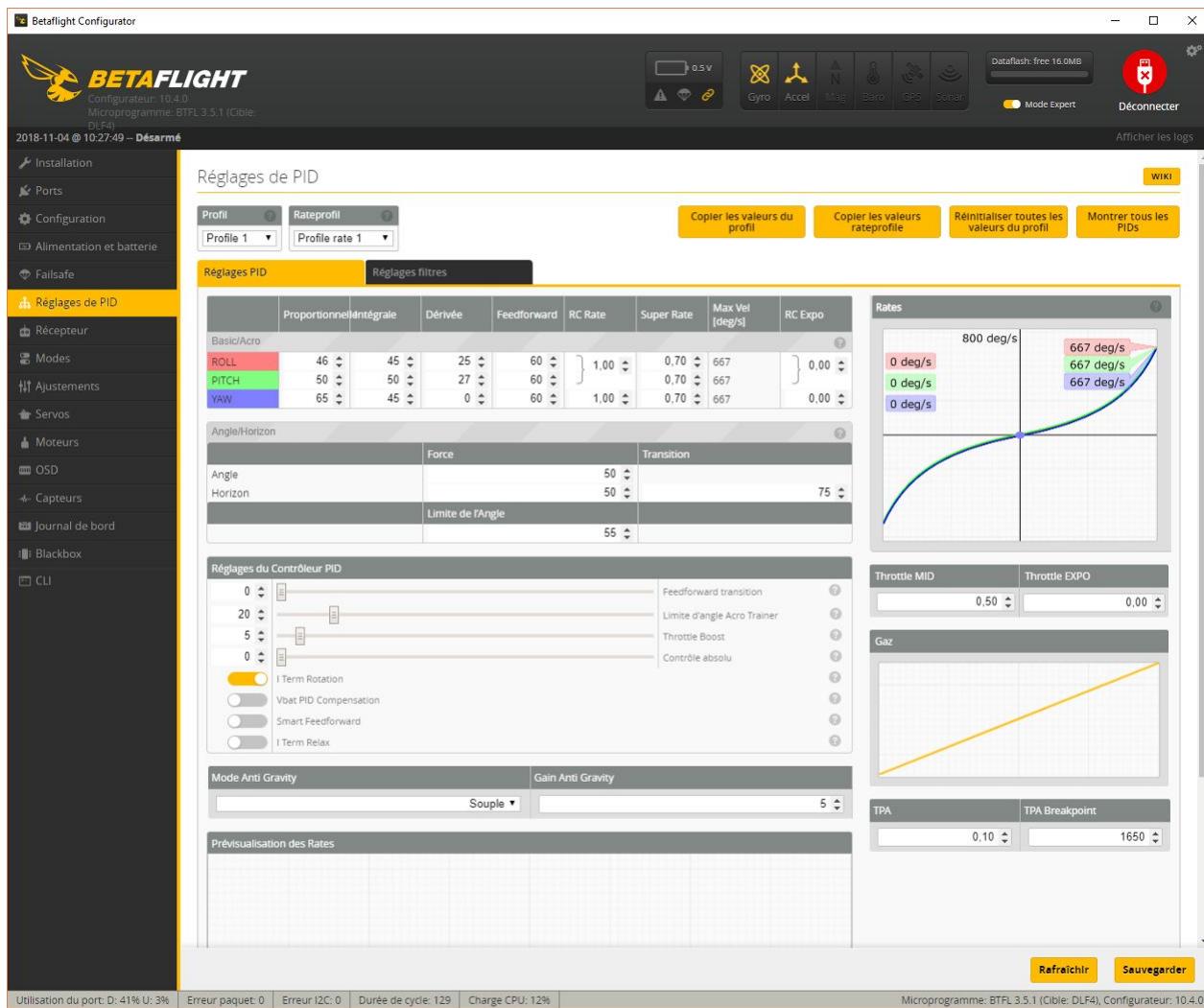


Cette page disponible en mode expert uniquement vous permet de configurer les actions à réaliser quand le mode Failsafe est activé automatiquement ou manuellement.

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.

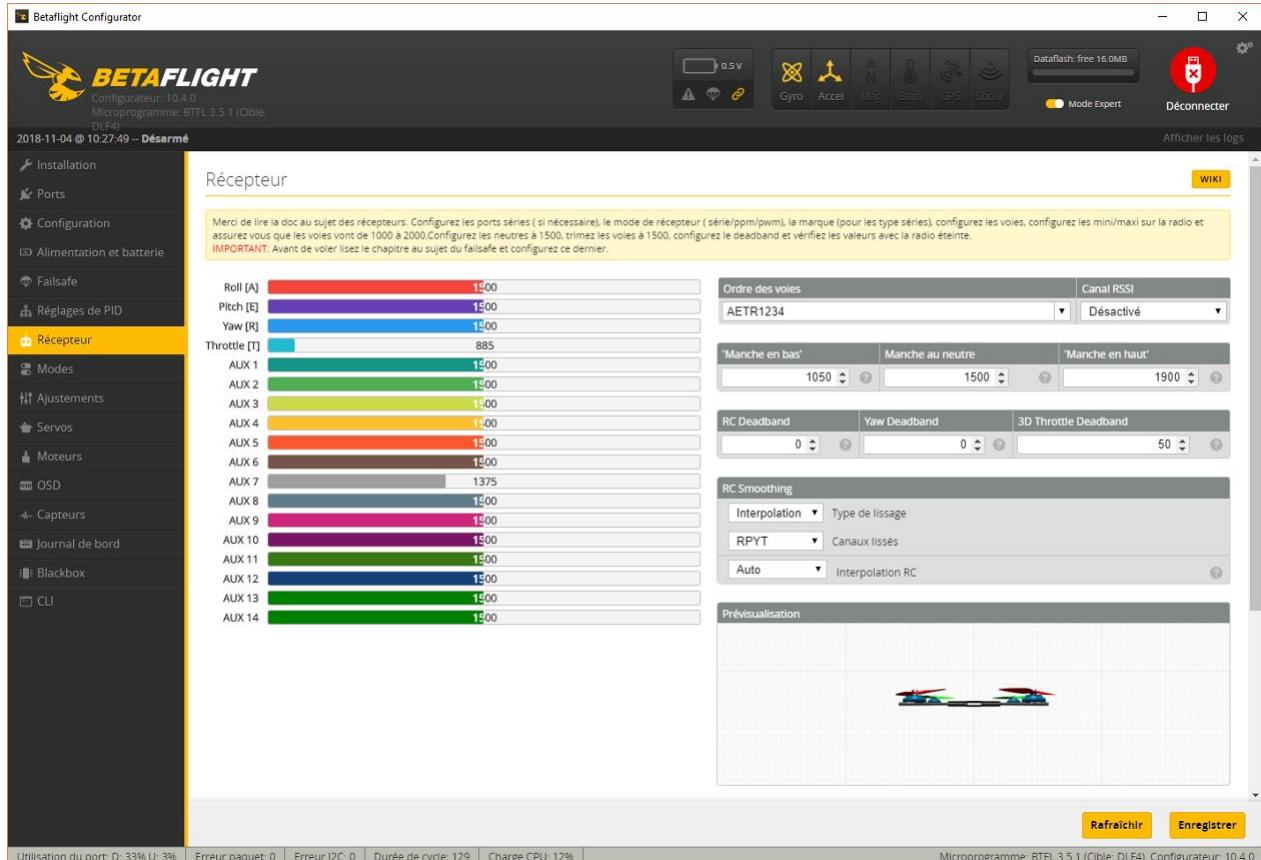
#### 4.3.5 Betaflight - Réglages de PID



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.

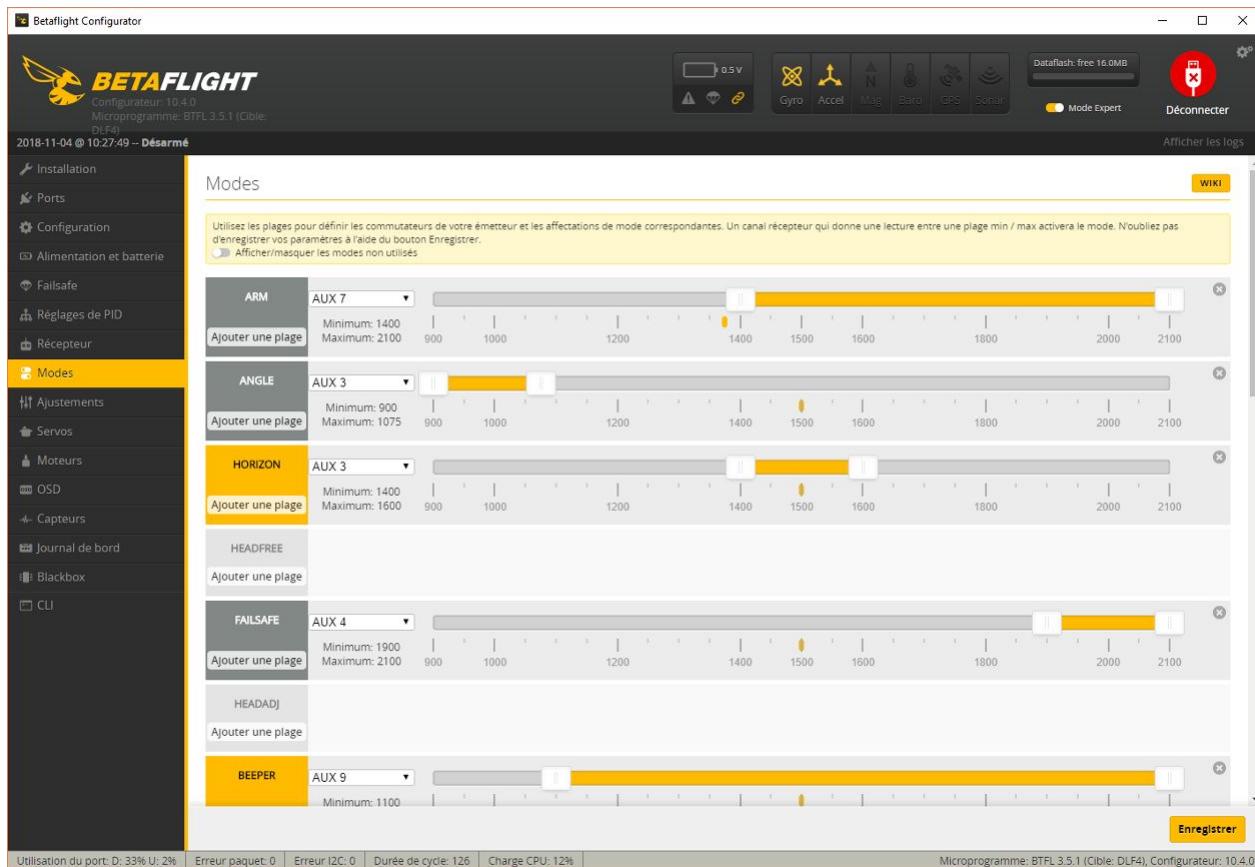
#### 4.3.6 Betaflight - Récepteur



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).

### 4.3.7 Betaflight - Modes



Cette page vous permet d'associer des interrupteurs de votre radiocommande à une action à réaliser sur le drone : changer le mode de vol, armer les moteurs, activer le mode Failsafe ...

Vous devrez 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.

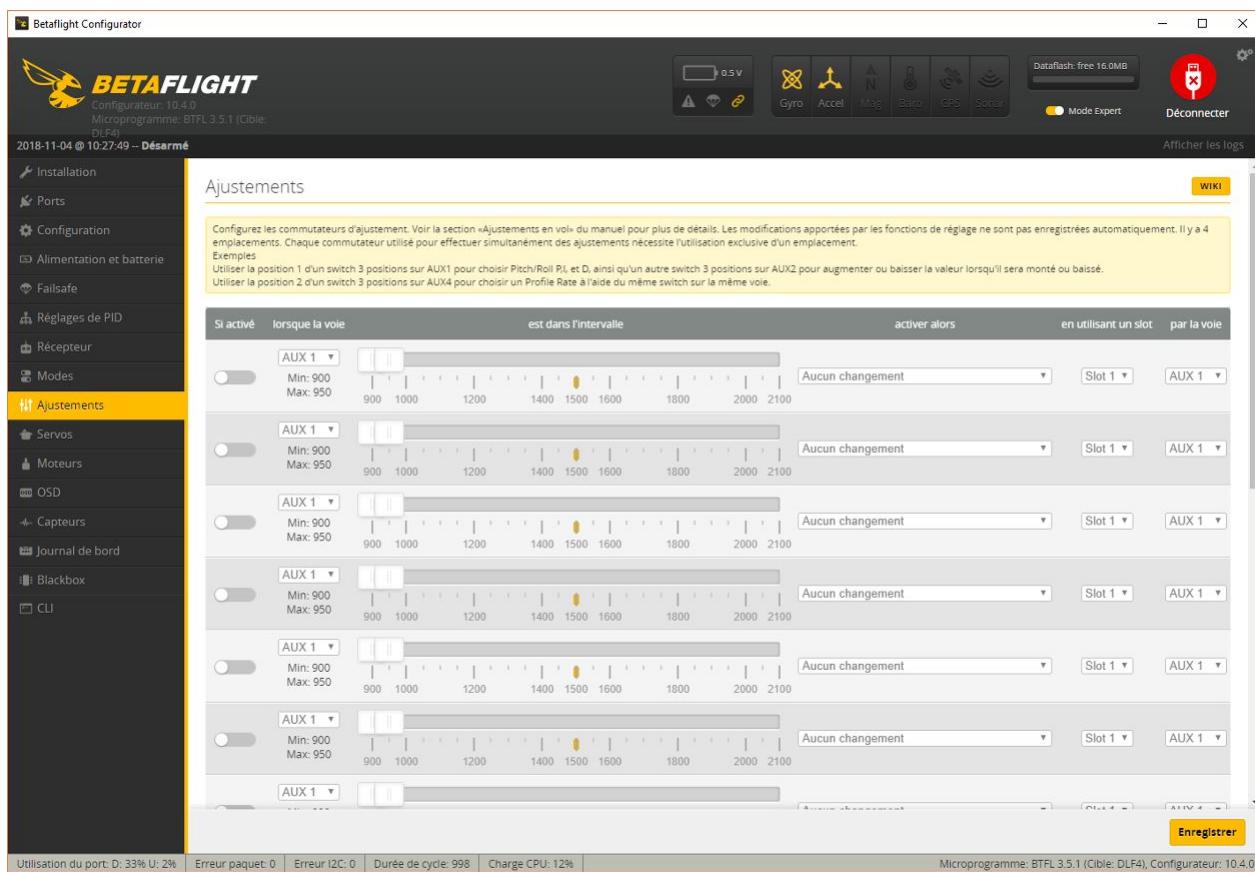
ID	Short Name	Function
0	ARM	Enables motors and flight stabilisation
1	ANGLE	Legacy auto-level flight mode
2	HORIZON	Auto-level flight mode

ID	Short Name	Function
4	ANTI GRAVITY	Prevents dips and rolls on fast throttle changes
5	MAG	Heading lock
6	HEADFREE	Head Free - When enabled yaw has no effect on pitch/roll inputs
7	HEADADJ	Heading Adjust - Sets a new yaw origin for HEADFREE mode
8	CAMSTAB	Camera Stabilisation
12	PASSTHRU	Pass roll, yaw, and pitch directly from rx to servos in airplane mix
13	BEEPERON	Enable beeping - useful for locating a crashed aircraft
15	LEDLOW	Switch off LED_STRIP output
17	CALIB	Start in-flight calibration
19	OSD	Enable/Disable On-Screen-Display (OSD)
20	TELEMETRY	Enable telemetry via switch
23	SERVO1	Servo 1
24	SERVO2	Servo 2
25	SERVO3	Servo 3
26	BLACKBOX	Enable BlackBox logging
27	FAILSAFE	Enter failsafe stage 2 manually
28	AIRMODE	Alternative mixer and additional PID logic for more stable copter
29	3D	Enable 3D mode

ID	Short Name	Function
30	FPV ANGLE MIX	Apply yaw rotation relative to a FPV camera mounted at a preset angle
31	BLACKBOX ERASE	Erase the contents of the onboard flash log chip (takes > 30 s)
32	CAMERA CONTROL 1	Control function 1 of the onboard camera (if supported)
33	CAMERA CONTROL 2	Control function 2 of the onboard camera (if supported)
34	CAMERA CONTROL 3	Control function 3 of the onboard camera (if supported)
35	FLIP OVER AFTER CRASH	Reverse the motors to flip over an upside down craft after a crash (DShot required)
36	BOXPREARM	When arming, wait for this switch to be activated before actually arming
37	BEEP GPS SATELLITE COUNT	Use a number of beeps to indicate the number of GPS satellites found
39	VTX PIT MODE	Switch the VTX into pit mode (low output power, if supported)
40	USER1	User defined switch 1. Intended to be used to control an arbitrary output with PINIO
41	USER2	User defined switch 2. Intended to be used to control an arbitrary output with PINIO
42	USER3	User defined switch 3. Intended to be used to control an arbitrary output with PINIO
43	USER4	User defined switch 4. Intended to be used to control an arbitrary output with PINIO
44	PID AUDIO	Enable output of PID controller state as audio

ID	Short Name	Function
45	PARALYZE	Permanently disable a crashed craft until it is power cycled
46	GPS RESCUE	Enable 'GPS Rescue' to return the craft to the location where it was last armed
47	ACRO TRAINER	Enable 'acro trainer' angle limiting in acro mode

### 4.3.8 Betaflight - Ajustements



### 4.3.9 Betaflight - Servos

Betaflight Configurator 10.4.0  
Microprogramme: BTFL 3.5.1 (Cible: DLF4)  
2018-11-04 @ 10:27:49 – Désarmé

[WIKI](#)

[Installation](#) [Ports](#) [Configuration](#) [Alimentation et batterie](#) [Failsafe](#) [Réglages de PID](#) [Récepteur](#) [Modes](#) [Ajustements](#) **Servos** [Moteurs](#) [OSD](#) [Capteurs](#) [Journal de bord](#) [Blackbox](#) [CLI](#)

Servos

Changer la direction dans la télécommande afin de correspondre

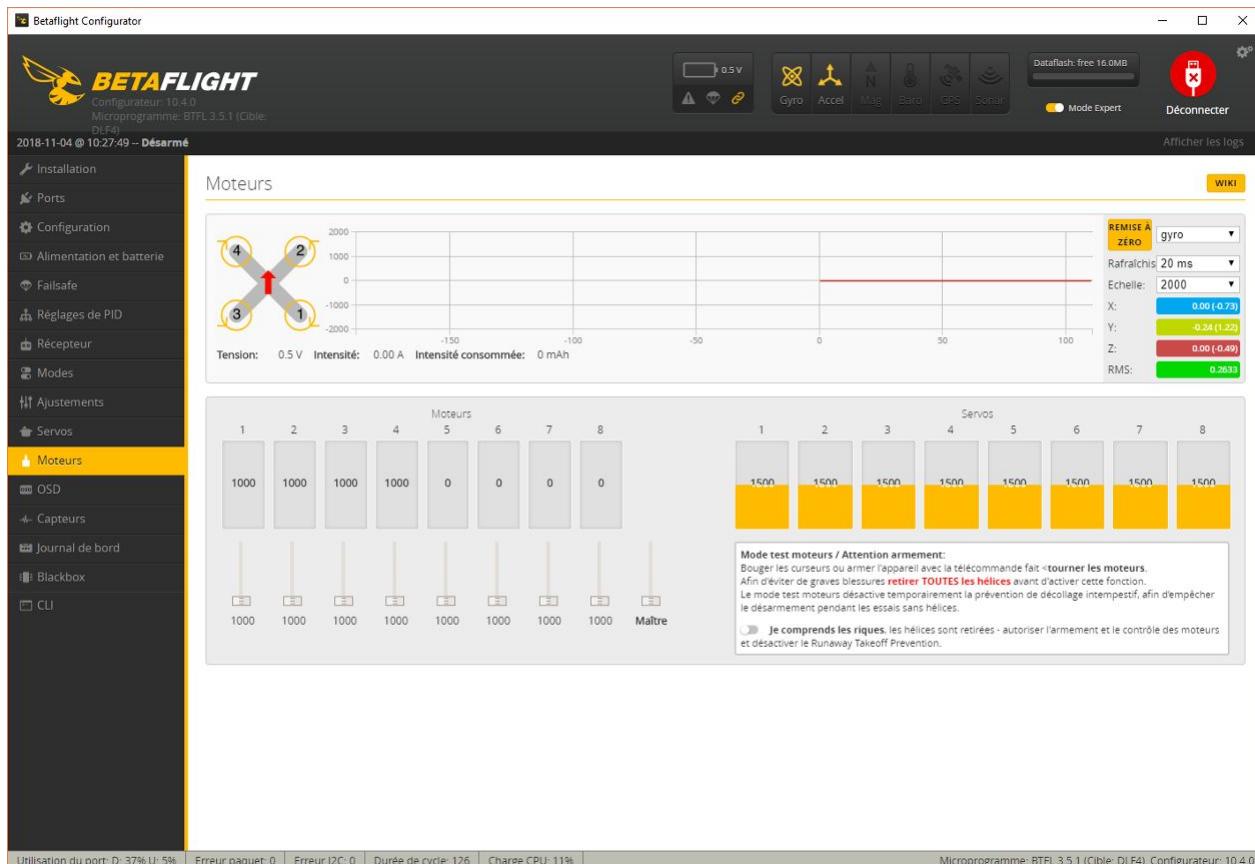
Nom	MID	MIN	MAX	CH1	CH2	CH3	CH4	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	Direction et rate
Servo 0	1500	1000	2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Rate: 100%	
Servo 1	1500	1000	2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Rate: 100%	
Servo 2	1500	1000	2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Rate: 100%
Servo 3	1500	1000	2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Rate: 100%
Servo 4	1500	1000	2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Servo 5	1500	1000	2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Servo 6	1500	1000	2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Servo 7	1500	1000	2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Activer le mode direct

**Sauvegarder**

Utilisation du port: D: 26% U: 1% | Erreur paquet: 0 | Erreur I2C: 0 | Durée de cycle: 128 | Charge CPU: 12% | Microprogramme: BTFL 3.5.1 (Cible: DLF4), Configurateur: 10.4.0

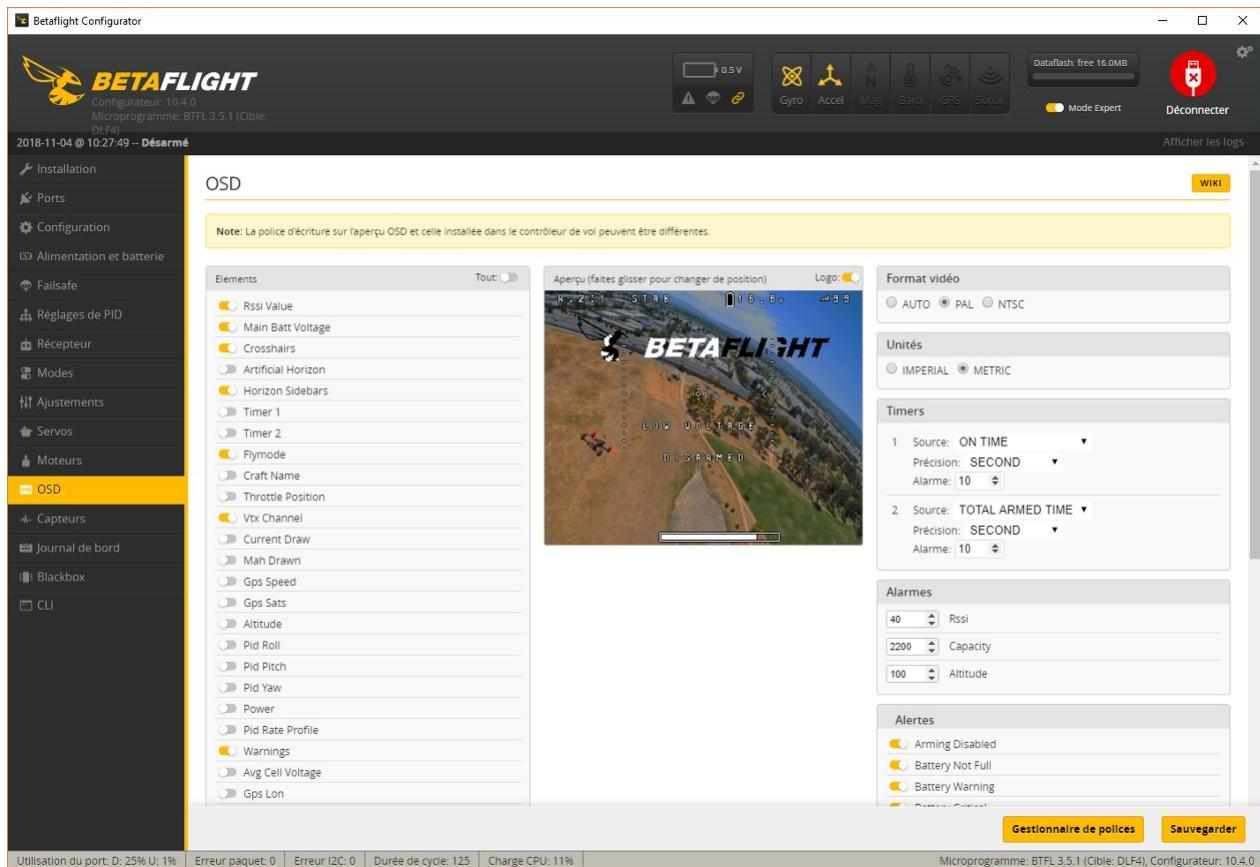
### 4.3.10 Betaflight - Moteurs



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.

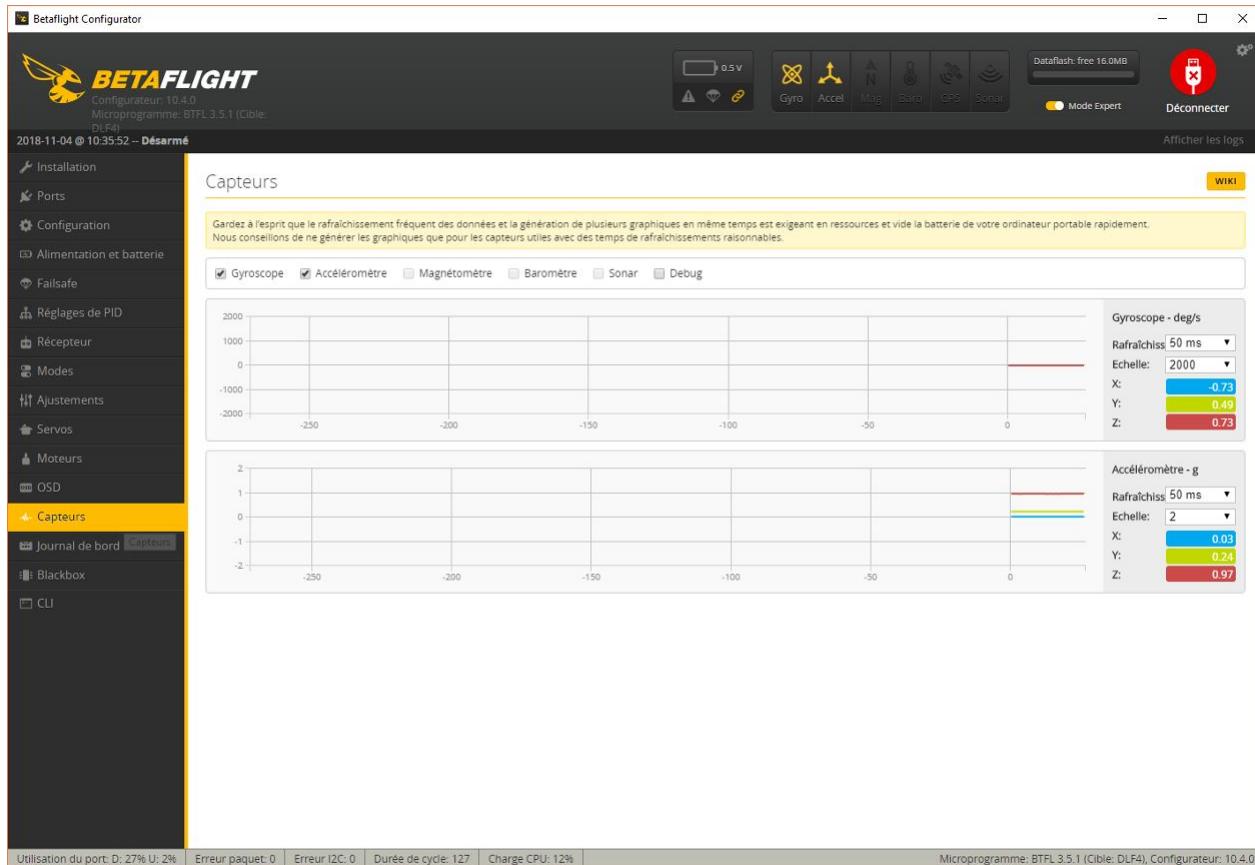
### 4.3.11 Betaflight - OSD



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.

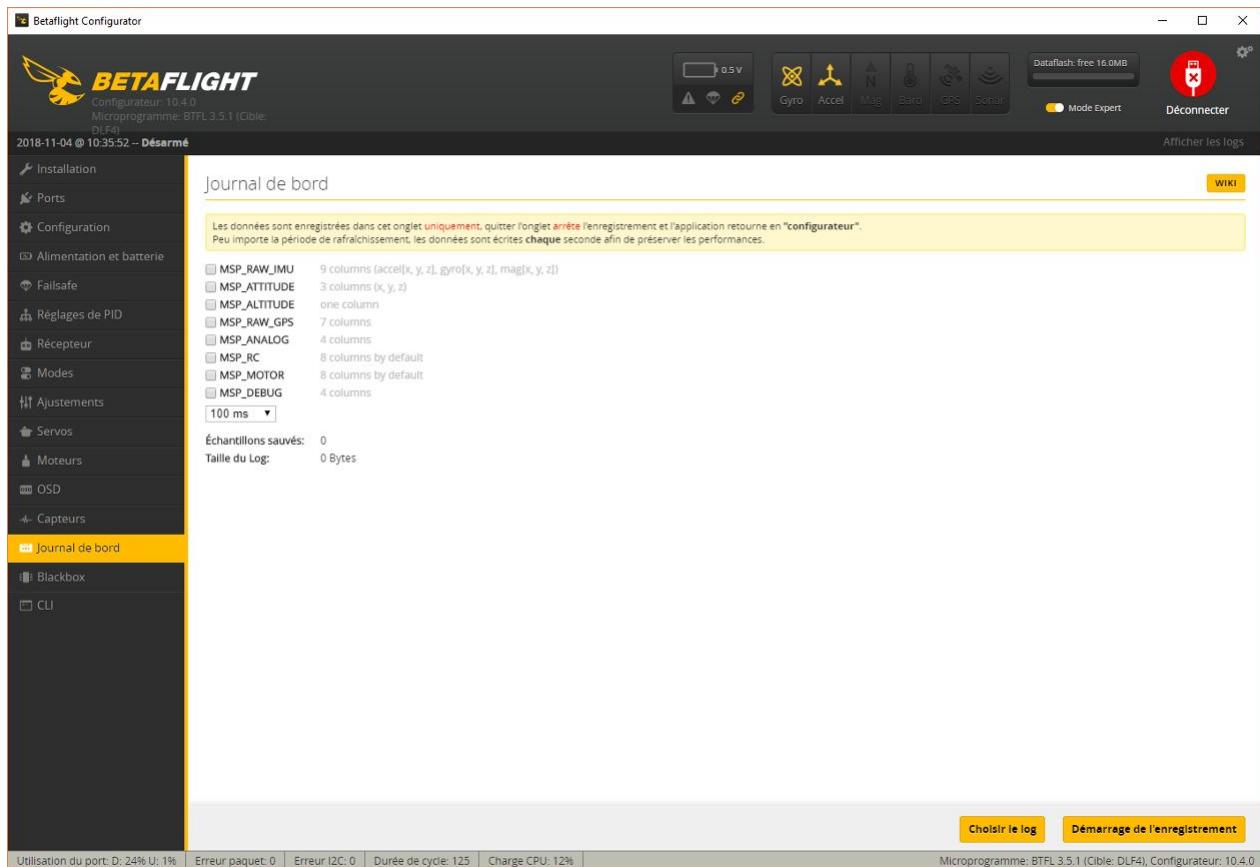
### 4.3.12 Betaflight - Capteurs



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

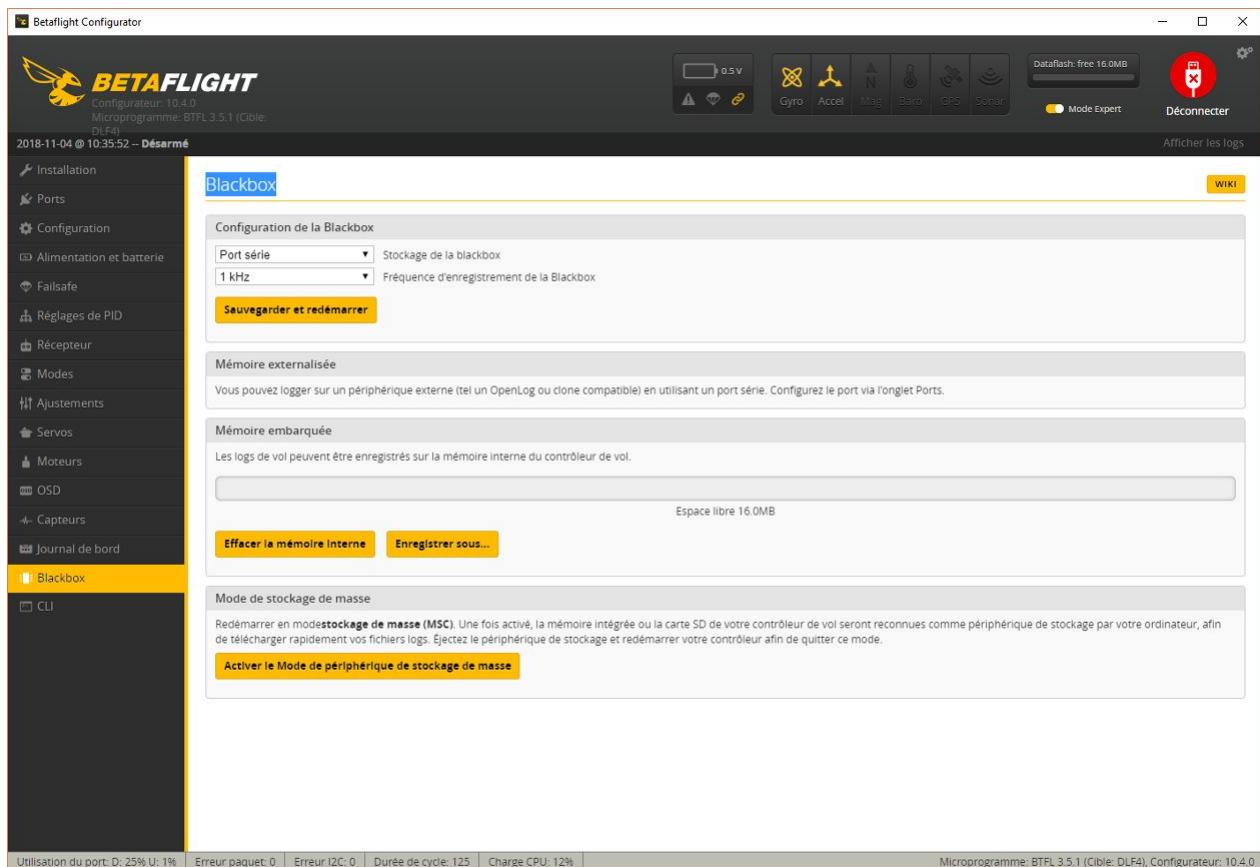
Elle est utile pour permettre d'identifier rapidement un dysfonctionnement matériel.

### 4.3.13 Betaflight - Journal de bord





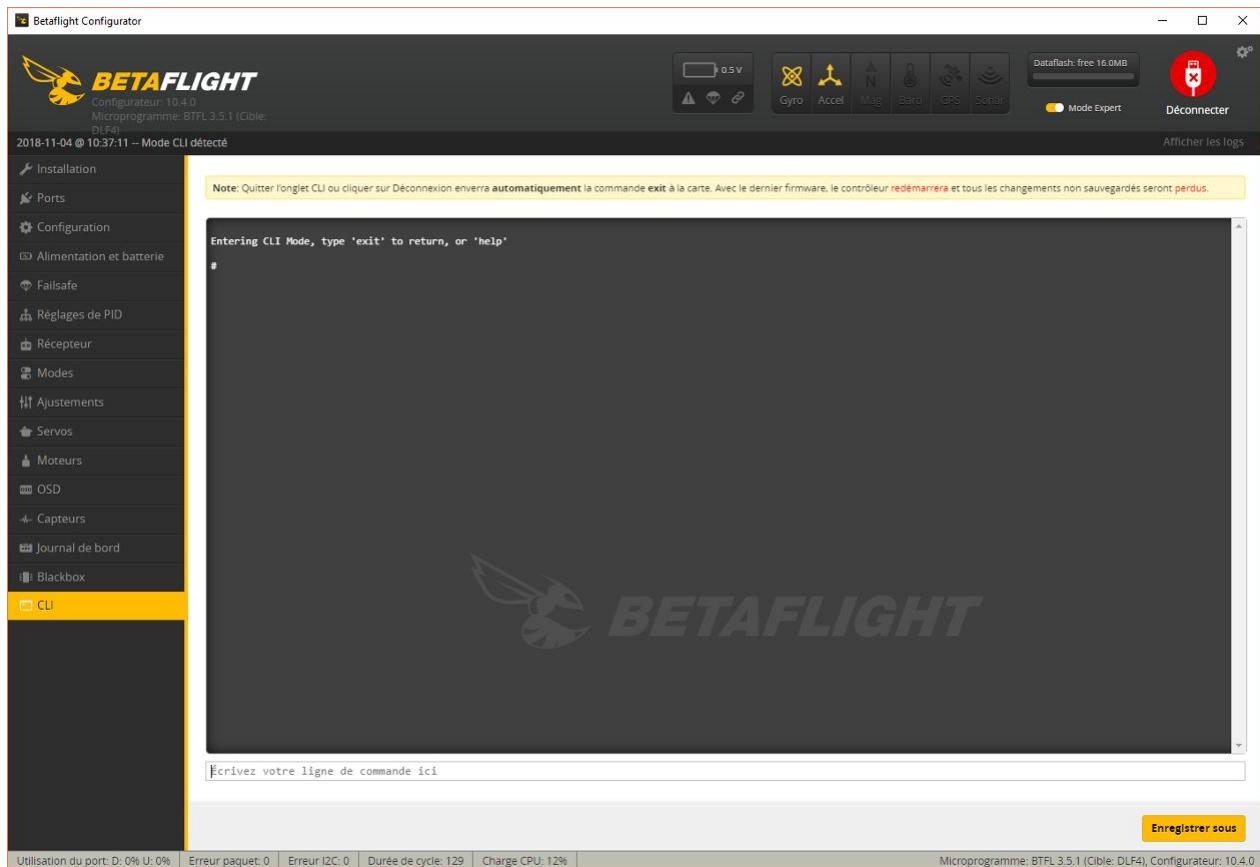
#### 4.3.14 Betaflight - Blackbox



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.

### 4.3.15 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](#).

## 4.4 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.*

Celui-ci est téléchargeable depuis : <http://butterflight.co/>

## 4.5 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/>

## 4.6 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 ...

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

## 4.7 KISS

## 4.8 LibrePilot

## 4.9 Raceflight

### 4.9.1 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>

## 5 . 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

## 5.1 Simulateurs FPV

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

Logiciel	Description	Multiplayer	Coût	URL
<b>EreaDrone</b>	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€	<a href="http://www.ereadrone.com/">http://www.ereadrone.com/</a>
<b>Liftoff</b>	Le logiciel de référence disponible sur Steam et sponsorisé par Rotor Riot / Fatshark	OUI	19,99€	<a href="http://www.liftoff-game.com/">http://www.liftoff-game.com/</a>
<b>FPV Freerider</b>	Un logiciel de simulation de racing avec un générateur de carte embarqué.	NON	\$4.99 USD	<a href="https://fpv-freerider.itch.io/">https://fpv-freerider.itch.io/</a>
<b>DRL FPV Simulator</b>	Le logiciel de course utilisé pour la sélection des meilleurs pilotes au DRL (émission TV)	OUI	19,99€	<a href="https://thedroneracingleague.com/simulator/">https://thedroneracingleague.com/simulator/</a>
<b>FPV Event</b>			£48.00	<a href="http://www.dronesimulation.co.uk/pilot.html">http://www.dronesimulation.co.uk/pilot.html</a>

<b>FPV Air Tracks</b>			Gratuit	<a href="https://store.steampowered.com/app/461680/FPV_Air_Tracks/">https://store.steampowered.com/app/461680/FPV_Air_Tracks/</a>
<b>Velocidrone</b>	Le logiciel sponsorisé par la Team Black Sheep.		£15.99	<a href="http://www.velocidrone.com/">http://www.velocidrone.com/</a>
<b>Real Drone simulator</b>	Probablement le meilleur simulateur gratuit sur le marché.	OUI	Gratuit	<a href="http://www.realdronesimulator.com/downloads">http://www.realdronesimulator.com/downloads</a>

## 5.2 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	GNU General Public License v3.0	<a href="https://github.com/betaflight/blackbox-log-viewer">https://github.com/ betaflight/blackbox-log- viewer</a>

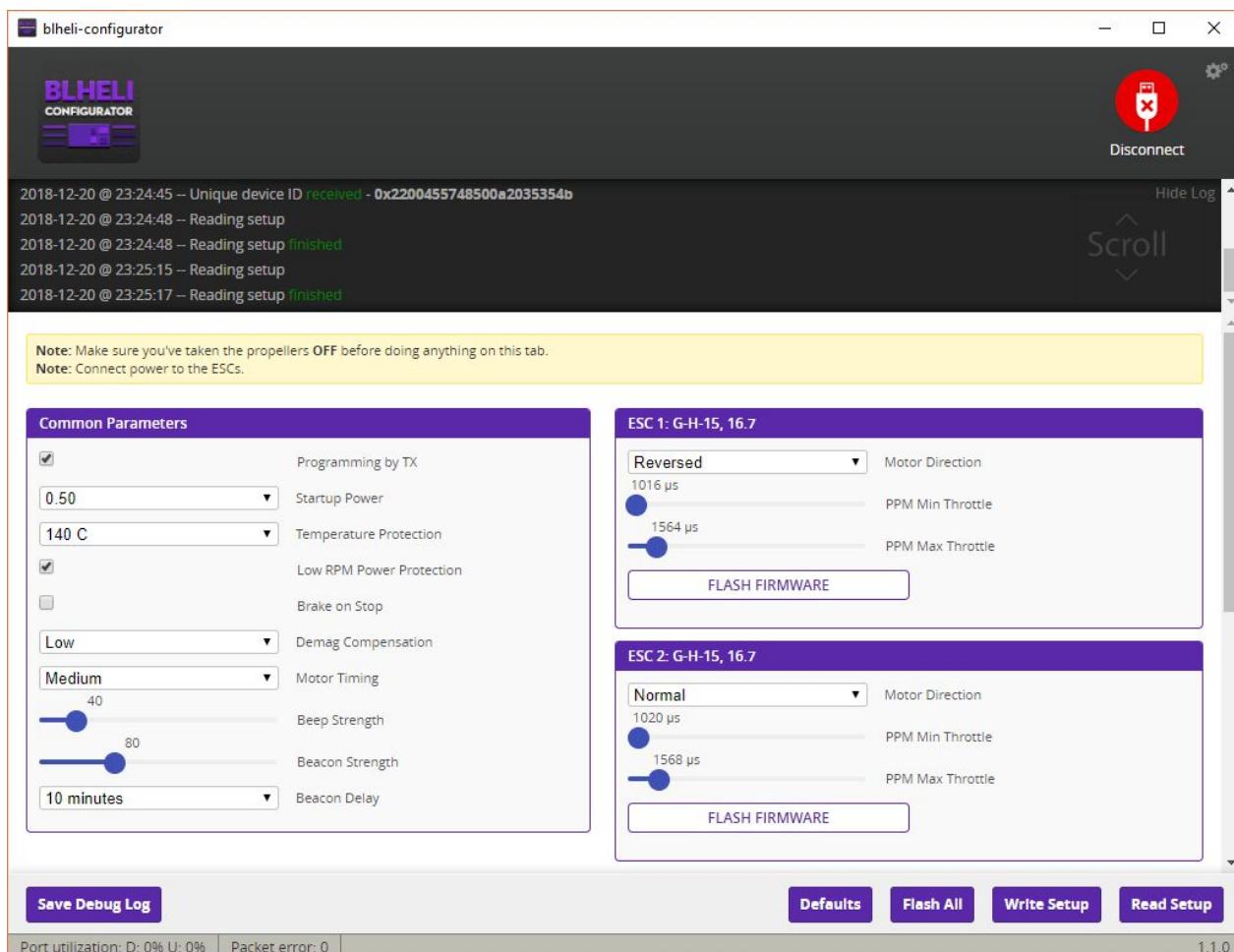
### 5.2.1 Betaflight Blackbox Explorer

## 5.3 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	GNU General Public License v3.0	<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	GNU General Public License v3.0	<a href="https://github.com/blheli-configurator/blheli-configurator">https://github.com/blheli-configurator/blheli-configurator</a>

### 5.3.1 BLHeli Configurator



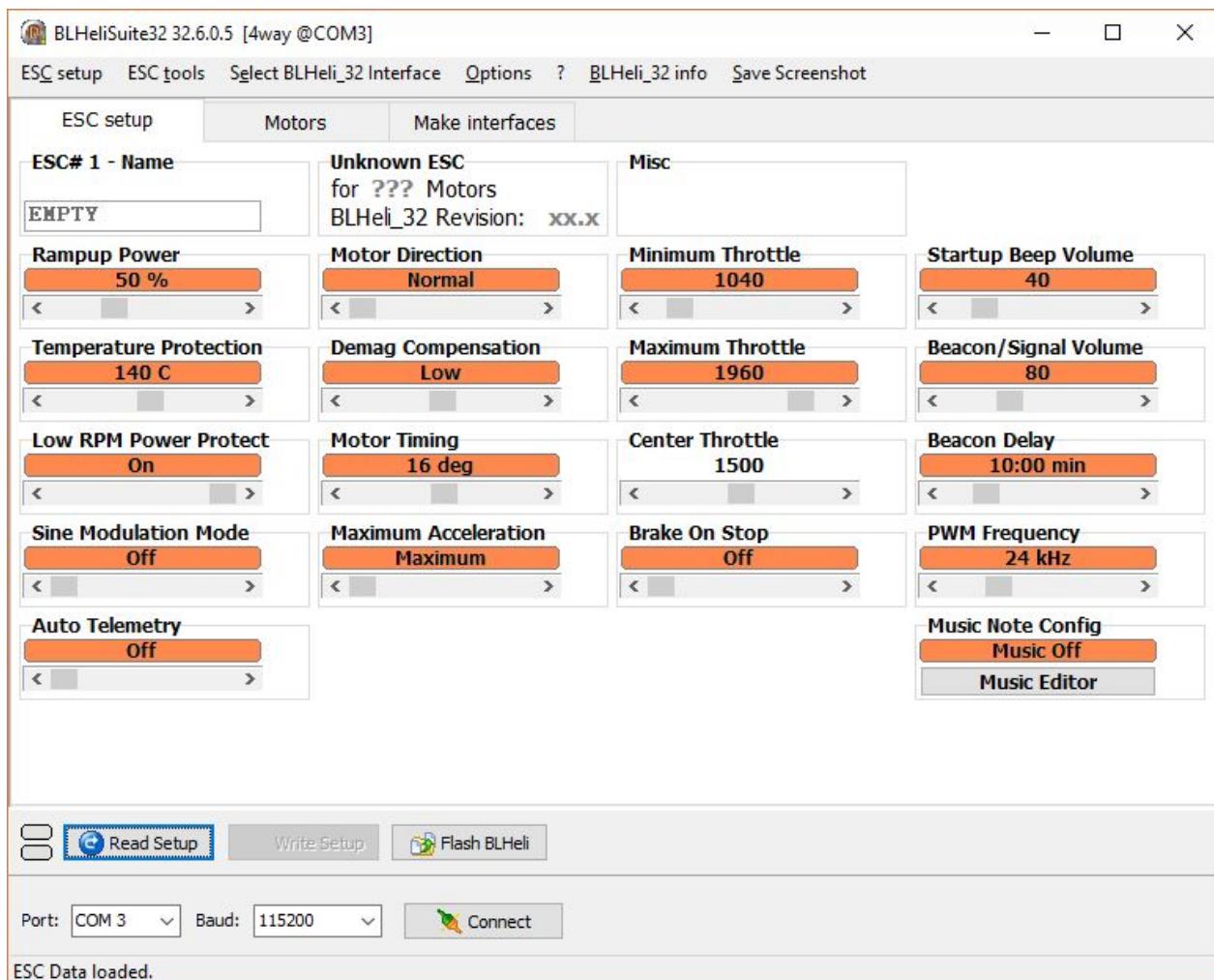
Le logiciel **BLHeli Configurator** ressemble très fortement à l'interface de configuration du logiciel de configuration de **Betaflight**.

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.

### 5.3.2 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 pouvoir décoller.

[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>

## 6. PRATIQUE

---

On distingue 3 types de pilotes de drones :

- 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.
- Les pilotes de Racing qui recherchent les meilleures performances sur des courses.
- Les pilotes photo / vidéo qui utilisent leur drone à des fins multimédia.

## 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, 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
<b>Cornering</b>	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=9JVaSbOXz_4">https://www.youtube.com/watch?v=9JVaSbOXz_4</a></p>	
<b>Dives</b>	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p><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](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=PLXKJ80B  
TT1lb\\_kGy8HlkMx2hVgZA-  
VbKP](https://www.youtube.com/watch?v=45g-0sVhD-c&index=2&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HlkMx2hVgZA-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=WOHoIrl9Ixg](https://www.youtube.com/watch?v=WOHoIrl9Ixg)

**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\\_kGy  
8HIkMx2hVgZA-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\\_kGy  
8HIkMx2hVgZA-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\\_kGy  
8HIkMx2hVgZA-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](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](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=PLXK  
J80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hV  
gZA-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=ugh08IMIgUU&list=PLXKJ80BTT1lb\\_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP](https://www.youtube.com/watch?v=ugh08IMIgUU&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

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

Pour cela, l'utilisation d'un VTX avec une puissance d'émission importante est indispensable, tout comme l'utilisation d'un récepteur / émetteur sur une fréquence plus basse et moins directive que le 2.4Ghz.

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

## 6.3 FPV Racing

Le FPV racing consiste à réaliser des courses de vitesse avec drone. 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

Il existe différentes types de courses :

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

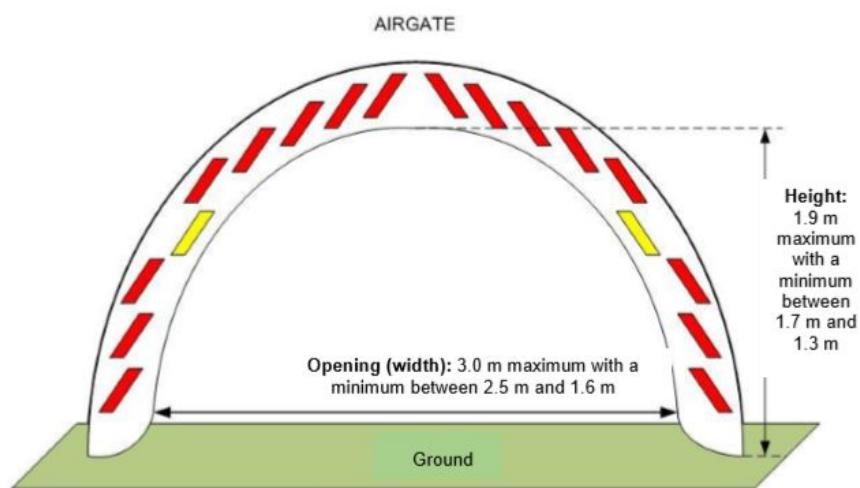
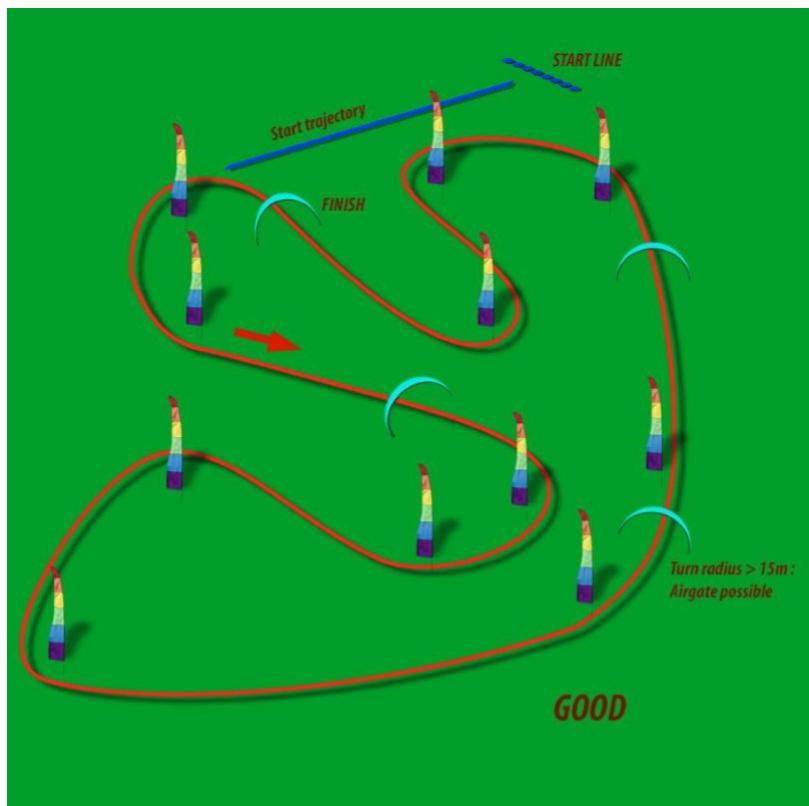
### 6.3.2 Structure d'un circuit

Un circuit de course doit être réalisé sur un terrain d'une taille similaire à un terrain de football de 180x100m.

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

Il doit comporter :

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

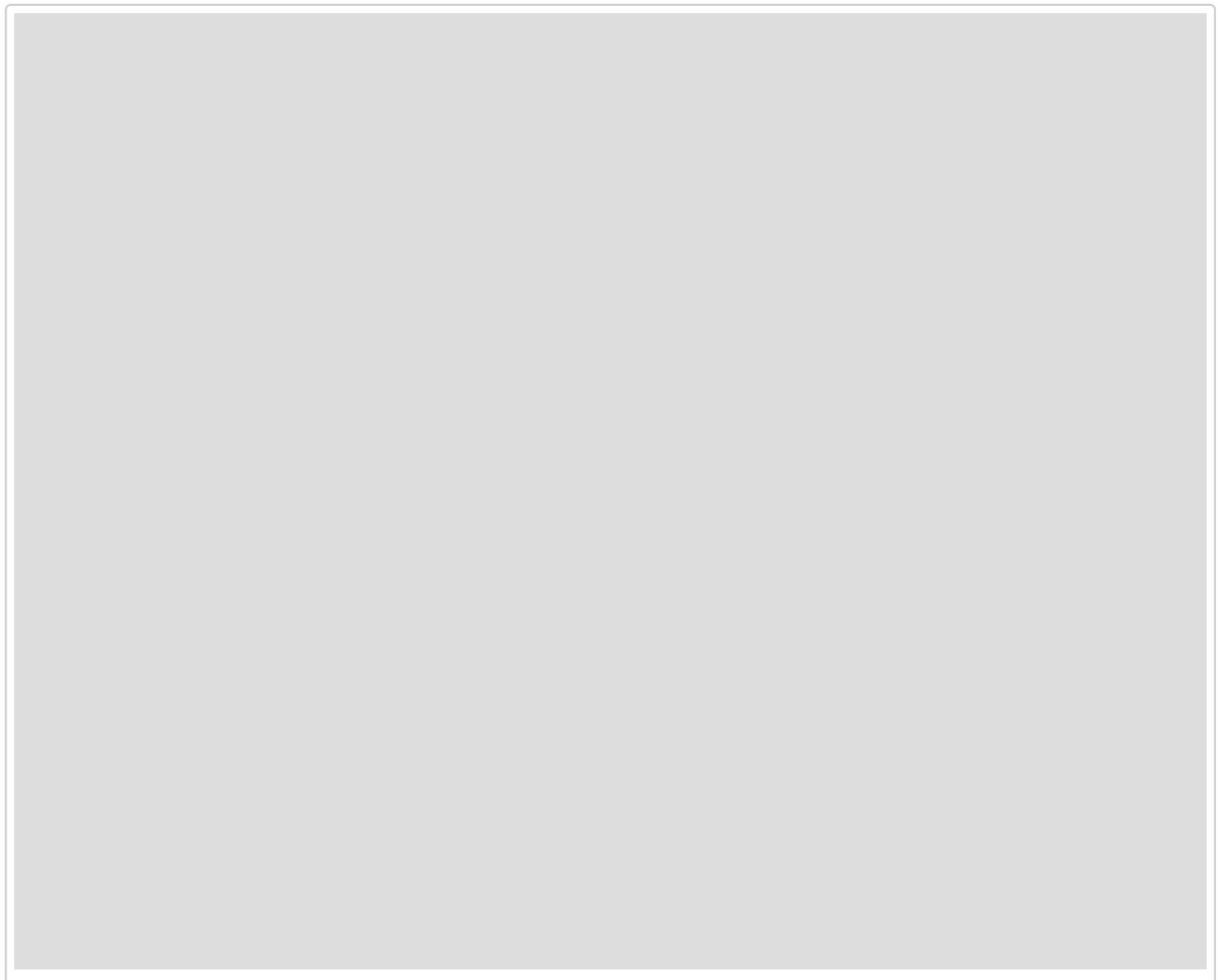


### 6.3.3 Les pilotes

Les pilotes doivent apporter 3 drones avec un failsafe correctement configuré.

### 6.3.4 Règlement

Un règlement international définissant les règles à respecter lors d'une course de FPV existe. Le respect de ce règlement permet d'organiser des championnats.



### 6.3.5 Classement

Le site [RotorMatch](#) contient le classement des meilleurs pilotes participants à des courses en France.

## 7. ANNUAIRES

---

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

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

## 7.1 Associations FPV



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

N'hésitez pas à compléter cet annuaire avec les associations que vous connaissez et n'hésitez pas à prendre contact avec elles.

Département	Ville	Nom	Site Internet	Description
01				
02				
03				
04				
05				
06	Nice	FEDERATION FRANCAISE DE DRONE RACING	<a href="https://www.facebook.com/FederationFrancaiseDroneRacing/">https://www.facebook.com/ FederationFrancaiseDroneRacing/</a>	
07				
08				
09				



<b>10</b>				
<b>11</b>				
<b>12</b>				
<b>13</b>				
<b>14</b>				
<b>15</b>				
<b>16</b>				
<b>17</b>				
<b>18</b>				
<b>19</b>				
<b>20</b>				
<b>21</b>				
<b>22</b>				

<b>23</b>				
<b>24</b>	Péri gueu x	Perigor Air Model (P.A.M.)	?	
<b>25</b>				
<b>26</b>				
<b>27</b>				
<b>28</b>				
<b>29</b>				
<b>30</b>				
<b>31</b>				
<b>32</b>				
<b>33</b>				
<b>34</b>				

<b>35</b>				
<b>36</b>				
<b>37</b>				
<b>38</b>				
<b>39</b>				
<b>40</b>				
<b>41</b>				
<b>42</b>				
<b>43</b>				
<b>44</b>	Nantes	LiveYourDron e	<a href="https://florianrequile.wixsite.com/actudrone">https://florianrequile.wixsite.com/actudrone</a>	<p>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.</p> <p>L'association utilise un terrain avec une autorisation de vol à 30m donnée par la DGAC.</p>
<b>45</b>				

46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53	Laval	Drone FPV 53	<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.  <a href="mailto:dronesfpv53@gmail.com">dronesfpv53@gmail.com</a>
54				
55				
56				
57				

<b>58</b>				
<b>59</b>	Lille	FPV Lille	<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>
<b>60</b>	<b>Saint e- Geneviève</b>	FPV RACING DRONE DU THELLE	<a href="https://www.facebook.com/Frdt60/">https://www.facebook.com/Frdt60/</a>	
<b>61</b>				
<b>62</b>				
<b>63</b>				
<b>64</b>				

65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74	Aren thon	Drone Bar Team	<a href="https://www.rotormatch.com/teams/32-drone-bar-team">https://www.rotormatch.com/ teams/32-drone-bar-team</a>	
75				
76				
77				



78			
79			
80			
81			
82			
83	Éven os	Azur Drone Racing	<a href="https://www.facebook.com/teamadr83/">https://www.facebook.com/ teamadr83/</a>
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			



91				
92				
93				
94				
95	Taverney	ROTORCLUB	<a href="https://www.rotormatch.com/teams/158-rotorclub">https://www.rotormatch.com/ teams/158-rotorclub</a>	
96				
97	Saint-Paul	FPV 974	<a href="https://www.facebook.com/groups/fpv974/">https://www.facebook.com/ groups/fpv974/</a>	
97	Tampon	Adronaline FPV 974	<a href="https://www.facebook.com/Adronalinefpv974/">https://www.facebook.com/ Adronalinefpv974/</a>	
98				
99				

## 7.2 Chaines Youtube



Voici une synthèse des meilleures chaînes Youtube dédiées au FPV.

### 7.2.1 Chaînes Francophones

Nom	URL	Description
<b>Air Flex</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCloJHRhtGN6Qh8CTZmKD0tg">https://www.youtube.com/channel/UCloJHRhtGN6Qh8CTZmKD0tg</a>	La chaîne d'un jeune passionné de FPV qui partage ses trucs et astuces sur sa chaîne Youtube.
<b>We Are FPV</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UC2IkBiENjzAX756-Zwl4kiQ">https://www.youtube.com/channel/UC2IkBiENjzAX756-Zwl4kiQ</a>	Le chaîne Youtube du site We Are FPV.
<b>Pablo Sotes</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCfgXQ1FPy8_9vED0imTv-EA">https://www.youtube.com/channel/UCfgXQ1FPy8_9vED0imTv-EA</a>	Le chaîne de Pablo Sotes, une figure reconnue dans le FPV français.
<b>Culture FPV</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UC8EZHCHO0cHkTERtUDb1nkg">https://www.youtube.com/channel/UC8EZHCHO0cHkTERtUDb1nkg</a>	La chaîne Youtube du site Culture FPV.

<b>Grégory Moroy</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCl5Z8vp2wE1YutUjdn7RmRQ">https://www.youtube.com/channel/UCl5Z8vp2wE1YutUjdn7RmRQ</a>	Un passionné de FPV qui publie énormément de tutoriels vidéos intéressants.
<b>VAL &amp; HOT</b>	<a href="https://www.youtube.com/c/valandhot">https://www.youtube.com/c/valandhot</a>	La chaîne de VAL et HOT, deux passionnés de FPV publient vols tests et tutoriels.
<b>Dom FPV</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCT-OyM5w9slUnC3zYnLMSdg">https://www.youtube.com/channel/UCT-OyM5w9slUnC3zYnLMSdg</a>	Une chaîne avec d'excellentes vidéos très avancées sur la technique.

## 7.2.2 Chaînes Anglophones

<b>Nom</b>	<b>URL</b>	<b>Description</b>
<b>Rotor Riot</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCemG3VoNCmjP8ucHR2YY7hw">https://www.youtube.com/channel/UCemG3VoNCmjP8ucHR2YY7hw</a>	La chaîne de référence du FPV aux US qui est aujourd'hui gérée par Le Drib.
<b>Joshua Bardwell</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCX3eufnl7A2I7IkKHZn8KSQ">https://www.youtube.com/channel/UCX3eufnl7A2I7IkKHZn8KSQ</a>	Un Youtuber professionnel du FPV qui a publié de nombreux tutoriaux sur le FPV.
<b>Le Drib</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCHxiKnzTyzE9Qez8ZGpQbPQ">https://www.youtube.com/channel/UCHxiKnzTyzE9Qez8ZGpQbPQ</a>	Le nouveau président de Rotor Riot.
<b>Mr Steele</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCQEeqPV0AwJ6mQYLmSO0rcNA">https://www.youtube.com/channel/UCQEeqPV0AwJ6mQYLmSO0rcNA</a>	Un ancien membre de Rotor Riot.



<b>Tomz FPV</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UC7cjBQxfthxtAcQOcQmE-dQ">https://www.youtube.com/channel/UC7cjBQxfthxtAcQOcQmE-dQ</a>	
<b>Johnny FPV</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UC7O8KgJdsE_e9op3vG-p2dg">https://www.youtube.com/channel/UC7O8KgJdsE_e9op3vG-p2dg</a>	
<b>NURK FPV</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCPCc4i_llw-fW9oBXh6yTnw">https://www.youtube.com/channel/UCPCc4i_llw-fW9oBXh6yTnw</a>	
<b>Skitzo FPV</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCTG9Xsuc5-0HV9UcaTeX1PQ">https://www.youtube.com/channel/UCTG9Xsuc5-0HV9UcaTeX1PQ</a>	
<b>StingersSwarm</b>	<a href="https://www.youtube.com/user/stingersswarm">https://www.youtube.com/user/stingersswarm</a>	
<b>UAF Futures</b>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UC3ioIOr3tH6Yz8qzr418R-g">https://www.youtube.com/channel/UC3ioIOr3tH6Yz8qzr418R-g</a>	

## 7.3 Groupes Facebook



Voici une synthèse des meilleurs groupes Facebook autour de la thématique du FPV.

### 7.3.1 Groupes Francophones

Nom	URL	Description
<b>Only French Racing</b>	<a href="https://www.facebook.com/groups/809620075847459/">https://www.facebook.com/groups/809620075847459/</a>	Le groupe facebook de francophones passionnés de FPV Racing.
<b>Le coin coin du FPV</b>	<a href="https://www.facebook.com/groups/571655186331296/">https://www.facebook.com/groups/571655186331296/</a>	Le groupe Facebook où l'on retrouve toutes les bonnes affaires du FPV.
<b>Flex FPV</b>	<a href="https://www.facebook.com/groups/283099478882601/">https://www.facebook.com/groups/283099478882601/</a>	Le groupe Facebook du Youtuber Flex FPV.
<b>Racing Multirotors Nantais</b>	<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>Drone FPV Racer</b>	<a href="https://www.facebook.com/DroneFPVRacer/">https://www.facebook.com/DroneFPVRacer/</a>	Le groupe du magasin en ligne.
<b>Le coin des dronistes FPV</b>	<a href="https://www.facebook.com/groups/717277965057762/">https://www.facebook.com/groups/717277965057762/</a>	Un groupe de passionnés avec beaucoup de petites annonces.
<b>Culture FPV</b>	<a href="https://www.facebook.com/culturefpv/">https://www.facebook.com/culturefpv/</a>	La page Facebook du site Culture FPV.

<b>Culture FPV - Le Groupe</b>	<a href="https://www.facebook.com/groups/culturefpv.legroupe/">https://www.facebook.com/groups/culturefpv.legroupe/</a>	Le groupe Facebook du site Culture FPV.
<b>We Are FPV</b>	<a href="https://www.facebook.com/wearefpv/">https://www.facebook.com/wearefpv/</a>	Le groupe Facebook du site We Are FPV.
<b>FPV Racing Club Atlantique</b>	<a href="https://www.facebook.com/fpvracingclubatlantique/">https://www.facebook.com/fpvracingclubatlantique/</a>	Le groupe du FPV Racing Club Atlantique.
<b>Studio Sport</b>	<a href="https://www.facebook.com/studioSPORT.fpv/">https://www.facebook.com/studioSPORT.fpv/</a>	Le groupe du magasin en ligne StudioSport.

### 7.3.2 GROUPES Anglophones

<b>Nom</b>	<b>URL</b>	<b>Description</b>

## 7.4 Magasins en ligne

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
<b>StudioSport</b>	<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
<b>Drone FPV Racer</b>	<a href="https://www.drone-fpv-racer.com">https://www.drone-fpv-racer.com</a>	Un site avec de nombreux produits disponibles en ligne.
<b>DroneShop</b>	<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)
<b>Miniplanes</b>	<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 la plus grande épicerie chinoise des pièces détachés de drone. Mais attention aux ruptures de stock et aux délais de livraison.
<b>Aliexpress</b>	<a href="https://fr.aliexpress.com">https://fr.aliexpress.com</a>	Un des plus grands sites en ligne du monde, chinois aussi. On y trouve plein de choses, généralement moins chères 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.
<b>GearBest</b>	<a href="https://fr.gearbest.com">https://fr.gearbest.com</a>	Une autre épicerie chinoise avec un très grand catalogue de produits.



<b>Team-Blacksheep</b>	<a href="http://www.team-blacksheep.com">http://www.team-blacksheep.com</a>	De super produits (VTX Unify, Crossfire ...) venant de Singapour, mais parfois vendu cher quand ce sont des produits dont ils ne sont pas les fabricants.
------------------------	---	---

## 7.5 Sites Internet

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.fpv-passion.fr">https://www.fpv-passion.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.

## 7.5.2 Sites Anglophones

<b>Nom</b>	<b>URL</b>	<b>Description</b>
<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.