



La Bible du FPV

pour apprendre à construire
et piloter un drone

Wiki-FPV.fr

v0.6 draft



Sommaire

1. Introduction	6
1.1 Contributeurs du projet.....	8
1.2 Acronymes, termes et glossaire	9
1.3 Roadmap du projet.....	11
1.4 Partenaires	12
2. Guides	14
2.1 Les origines du FPV	15
2.2 Débuter en FPV.....	19
2.3 La législation française du FPV.....	21
2.4 Comment monter un drone FPV ?.....	27
2.5 Réglages des Rates	31
2.6 Comprendre les PID et savoir les configurer	41
3. Matériels	45
3.1 Frames.....	47
3.2 Batteries	51
3.3 Caméras.....	54
3.4 Contrôleur de vol (FC).....	56
3.5 ESC.....	59
3.6 Hélices	63
3.7 Radiocommande.....	66
3.8 Récepteur Radio.....	70
3.9 Émetteur vidéo.....	73
3.10 Moteurs.....	78
3.11 Masques vidéo.....	83
3.12 Récepteurs vidéo	85
3.13 Antennes.....	86
3.14 Gyroscope et Accelèromètre	89
3.15 Sac de rangement	90
3.16 Smoke Stopper.....	92

3.17 Chargeur de batterie.....	94
3.18 Module GPS	96
4 . Micrologiciels	98
4.1 Synthèse des micrologiciels	99
4.2 Historique des forks	101
4.3 Betaflight	102
4.4 ButterFlight	125
4.5 CleanFlight	126
4.6 Inav	127
4.7 KISS.....	128
4.8 LibrePilot	129
4.9 Neuroflight	130
4.10 Raceflight.....	133
5 . Logiciels.....	134
5.1 Simulateurs FPV	135
5.2 Logiciels d'analyse de Blackbox.....	136
5.3 Logiciels de configuration d'ESC.....	138
5.4 Logiciels de commande au sol	141
5.5 Logiciels d'aide à la configuration des filtres	142
5.6 Applications mobiles pour le FPV.....	143
6 . Pratique	144
6.1 FPV Freestyle	145
6.2 FPV Long Range.....	150
6.3 FPV Racing.....	151
7 . Annuaires.....	156
7.1 Associations FPV	157
7.2 Chaines Youtube FPV	161
7.3 Groupes Facebook FPV	167
7.4 Magasins en ligne FPV.....	171
7.5 Sites Internet FPV	174

1. INTRODUCTION



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

Aujourd'hui la FFAM comptabilise environ **200 pilotes licenciés** au travers de ses différentes associations affiliées. Quand on regarde le nombre d'abonnés sur les différents médias dédiés au FPV, la communauté de pilotes de FPV Racer est probablement inférieure à **5000 personnes en France**.

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.

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

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

Voici les grands thèmes qui structurent ce guide du FPV :

Thème	Description
Guides	Les guides pour débiter, 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.

[Annuaire](#)

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 l'enrichir, il a été conçu pour cela. Sans vos contributions, le projet ne serait pas viable dans la durée.

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

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

- Ludovic Toinel 1149
- Romain Abadie 43
- Elouan Jorrand 5
- QUENTIN James 5
- Tobus 3
- .AleX. 1
- Hotfender 1
- Hugues Grelier 1
- Requile Florian 1
- Serna jeremy 1

Cette liste n'est pas statique et évolue tous les jours. N'hésitez pas à créer un compte pour rejoindre la communauté !

1.2 Acronymes, termes et glossaire

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

Acronymes	Description
Accro Mode	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.
Air Mode	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.
Angle Mode	L'Angle mode est un mode stabilisé utilisant à la fois le gyroscope et l'accéléromètre.
ARTF	"Almost ready to fly" : Drone pratiquement prêt pour le vol.
Bando	Un "Bando" consiste à faire du freestyle dans un bâtiment abandonné.
BEC	"Battery Eliminator Circuit" : le BEC est destiné à fournir une alimentation à d'autres composants.
Bind	Processus d'association d'un récepteur RF à un émetteur RF.
BNF	"Bind and Fly" : Associez le récepteur à votre radiocommande et volez.
Cinewhoop	Mini drone capable de prendre des vidéos en haute définition.
Death Roll	Terme utilisé quand un drone se met à vriller jusqu'à se cracher au sol.
DVR	"Digital Video Recorder" ou enregistreur vidéo numérique.
ESC	"Electronic Speed Control" : Il s'agit du composant électronique permettant de contrôler un ou plusieurs rotors.

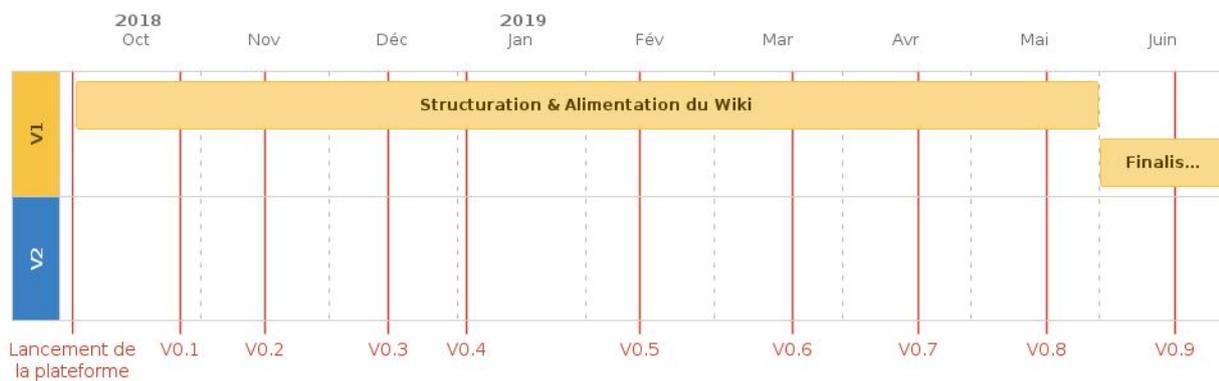
FC	"Flight controller" ou contrôleur de vol : il s'agit du circuit électronique en charge de la stabilité du drone.
FFAM	Fédération Française d'aéromodélisme.
Flow	Capacité de voler de manière fluide et sans à-coups.
FPV	"First person view" : terme généralement utilisé comme raccourci au "Pilotage de multi-rotors en FPV".
Failsafe	Mode de secours du drone permettant de le faire atterrir automatiquement selon un scénario configuré préalablement.
LiPo	Batterie de type Lithium Polymère
Magic Smoke	Il s'agit du nom de la fumée qui se dégagerait d'une manière inattendue d'un quad.
OSD	"On screen display" : affichage d'informations à l'écran.
PID	"Proportional Integral Derivative" : Il s'agit des réglages permettant de modifier la réactivité de votre drone aux instructions de vol.
VTX	"Video Transmitter" : transmetteur vidéo embarqué sur le multi-rotors.
RSSI	"Received Signal Strength Indication" : Indicateur de la qualité du signal radio reçu.
RTF	"Ready to fly" : il s'agit un multicoptère déjà configuré et prêt à voler.
UAV	« <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> » : Aéronef volant.

1.3 Roadmap du projet

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

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

La publication de la V1.0 de ce guide est planifiée à fin juin si le contenu est de qualité suffisante.



1.4 Partenaires

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

1.4.1 Partenaires presse

Ces sites soutiennent le projet Wiki-FPV :

	Geek est un blog high tech maintenu par Ludovic Toinel, initiateur et hébergeur du projet Wiki-FPV .
	QUENTIN James 😊
	Culture FPV est le portail de la culture du drone, FPV ou non. Tutoriels, reviews, vidéos de vols, pilotes freestyle, tout ce qui touche aux drones racers.
	WeAreFPV est un blog dédié au vol en immersion (drone FPV, multirotor, aile volante, etc.) et au modélisme en général. Il héberge aujourd'hui le forum francophone le plus actif.

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

1.4.2 Partenaires Associatifs

Ces associations soutiennent le projet Wiki-FPV :

	LiveYourDrone est une association localisée à proximité de Nantes dédiée dans le pilotage de multi-rotors. Elle est attachée à la fédération FFAM et contient aujourd'hui pas moins de 30 membres. Vous pouvez contacter Requile Florian pour toute demande d'information concernant l'association.
---	--



1.4.3 Partenaires professionnels

Ces sociétés soutiennent le projet Wiki-FPV :

2 . GUIDES

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

- [Les origines du FPV](#)
- [Débuter en FPV](#)
- [La législation française du FPV](#)
- [Comment monter un drone FPV ?](#)
- [Réglages des Rates](#)
- [Comprendre les PID et savoir les configurer](#)

2.1 Les origines du FPV

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

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

2.1.1 2008 : Premier vol en FPV avec un enregistrement vidéo

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



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=mVBYAHSvOe0>

A l'époque, la [Team Black Sheep](#) était une bande de passionnés qui s'amusaient à publier des vidéos prises à l'aide d'ailes volantes fabriquées de manière artisanale.

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

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

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



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

https://www.youtube.com/watch?v=oh-G_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.



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

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

2.1.4 2014 : La première course outdoor

Les premières personnes qui ont fait connaître 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 connaître 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](#).



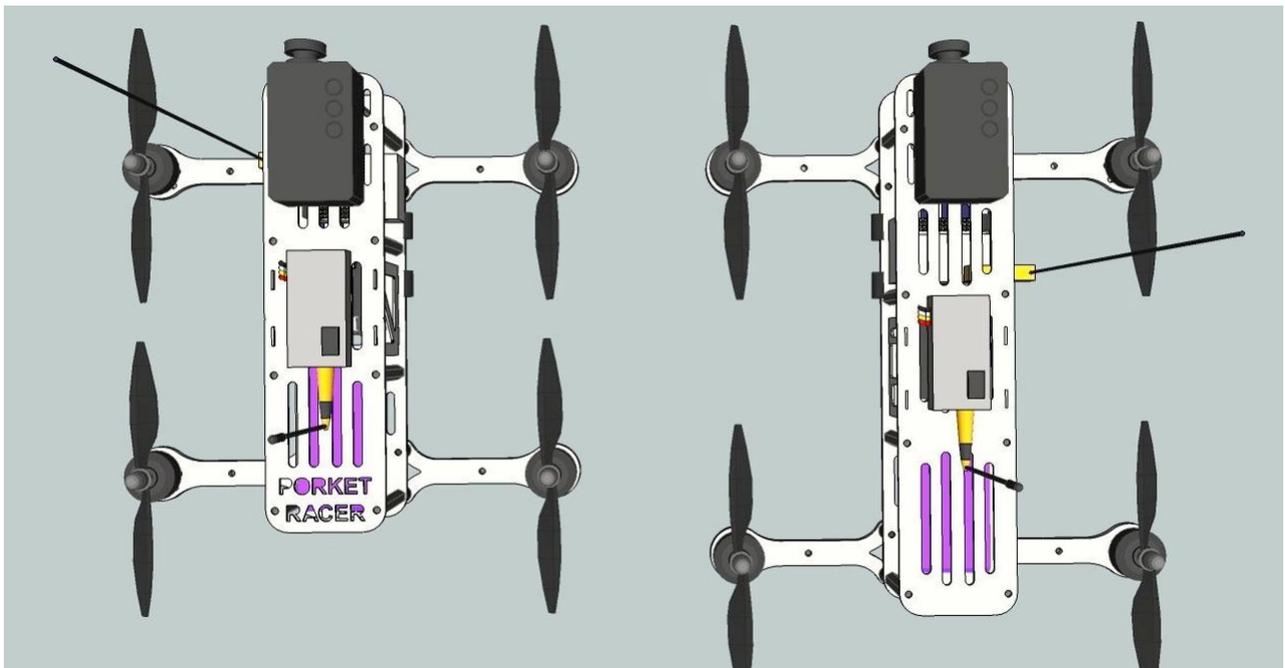
Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

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

A l'époque, la majorité des multicopters 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 passionnés.



[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 de ces vidéos pour connaitre mieux les origines du FPV.

De courtes vidéos sont mieux que de longs paragraphes.

Reportage sur les drones et le FPV racing



Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

https://www.youtube.com/watch?v=le95HSnHfEg&index=1&list=PL7uYd2dP8x7mVPQ8KOe_LyDkPzLF9ZSIk

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

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

2.2 Débuter en FPV

2.2.1 Par où commencer ?

Le plus frustrant pour un pilote débutant est de casser son multicoptère 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 préconstruits (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 termes 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 quadricoptère.
- 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.

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

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 chaînes YouTube à suivre ?

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

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.

2.2.7 En savoir plus ...

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

2.3 La législation française du FPV

2.3.1 Introduction

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

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

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 multicopteur en tant qu'amateur :

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

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



Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

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

- ⚠ Deux textes d'application de la loi « Drones » 2016-1428 viennent d'être publiés :
- À partir du 26 décembre 2018 les aéronefs télépilotes de 800g ou plus devront être enregistrés par leur propriétaire sur AlphaTango, le portail public des utilisateurs d'aéronefs télépilotes.
 - À partir du 26 décembre 2018, les télépilotes d'aéronefs télépilotes 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

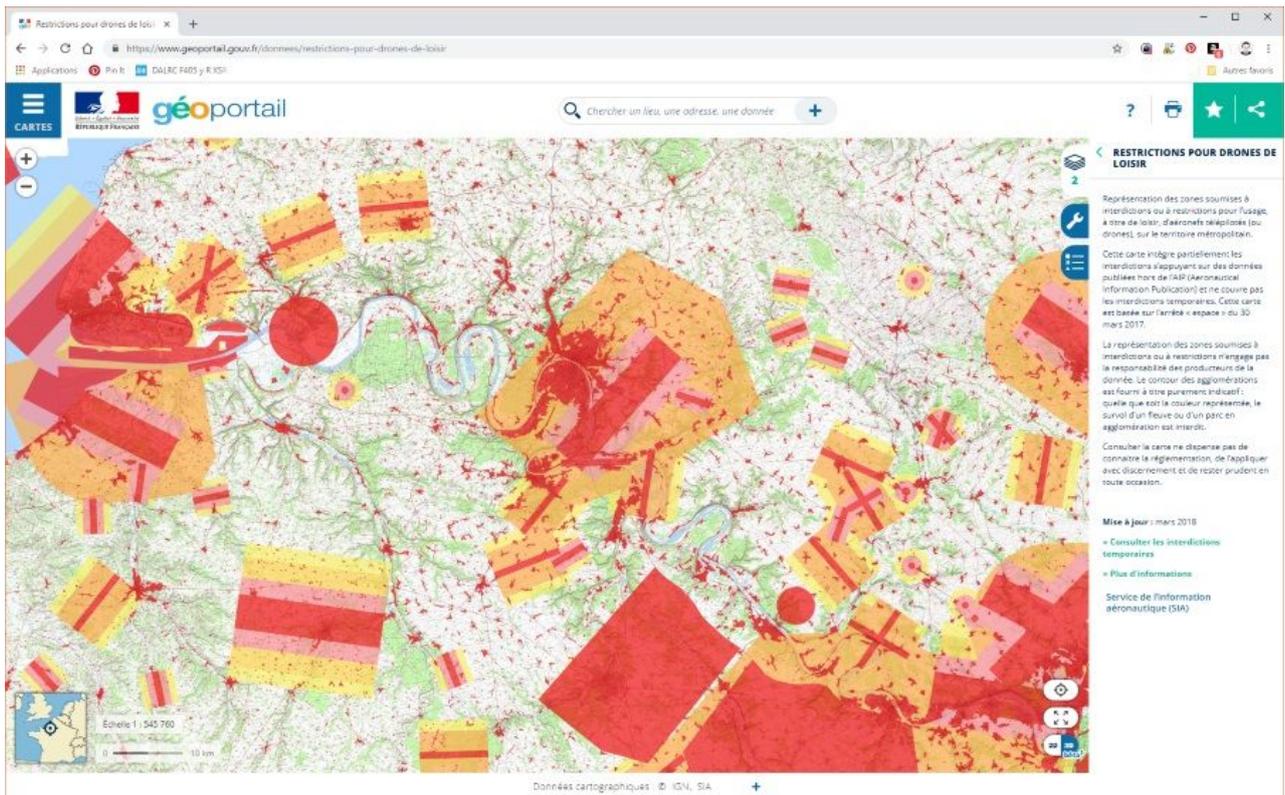
Afin de simplifier la compréhension des lois, deux fiches sont en libre téléchargement :



2.3.4 Connaitre les zones de vol

Pour connaître 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.

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



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 atterrir le drone en cas de danger immédiat.

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

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 :

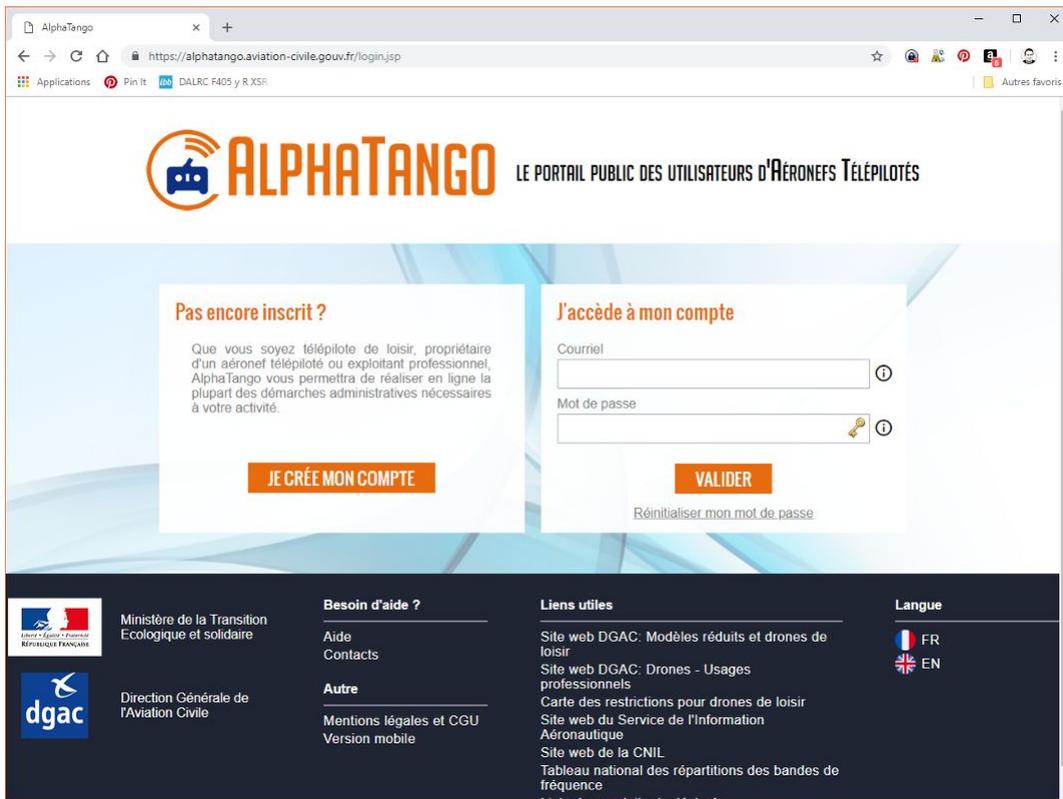
- De vous déclarer comme pilote
- D'enregistrer votre aéronef
- De passer gratuitement la formation.

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.



2.3.7 La formation de télépilote FFAM

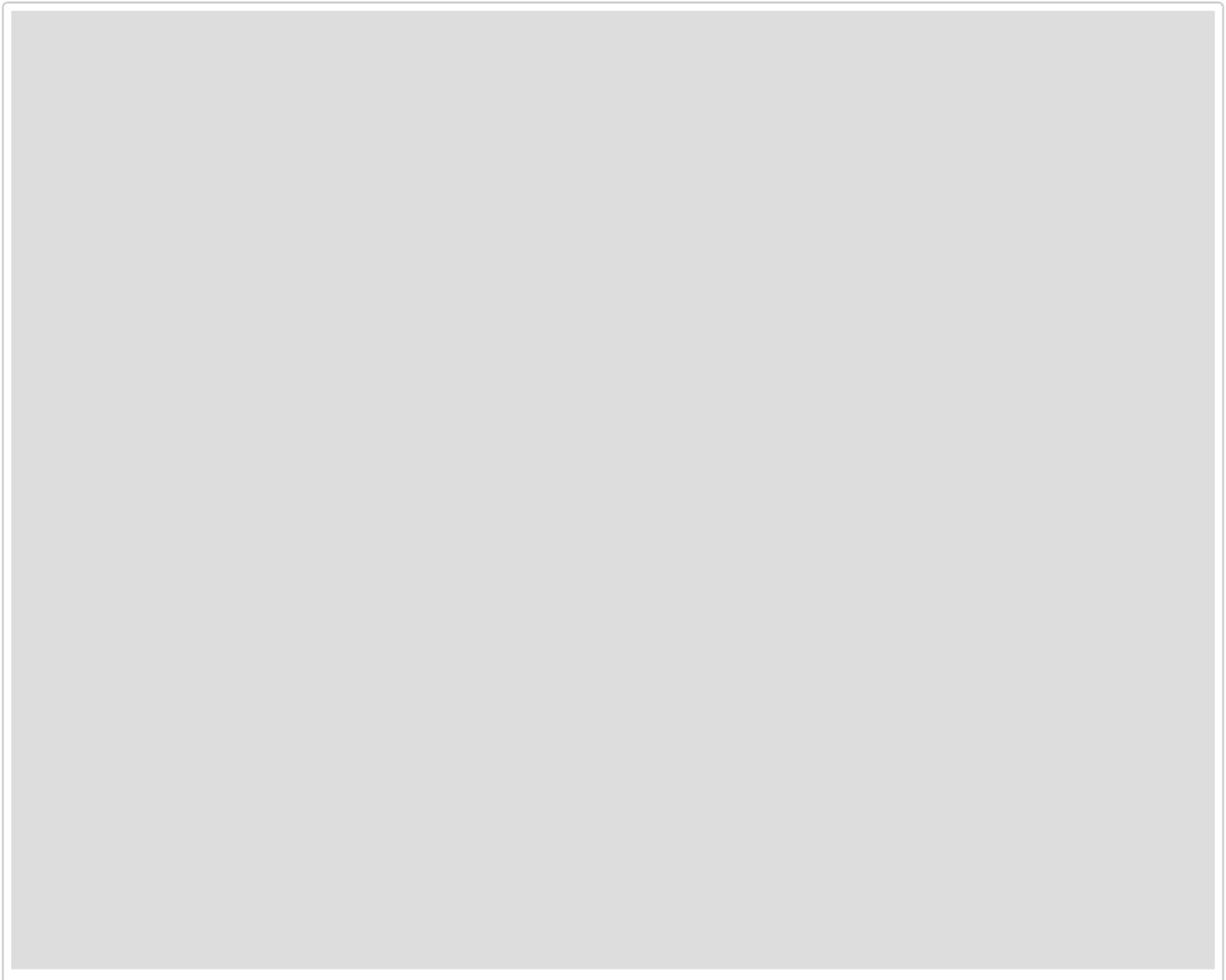
La Fédération française d'aéromodélisme met à disposition gratuitement une **formation de télépilote d'aéromodèle**.

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.



de faire

- ✓ 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 €

2.3.9 Et à l'étranger ?

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

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

2.4 Comment monter un drone FPV ?

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

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.

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.

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.

Pinces



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

Gaines thermorétractables

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

Troisième main



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

Vernis de tropicalisation





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

3 couches de vernis vous permettront de sécuriser votre drone.

2.5 Réglages des Rates

2.5.1 Introduction

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

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

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

Comm ent	Roll & Pitch			Center	Small	Medium	Strong	Max	Yaw			Center	Small	Medium	Strong	Max
	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000
				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s
LiftOf f:																
Race precisi on	1,49	0,61	0,00	0	68	158	282	764	1,38	0,60	0,00	0	63	145	259	690
Race attack	1,69	0,60	0,00	0	77	178	317	845	1,52	0,60	0,00	0	69	160	285	760
Freest yle smoot h	1,42	0,63	0,50	0	31	70	135	768	1,36	0,63	0,40	0	36	81	151	735

	Roll & Pitch			Center	Small	Medium	Strong	Max	Yaw			Center	Small	Medium	Strong	Max
Comment	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000
				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s
Freestyle dynamic	1,58	0,61	0,35	0	45	102	187	810	1,46	0,62	0,30	0	45	102	187	768
Info de http://pidhub.io/rates :																

Comment	Roll & Pitch			Center	Small	Medium	Strong	Max	Yaw			Center	Small	Medium	Strong	Max
	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000
				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s
Steele (2017) (agressive freestyle)	1,75	0,70	0,22	0	61	143	266	1167	1,50	0,65	0,10	0	61	142	259	857
Johnny FPV (2017) (roll & pitch different) (agressive freestyle)	1,29	0,75	0,21	0	46	109	207	1032	1,08	0,67	0,07	0	46	108	198	655

	Roll & Pitch			Center	Small	Medium	Strong	Max	Yaw			Center	Small	Medium	Strong	Max
Comment	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000
				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s
Stinger Swarm (2018)	0,90	0,82	0,20	0	33	80	156	1000	0,90	0,82	0,20	0	33	80	156	1000
GAPiT (2017) (roll & pitch different) (smooth freestyle)	1,63	0,74	0,22	0	58	135	256	1254	1,62	0,74	0,25	0	55	128	243	1246

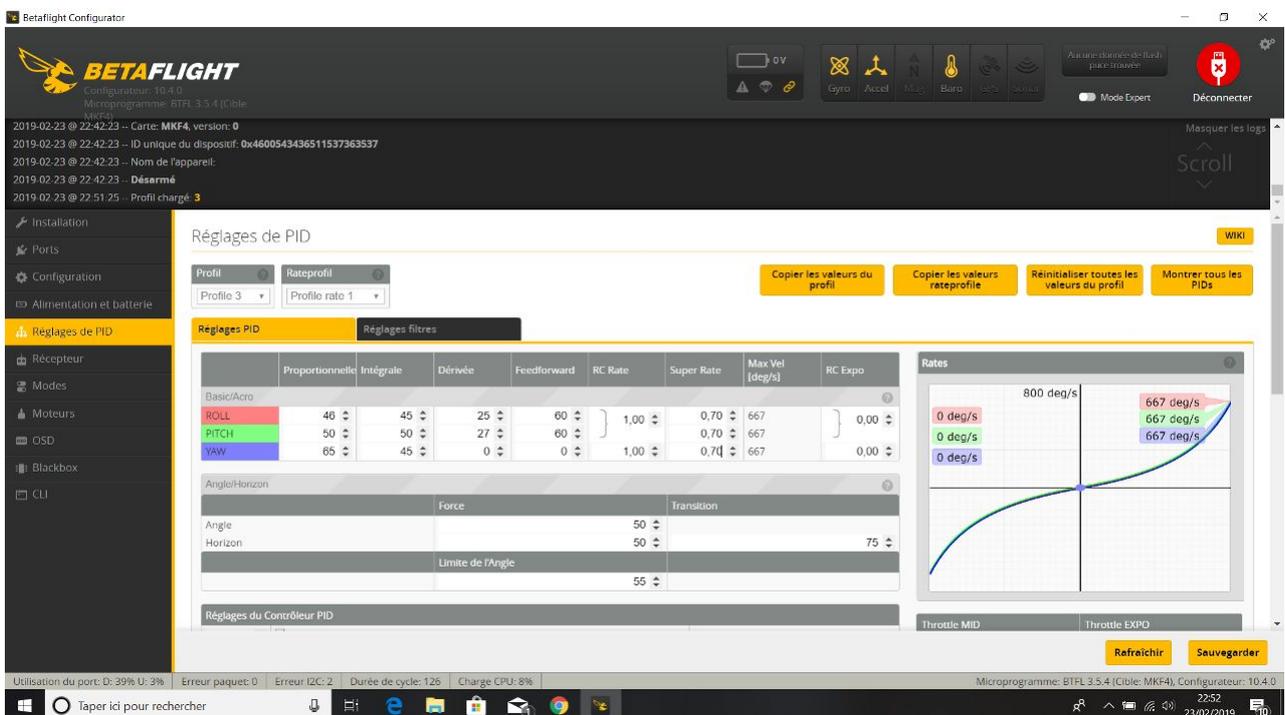
Comm ent	Roll & Pitch			Center	Small	Medium	Strong	Max	Yaw			Center	Small	Medium	Strong	Max
	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000	Rate	Super	Expo	1500	1600	1700	1800	2000
				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s				deg/s	deg/s	deg/s	deg/s	deg/s
Nurk (2018) (smooth freestyle)	1,03	0,68	0,00	0	48	113	209	644	1,03	0,68	0,00	0	48	113	209	644
Le Drib (2018) (roll & pitch different) (smooth freestyle)	1,20	0,74	0,00	0	56	136	259	923	1,75	0,40	0,00	0	76	167	276	583

2.5.2 La méthode pour configurer les Rates

- ✓ Il sera toujours bénéfique d'avoir un réglage P.I.D sain, ceci afin de tirer un maximum des coefficients Super Rate et RC Rate.
L'Expo, quant à lui, n'interviendra qu'en dernier lieu, sachant qu'il est possible de modifier son effet via [Betaflight](#) ou par le biais de votre télécommande.

Pour commencer, configurez des Rates basiques :

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



The screenshot shows the Betaflight Configurator interface. The 'PID Settings' tab is active, displaying a table for 'Basic/Acro' settings. The 'Rates' section is expanded, showing a graph of the rate curve for Roll, Pitch, and Yaw. The graph shows a curve that starts at 0 deg/s and increases to 667 deg/s at 800 deg/s. The 'Rates' section also shows the following values:

Axis	Proportionnelle	Intégrale	Dérivée	Feedforward	RC Rate	Super Rate	Max Vel [deg/s]	RC Expo
ROLL	46	45	25	60	1,00	0,70	667	0,00
PITCH	50	50	27	60	1,00	0,70	667	0,00
YAW	65	45	0	0	1,00	0,70	667	0,00

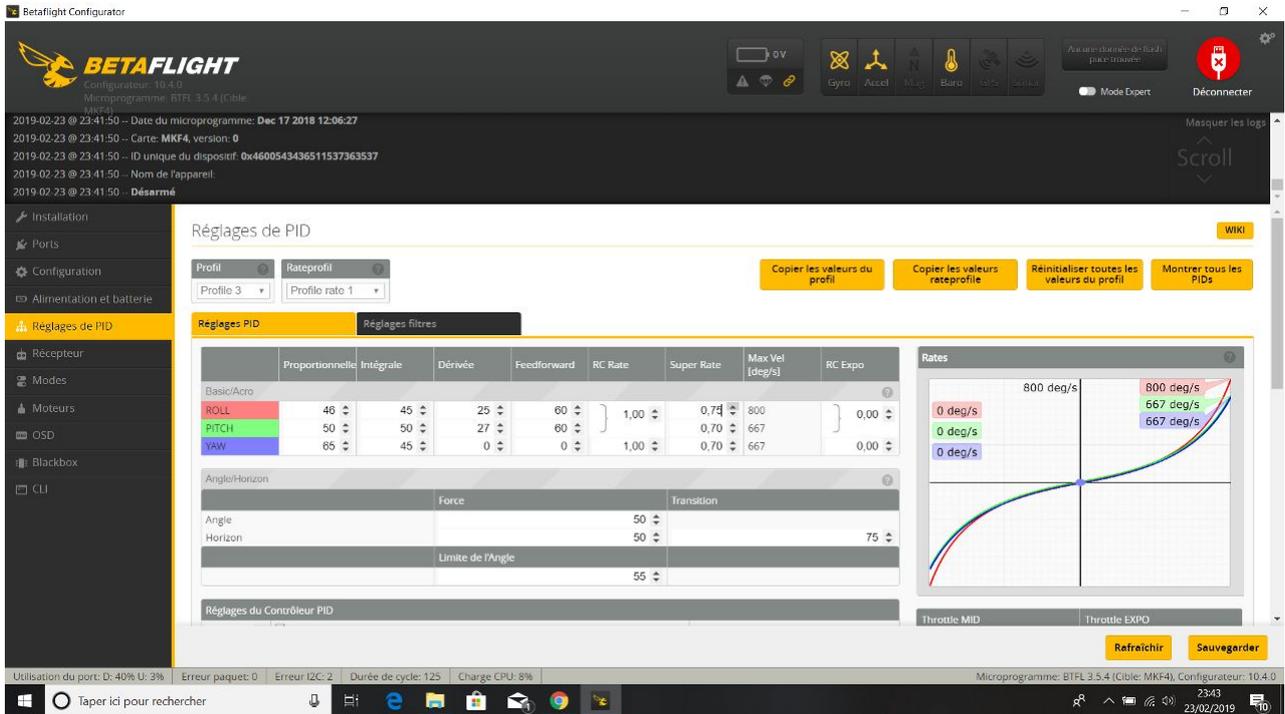
Ensuite, l'ordre de la configuration des rates est la suivante :

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

Etape 1 : Identification de la vitesse Max

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

Autre méthode :



Réglages de PID

Profil: Profil 3 | Rateprofil: Profil rate 1

Réglages PID

	Proportionnelle	Intégrale	Dérivée	Feedforward	RC Rate	Super Rate	Max Vel [deg/s]	RC Expo
Basic/Acro								
ROLL	46	45	25	60	1,00	0,75	800	0,00
PITCH	50	50	27	60	1,00	0,70	667	0,00
YAW	85	45	0	0	1,00	0,70	667	0,00

Angle/Horizon

	Force	Transition
Angle		50
Horizon		50
Limite de l'Angle		55

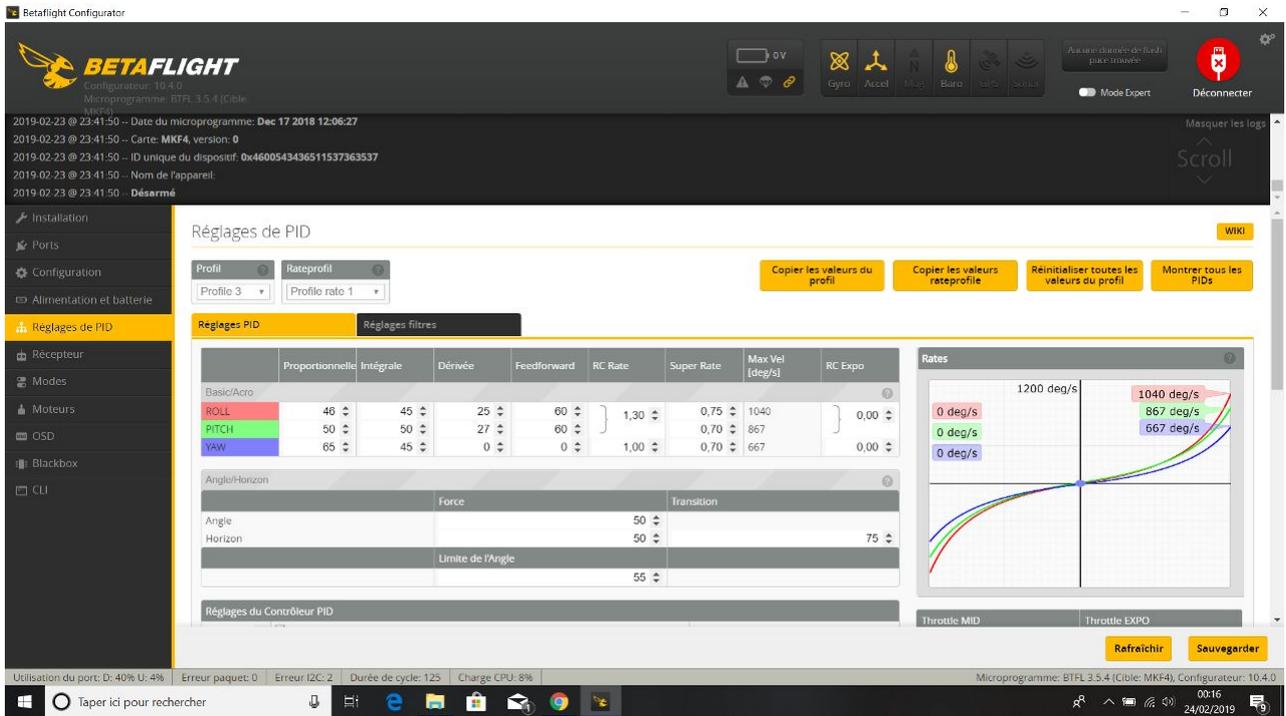
Réglages du Contrôleur PID

Throttle MID: [] | Throttle EXPO: []

Buttons: Copier les valeurs du profil, Copier les valeurs rateprofil, Réinitialiser toutes les valeurs du profil, Montrer tous les PIDs, Rafraîchir, Sauvegarder

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

Etape 2 : Adaptation du RC Rate



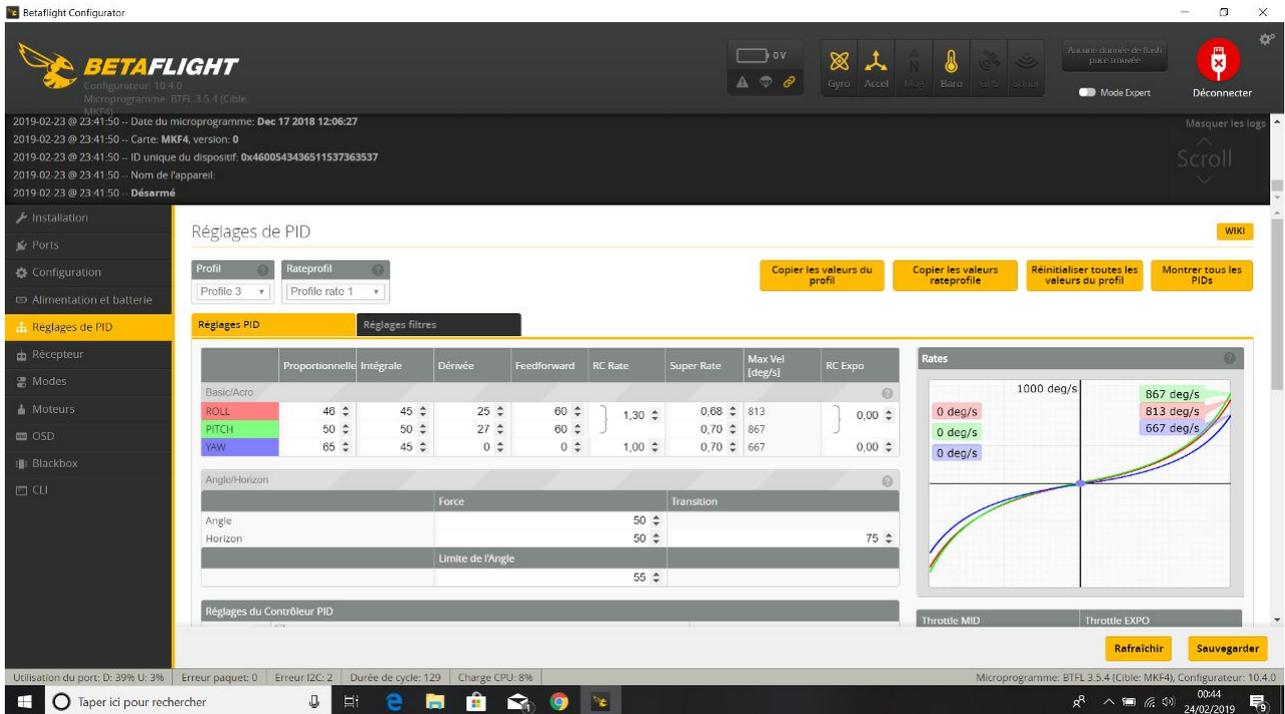
The screenshot shows the Betaflight Configurator interface. The main window is titled "Réglages de PID". Under the "Basic/Acro" profile, the "RC Rate" is set to 1.30. This results in a "Max Vel [deg/s]" of 1040. The "RC Expo" is set to 0.00. The "Rates" graph shows the resulting rate profile, with a peak rate of 1040 deg/s. The graph also shows the previous rate profile (667 deg/s) for comparison.

	Proportionnelle	Intégrale	Dérivée	Feedforward	RC Rate	Super Rate	Max Vel [deg/s]	RC Expo
ROLL	40	45	25	60	1,30	0,75	1040	0,00
PITCH	50	50	27	60	1,30	0,70	867	0,00
YAW	65	45	0	0	1,00	0,70	667	0,00

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

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

Etape 3 : Adaptation du Super Rate



The screenshot shows the Betaflight Configurator interface. The 'Règlages de PID' section is active, displaying the 'Basic/Acro' profile settings. The 'Super Rate' column is highlighted, showing values of 0.68 for ROLL, 0.70 for PITCH, and 0.70 for YAW. The 'Rates' graph on the right shows the resulting rate curves, with the ROLL rate curve reaching approximately 867 deg/s at 1000 deg/s input.

	Proportionnelle	Intégrale	Dérivée	Feedforward	RC Rate	Super Rate	Max Vel [deg/s]	RC Expo
Basic/Acro								
ROLL	40	45	25	60	1,30	0,68	813	0,00
PITCH	50	50	27	60		0,70	867	
YAW	65	45	0	0		1,00	667	0,00

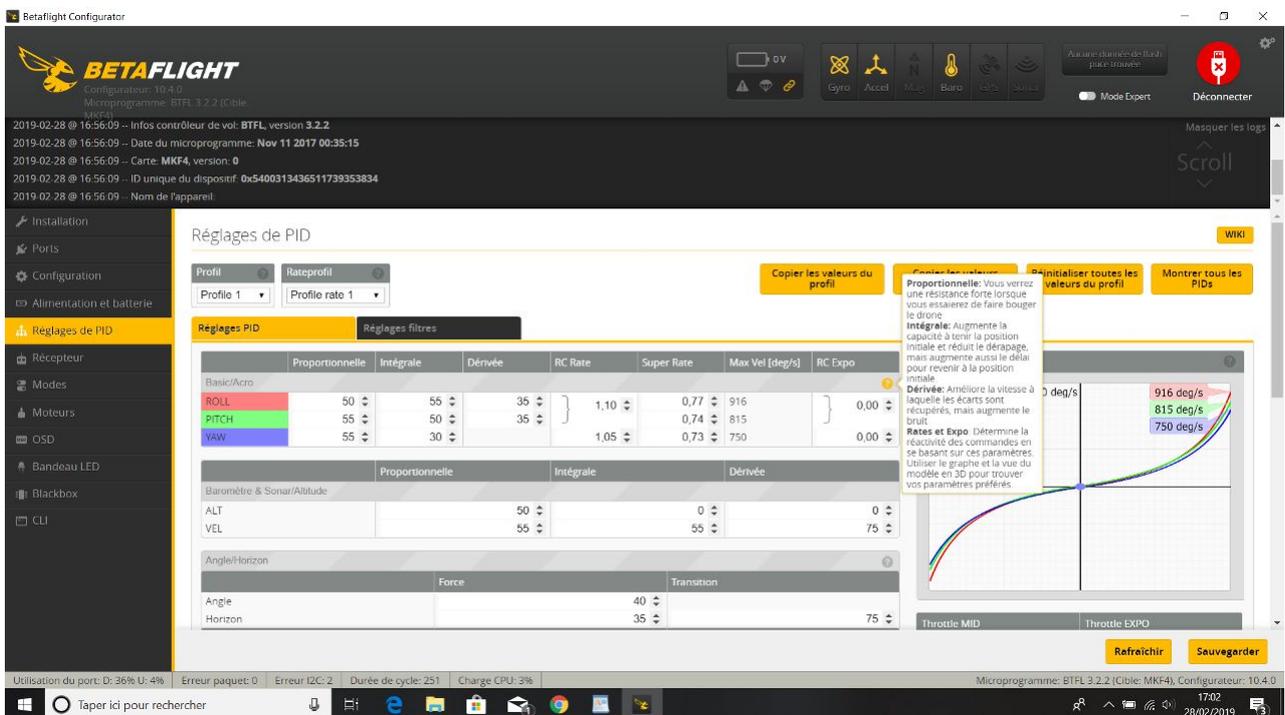
A présent, pour corriger de nouveau la valeur de la vitesse angulaire réglée à l'étape 1 (puisque nous la trouvons confortable à 800 deg/s), il nous faudra de nouveau baisser la valeur du **Super Rate**. Dans notre exemple, il faut descendre le **Super Rate** à 0.67 ou 0.68 pour se rapprocher de nouveau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

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

2.6 Comprendre les PID et savoir les configurer

2.6.1 Définition de ce que sont les P.I.D

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



The screenshot shows the Betaflight Configurator interface. The main window is titled 'Réglages de PID' (PID Settings). It features a sidebar on the left with navigation options like 'Installation', 'Ports', 'Configuration', 'Alimentation et batterie', 'Réglages de PID', 'Récepteur', 'Modes', 'Moteurs', 'OSD', 'Bandeau LED', 'Blackbox', and 'CLI'. The main area is divided into 'Réglages PID' and 'Réglages filtres'. The 'Réglages PID' section contains a table for 'Basic/Acro' settings and a graph on the right showing throttle response curves for 'Throttle MID' and 'Throttle EXPO'.

	Proportionnelle	Intégrale	Dérivée	RC Rate	Super Rate	Max Vel [deg/s]	RC Expo
ROLL	50	55	35	1,10	0,77	916	0,00
PITCH	55	50	35		0,74	815	
YAW	55	30		1,05	0,73	750	0,00

	Proportionnelle	Intégrale	Dérivée
ALT			0
VEL		55	55

	Force	Transition
Angle		40
Horizon		35

2.6.2 COMMENT AJUSTER les P.I.D DE NOS RACERS

1) Modification des coefficients

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

Ces facteurs sont :

- le poids de l'engin, en ordre de fonctionnement (caméra Gopro comprise)
- les caractéristiques des moteurs
- les caractéristiques des hélices et leur "Tracking" !
- les caractéristiques des ESC

- la forme et la taille du châssis
- la tension utilisée
- la fréquence du gyro
- la vitesse de la boucle P.I.D
- le montage ou non de caoutchoucs (soft)
- la mise à jour de la carte de vol (FC). A savoir qu'elle ne fournira que des coefficients P.I.D légèrement modifiés, mais elle ajoutera quelques options très pratiques déjà présentes sur Bétaflight via le CLI.

2) Affinage des coefficients

Ensuite, vous pouvez procéder de deux manières différentes.

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



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

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

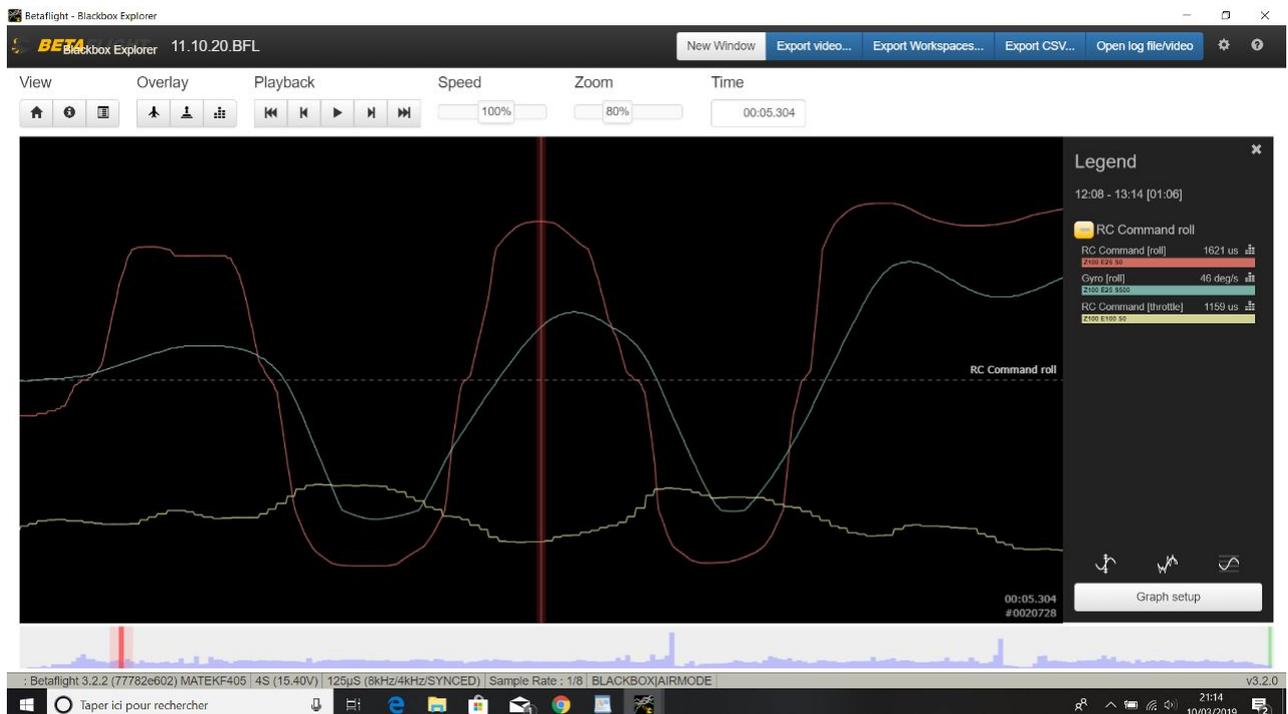
3) La notion du "P"

A quoi sert-il ?

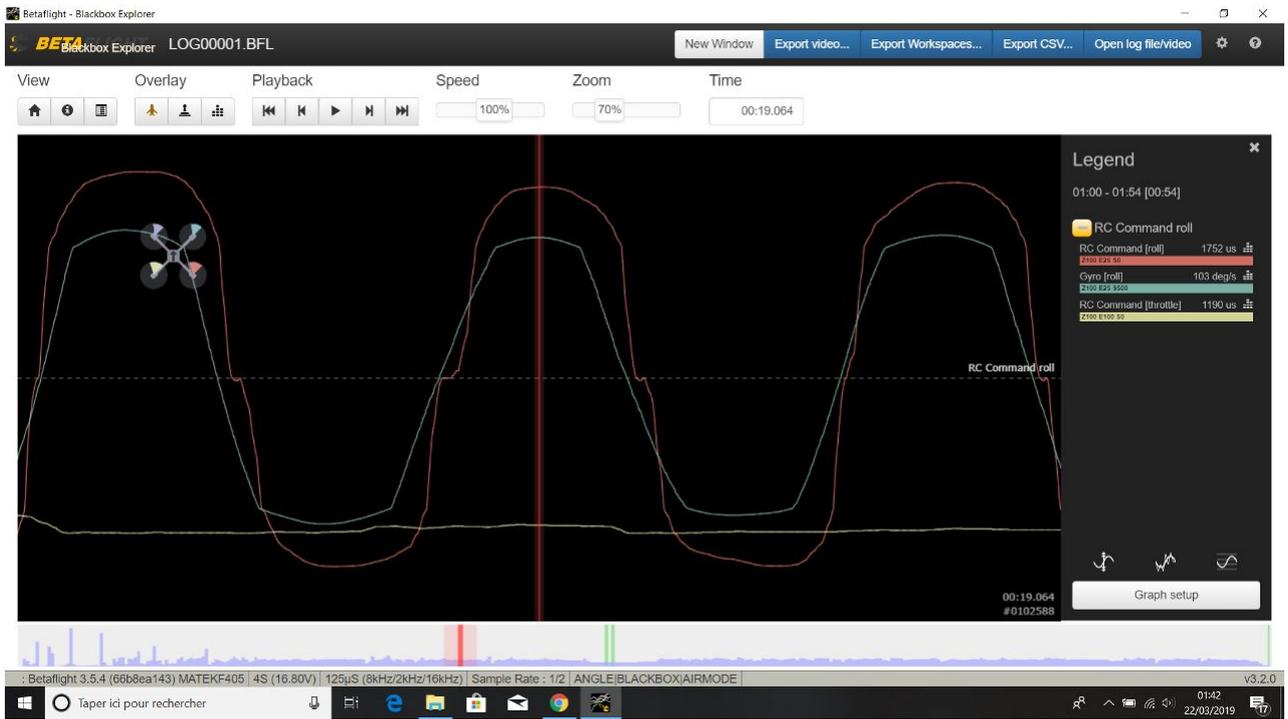
- A ajuster la synchronisations de vos commande au gyroscope
- Au temps de réaction
- A la précision

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

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



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



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
Émetteur Vidéo	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 casques 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.

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

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**. Cette taille correspond à la taille des hélices que peut accueillir le châssis.

Pour un pilotage extérieur, la taille la plus courante en [FPV freestyle](#) et [FPV racing](#) sont les châssis **5 pouces**. Préférez des châssis avec une structure de **4 à 6 mm** 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 multicopters commercialisés sont des quadricopters, mais il existe de nombreux autres types de multicopters :

	Bras	Rotors
Tricoptère	3	3
Quadricoptère	4	4
Hexaoptère	6	6
Y6	3	6
Octocoptère	8	8
X8	4	8

3.1.4 Formes du châssis

Les multicopters 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 Fibre de Carbone 3K

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

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

3.1.8 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.](#)

3.1.9 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 [thingiverse](#).

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

3.1.10 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, exprimée en ration par rapport à l'autonomie: 30C , 40C, 50C
- Son poids

- i** Une batterie 3S de 2400 mah 30C, correspond à une batterie :
- Au lithium ion de 11,1 v (12,6v chargé, 9v déchargé)
 - 2400 mah : environ 10/15 min, cela dépend des moteurs et du style du pilote 😊
 - 50C, donc $30 * 2400 = 72$ 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
1S	1	3V	3,7V	4,2V
2S	2	6V	7,4V	8,4V
3S	3	9V	11,1V	12,6V
4S	4	12V	14,8V	16,8V
5S	5	15V	18,5V	21V
6S	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 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.

3.2.5 Risques d'incendie

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

⚠ Assurez-vous de toujours positionner une LiPo en charge à proximité de surfaces non inflammables. Ne laissez jamais une LiPo en charge sans surveillance.

3.2.6 Stockage des batteries

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

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

3.2.7 En savoir plus ...

Apprendre à roder ses LiPo



Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

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

3.3 Caméras



3.3.1 Introduction

La caméra permet 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

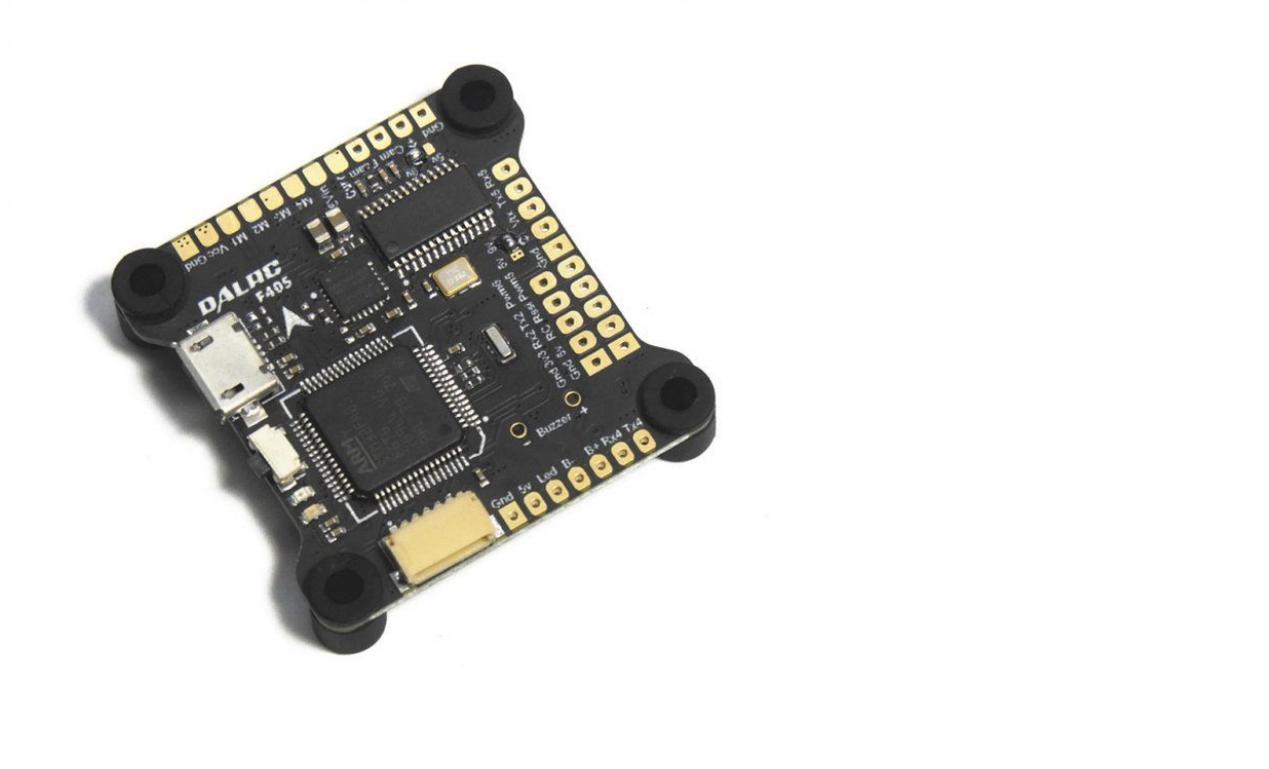
Certaines caméras comme les Runcam peuvent être configurées à distance via la radiocommande, pratique pour éviter de démonter son drone à chaque besoin de réglage de contraste.

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 (FC)



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 où 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-assistés 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

Image illustrative



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 Dalcrc](#) et GEPRC qui s'assemblent très facilement en mode "Plug & Play".

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

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 faire surchauffer.

3.5.3 Micrologiciel embarqué

Les ESC embarquent un [micrologiciel](#), le micrologiciel le plus répandu 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 important :

Protocoles	Bande passante
DSHOT 300	300 kilobits par seconde
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 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.

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

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

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

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

3.5.7 En savoir plus ...

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



Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

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

Configuration / réglages BLHeli_32



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

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

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 termes de structure, le choix d'une hélice peut avoir un impact important dans la tenue de vol d'un multirotoeur.

✓ 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 multicopter.

3.6.4 La nomenclature

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

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

3.6.5 Changement d'hélices & PID

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

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

3.6.6 En synthèse

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

3.6.7 Outils de simulation

Malheureusement, seul un outil de simulation utilisé par un expert comme [XCalc](#) permet de faire des prévisions sur les performances obtenues. En tant que débutant, il est préférable de s'inspirer des hélices classiques que l'on retrouve sur les drones prêts à voler (kits RTF).

3.6.8 En savoir plus ...

Comparaison d'hélices



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=AXFEeFnLGDY&t=74s>

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 répandues sont les suivantes :

DSM2/DSMX	Compatible avec les radiocommandes Spektrum
Flysky	Compatible avec les radiocommandes Flysky
Frsky	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.

Scripts LUA Betaflight	https://github.com/betaflight/betaflight-tx-lua-scripts
Scripts LUA KISS	https://github.com/flyduino/kissfc-tx-lua-scripts

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

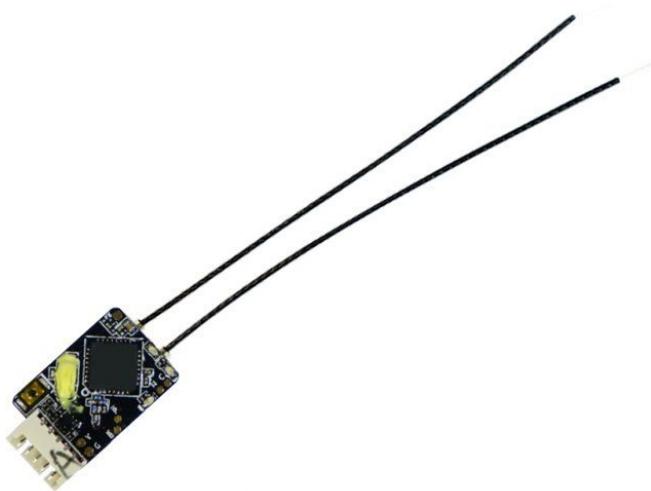
3.7.9 LBT ou FCC ?

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

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 généralement 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 régleme l'usage du 2.4Ghz dans le cadre du modélisme.

En Europe, l'émetteur doit d'abord vérifier que la bande de fréquence est inoccupée pour l'utiliser.

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 Alarmes signal

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

Les niveaux d'alertes généralement utilisés sont :

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

3.8.5 Le "Long Range"

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

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

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

3.8.6 F-PORT ?

Depuis quelques mois, un nouveau protocole de communication bidirectionnel 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.

3.8.7 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>

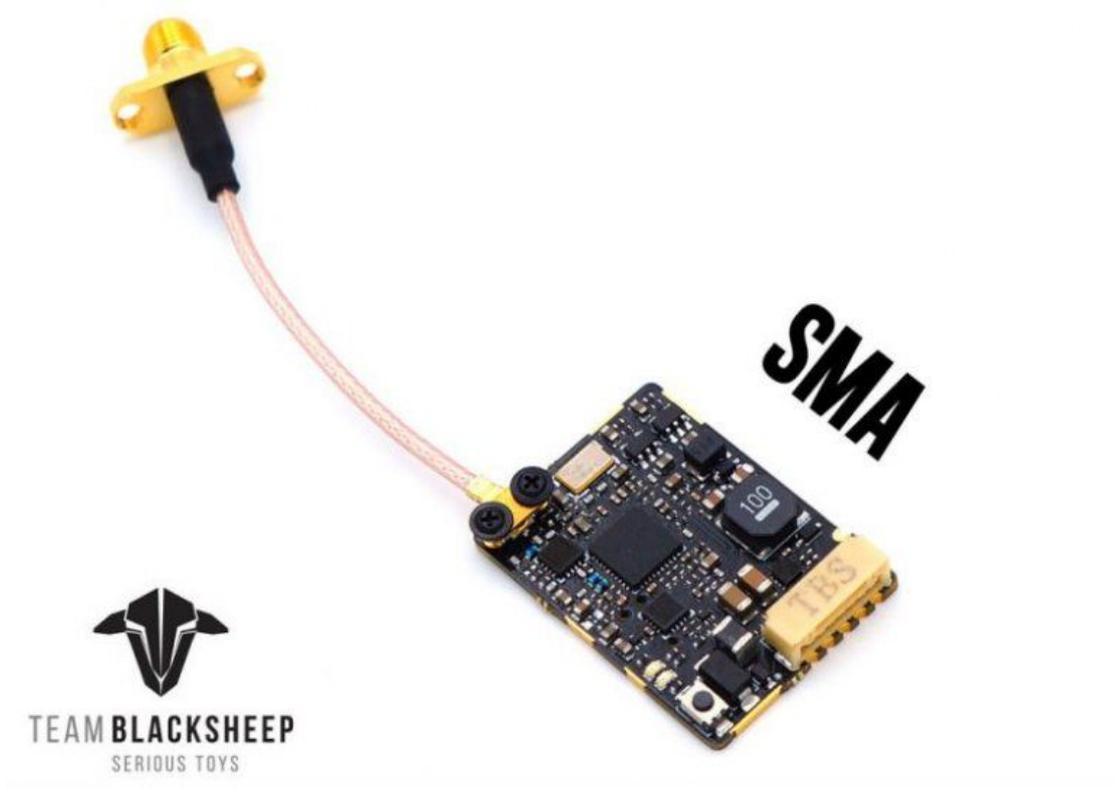
Flasher un récepteur X4R, XSR ou R-XSR avec la Taranis



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 Émetteur vidéo



3.9.1 Introduction

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

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

Ce qui signifie qu'il n'est pas conseillé d'allumer un drone si d'autres pilotes volent, le risque étant d'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 :

Nom	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 (Fatshark)	4	5740	5760	5780	5800	5820	5840	5860	5880	20 Mhz
C (Raceband)	5	5658	5695	5732	5769	5806	5843	5880	5917	37 Mhz
Diatone	6	5362	5399	5436	5473	5510	5547	5584	5621	37 Mhz
U	7	5325	5348	5366	5384	5402	5420	5438	5456	18 Mhz
O	8	5474	5492	5510	5528	5546	5564	5582	5600	18 Mhz
L	9	5333	5373	5413	5453	5493	5533	5573	5613	40 Mhz

Nom	Band	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8	Écartement
H	10	5653	5693	5733	5773	5813	5853	5893	5933	40 Mhz

⚠ En France, l'Arcep autorise l'émission à faible puissance seulement sur la bande de fréquence de **5725 Mhz à 5875 MHz**. Les canaux de couleur orange dans le tableau ci-dessus ne sont donc **pas autorisés en France**.
Contrairement au Royaume-Uni et aux Etats-Unis, la bande 5725-5875 MHz n'est pas ouverte en Europe pour des applications de télécommunications civiles, ce qui limite les risques de parasites.

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 qui permet d'émettre à une distance maximum d'environ 500m en utilisant de bonnes antennes.

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

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

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

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

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

La notion de KV représente le nombre de tours que réalise un moteur par volt. Un moteur de 2300 KV alimenté à 1 volt tournera à 2300 tours / min.

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

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

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

Le moteurs sont généralement commercialisés en deux versions :

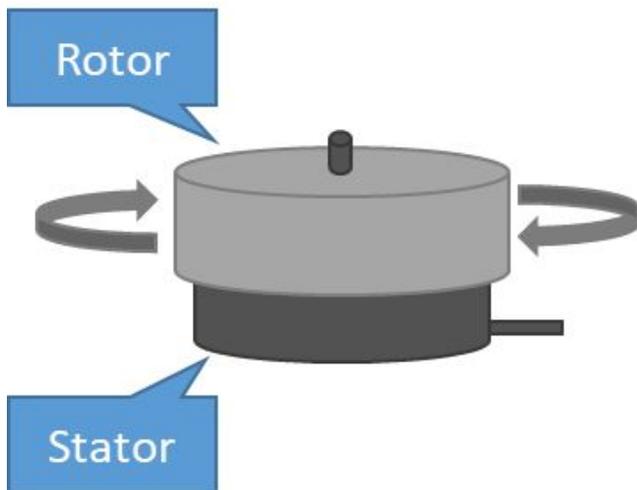
- **CW** : Le moteur tourne dans le sens d'une aiguille d'une montre.
- **CCW** : Le moteur tourne dans le sens inverse d'une aiguille d'une montre.

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

3.10.2 Structure d'un moteur

Un moteur est composé de différents composants principaux :

- **Un stator** : Il s'agit de la partie interne du moteur composé de filaments cuivreux.
- **Un rotor** : Il s'agit de la partie externe du moteur qui tourne sous la forme électromagnétique du stator.



3.10.3 Nommage du moteur

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

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

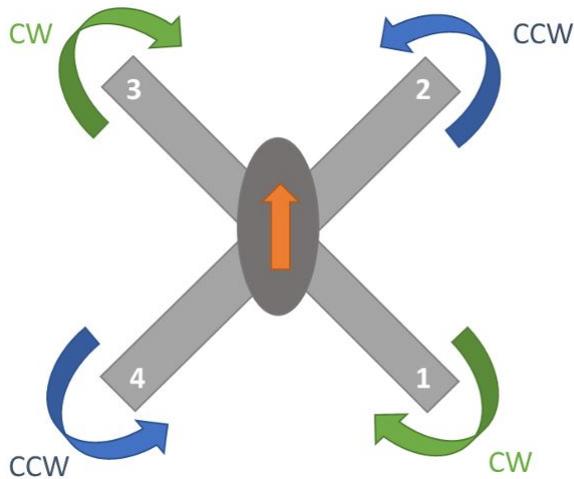
- XX : Correspond au diamètre du stator.
- YY : Correspond à la hauteur du stator.

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

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

3.10.4 Sens de rotation des hélices

La majorité des kit de moteur tourne 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 envolé d'hélice et un crash.

3.10.5 Moteurs et alimentation

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

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

3.10.6 Fixation au CHÂSSIS

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

Catégorie	Écartement généralement utilisés
22XX - 24XX	16×16mm & 16×19mm
18XX	16×12mm
13XX - 14XX	12×12mm
11XX	9×9mm

3.10.7 Softmount

Les moteurs peuvent produire des vibrations sur votre châssis, il est généralement conseillé de prévoir d'intégrer un patin anti-vibration entre votre moteur et votre châssis pour absorber les vibrations.

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



3.10.8 Usure du moteur

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

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

3.10.9 Benchmark des moteurs

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

3.10.10 En savoir plus ...

Nettoyer les moteurs d'un drone



Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

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

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 patchs 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](#)
- Se procurer des lentilles en Asie avec des corrections 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 circonférence quasi-complète, voir complète.
- Les antennes circulaires permettant d'émettre et de recevoir sur une sphère quasi-complète, voir complète.
- 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.

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

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

<p>Les antennes circulaires</p>		<p>Les antennes circulaires sont très utilisées dans le FPV. On les retrouve très souvent sur les casques et sur le VTX.</p> <p>Elles émettent et reçoivent un signal sur un angle de 360 degrés.</p>
<p>Les antennes patch</p>		<p>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.</p>
<p>Les antennes directionnelles</p>		<p>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.</p>

3.13.7 En Savoir plus ...

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



Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=VsXbqs0w8jU&feature=youtu.be&fbclid=IwAR0OpofjfgdzV4DY4hkSg7fxi0iB0A4DZwr uMJ-YAXPgytr00xGcbodFrgM>

3.14 Gyroscope et Acceleromètre

3.14.1 Introduction

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

Le flight controleur est un micro controleur, le gyroscope et accéléromètre y sont connectés via deux types de protocoles, qui accepte une fréquence de rafraichissement 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 QuadGuard](#), très appréciés des dronistes et disponibles en 3 versions :

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

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

3.15.2 En savoir plus ...

Sac Lowepro Quadguard

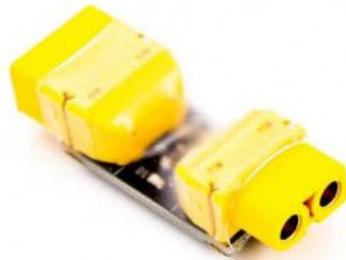


Sorry, the widget is not supported in this export.

But you can reach it using the following URL:

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

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 câblage 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.

3.18 Module GPS



3.18.1 Introduction

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

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

⚠ Tous contrôleurs de vol ne supportent la connectivité d'un module GPS. Si vous prévoyez de connecter un module GPS, assurez-vous de retenir le bon contrôleur de vol.

3.18.2 Connectivité

Les modules GPS disposent habituellement de 6 entrées :

Ground	Neutre
+5V	Alimentation 5 Volts
SDA	
SCL	
TX	
RX	

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.

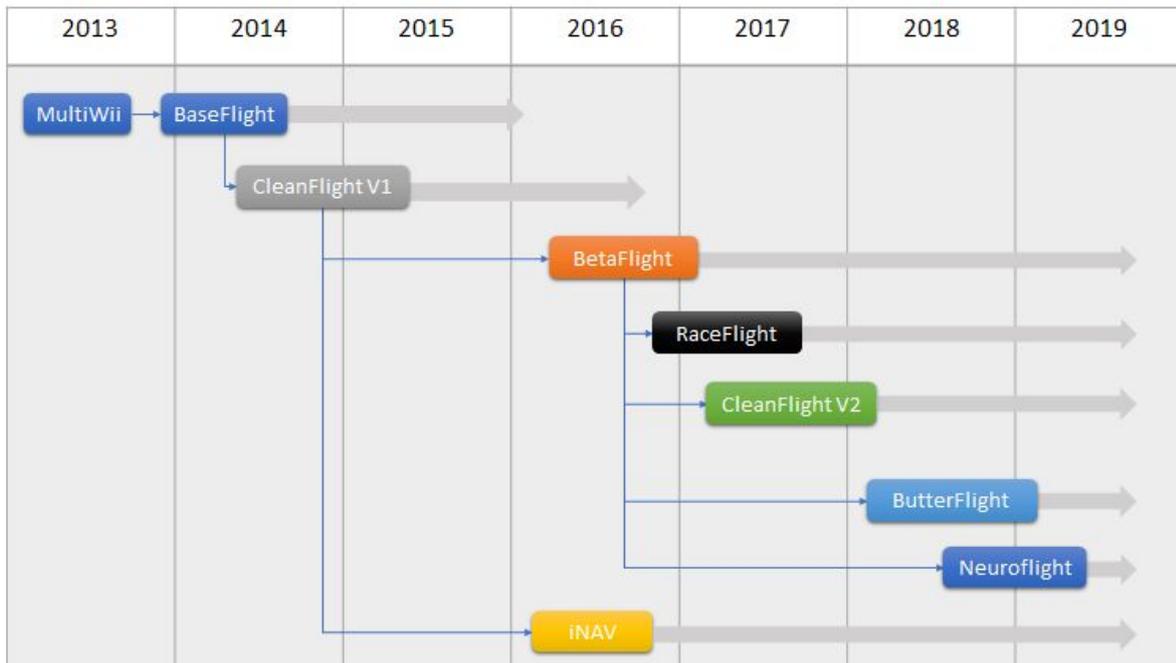
Il existe sur le marché de nombreux logiciels, le plus populaire d'entre eux est aujourd'hui [Betaflight](#).

Logiciel	Description	Licence	URL
Baseflight	<p><i>Ce logiciel n'est plus maintenu depuis plusieurs années.</i></p> <p>Il s'agit d'un fork du logiciel MultiWii par son propre auteur.</p> <p>MultiWii permettait de piloter un multirotors avec une manette de Wii.</p>	<p><i>GNU General Public License v3.0</i></p>	<p>https://github.com/multiwii/baseflight</p>
Cleanflight	<p>Il s'agit d'une réécriture "propre" du code de BaseFlight qui a été utilisé par BetaFlight et iNav comme socle de départ.</p>	<p><i>GNU General Public License v3.0</i></p>	<p>https://github.com/cleanflight/cleanflight</p>
Betaflight	<p>Le logiciel de référence qui équipe aujourd'hui une grande majorité de contrôleurs de vol.</p>	<p><i>GNU General Public License v3.0</i></p>	<p>https://github.com/betaflight/betaflight</p>
Inav	<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>	<p><i>GNU General Public License v3.0</i></p>	<p>https://github.com/iNavFlight/inav</p>

Raceflight (Flight One)	Firmware se voulant simple niveau configuration (basé sur des wizards). Il fonctionne sur du matériel spécifique.	Propriétaire	https://flightone.com/download
Butterflight	Il s'agit d'un fork de Betaflight axé sur les performances et la simplicité d'utilisation.	GNU General Public License v3.0	https://github.com/ButterFlight/butterflight
KISS	Egalement axé sur la simplicité de configuration. Il fonctionne sur du matériel spécifique orienté haut de gamme	Propriétaire	https://kiss.flyduino.net
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.	GNU General Public License v3.0	https://www.librepilot.org
Ardupilot	Probablement le logiciel de pilotage automatique le plus utilisé.	GNU General Public License v3.0	http://ardupilot.org/
Neuroflight	Le premier firmware expérimental intégrant un algorithme d'IA pour régler automatiquement les PID du drone.	GNU General Public License v3.0	https://github.com/wil3/neuroflight

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

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.

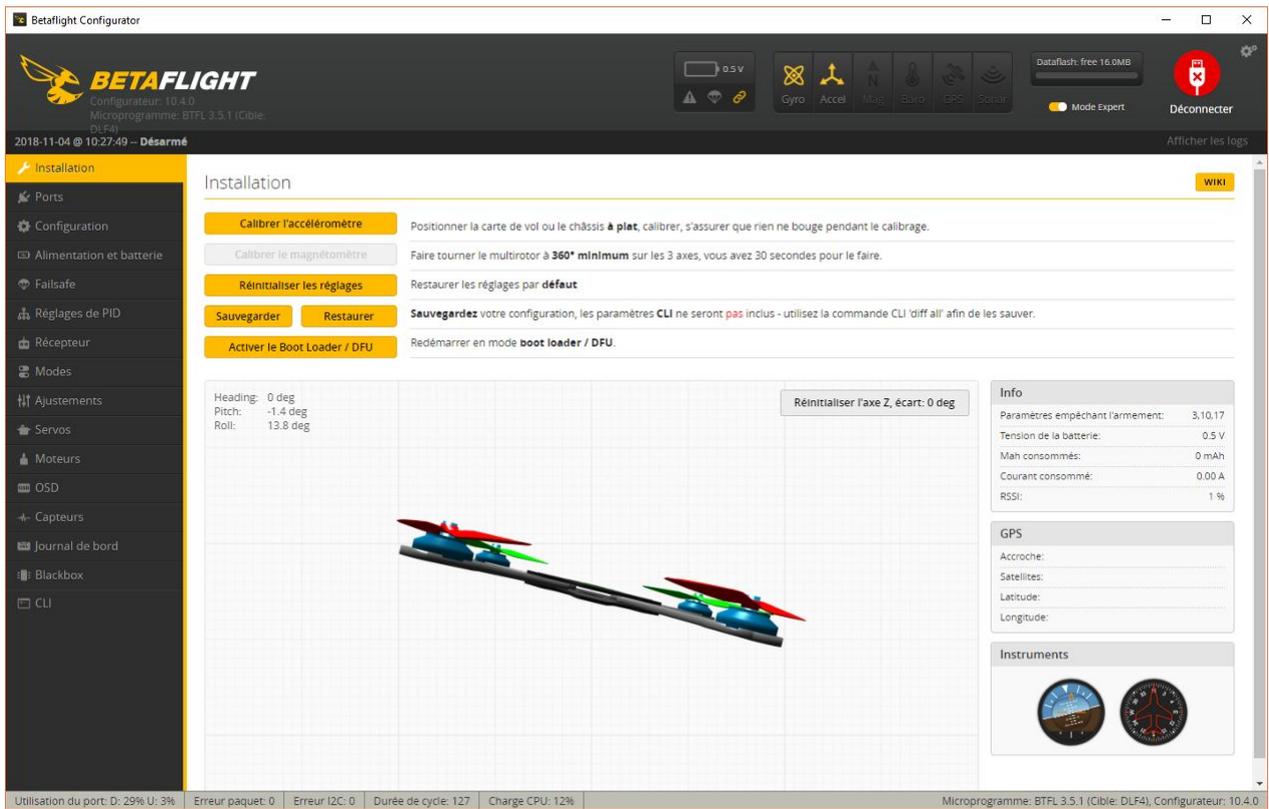
Betaflight se configure par communication série sur USB via des commandes CLI ou via l'interface graphique proposée par [Betaflight Configurator](#).

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 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		Association des boutons de la radiotélécommande avec des fonctions sur Betaflight (choix du mode de vol, armement, beeper ...)
Ajustements		Ajustement de la valeur des signaux émis en fonction de certaines conditions.
Servos		Association de servos à des canaux.
Moteurs		Contrôle et vérification de bon fonctionnement des moteurs.
OSD		Configuration des informations affichées sur l'écran.
Capteurs		Visualisation des signaux émis par les différents capteurs : gyroscope, accéléromètre ...
Journal de bord		Configuration des éléments à enregistrer dans le journal de bord
Blackbox		Configuration des fonctionnalités de création de fichiers pour analyse post-vol
CLI		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.

Mode Expert

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

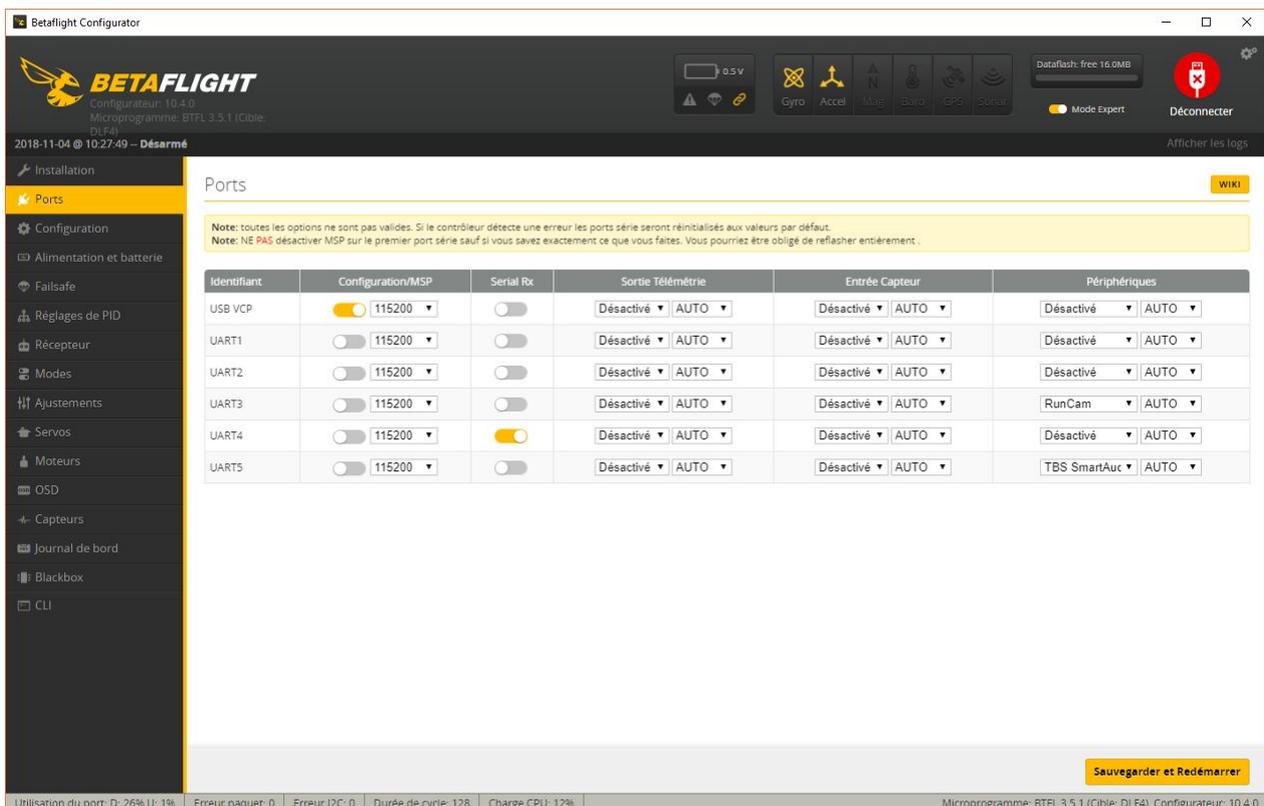
Sauvegarde de la configuration

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

Activation du Bootloader

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



Betaflight Configurator
 2018-11-04 @ 10:27:49 -- Désarmé

Ports

Note: toutes les options ne sont pas valides. Si le contrôleur détecte une erreur les ports série seront réinitialisés aux valeurs par défaut.
 Note: NE PAS désactiver MSP sur le premier port série sauf si vous savez exactement ce que vous faites. Vous pourriez être obligé de reflasher entièrement.

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

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

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

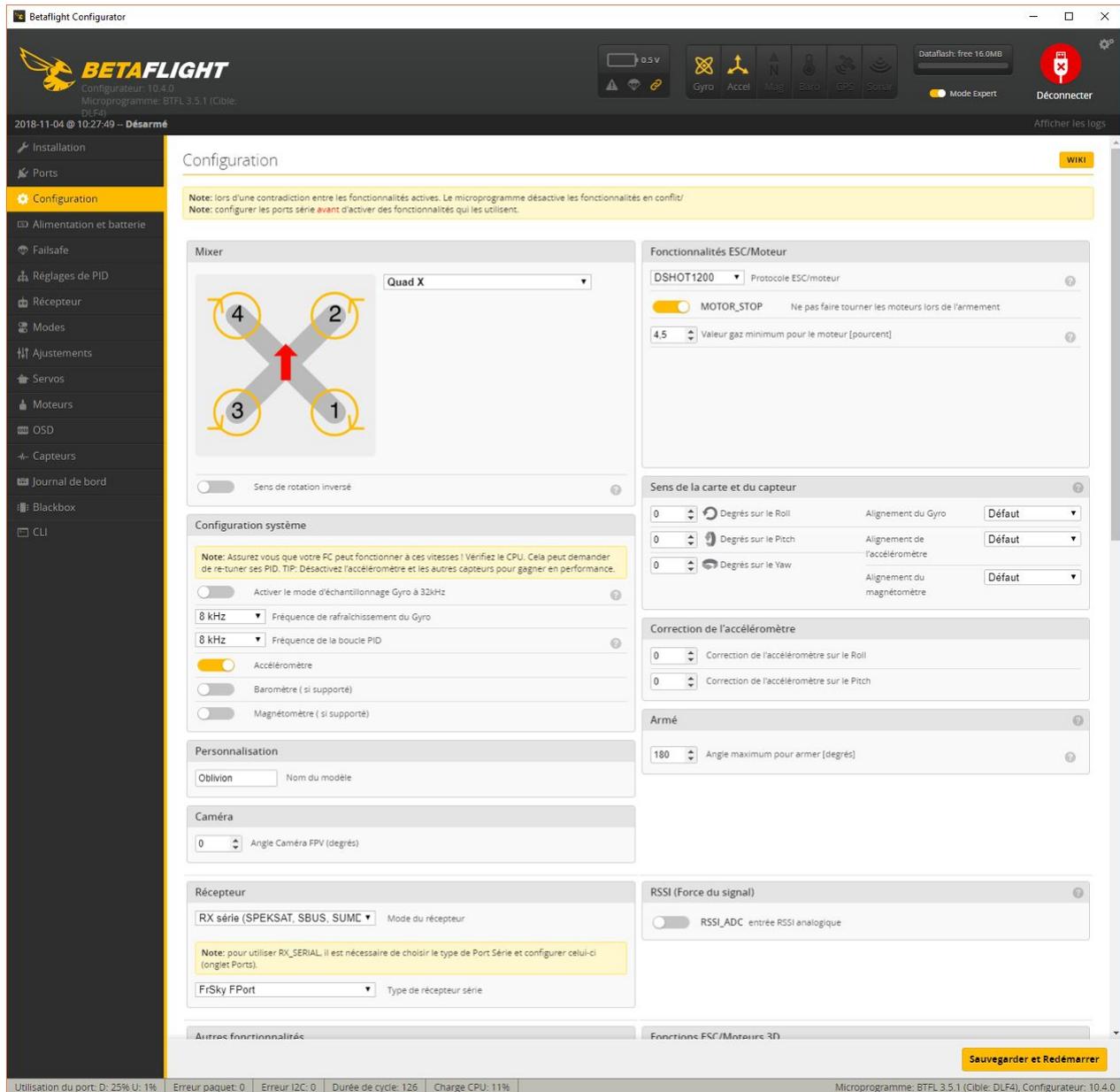
Ces entrées / sorties de votre carte de vol s'appellent UART, en fonction de la carte retenue, le nombre d'UART peut varier.

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



The screenshot shows the Betaflight Configurator interface. The top bar includes the Betaflight logo, version information (10.4.0), and a status bar with battery level (0.5V), connection status, and a 'Déconnecter' button. The left sidebar contains navigation options: Installation, Ports, Configuration (selected), Alimentation et batterie, Failsafe, Réglages de PID, Récepteur, Modes, Ajustements, Servos, Moteurs, OSD, Capteurs, Journal de bord, Blackbox, and CLI. The main content area is titled 'Configuration' and contains several sections:

- Mixer:** A diagram of a quadcopter with motors numbered 1-4 and a red arrow pointing up. A dropdown menu is set to 'Quad X'. Below it is a checkbox for 'Sens de rotation inversé'.
- Fonctionnalités ESC/Moteur:** A dropdown for 'DSHOT1200' and 'Protocole ESC/moteur'. A checked checkbox for 'MOTOR_STOP' with the note 'Ne pas faire tourner les moteurs lors de l'armement'. A slider for 'Valeur gaz minimum pour le moteur [pourcent]' set to 4.5.
- Sens de la carte et du capteur:** Three sections for 'Degrés sur le Roll', 'Degrés sur le Pitch', and 'Degrés sur le Yaw', each with a dropdown for 'Alignement du Gyro', 'Alignement de l'accéléromètre', and 'Alignement du magnétomètre', all set to 'Défaut'.
- Correction de l'accéléromètre:** Two sections for 'Correction de l'accéléromètre sur le Roll' and 'Correction de l'accéléromètre sur le Pitch', both set to 0.
- Armé:** A dropdown for 'Angle maximum pour armer [degrés]' set to 180.
- Récepteur:** A dropdown for 'RX série (SPEKSAT, SBUS, SUMC)' and 'Mode du récepteur'. A note: 'Note: pour utiliser RX_SERIAL, il est nécessaire de choisir le type de Port Série et configurer celui-ci (onglet Ports)'. A dropdown for 'FrSky FPort' and 'Type de récepteur série'.
- Configuration système:** A note: 'Note: Assurez vous que votre FC peut fonctionner à ces vitesses ! Vérifiez le CPU. Cela peut demander de re-tuner ses PID. TIP: Désactivez l'accéléromètre et les autres capteurs pour gagner en performance.' Below are checkboxes for 'Activer le mode d'échantillonnage Gyro à 32kHz', 'Fréquence de rafraichissement du Gyro' (8 kHz), 'Fréquence de la boucle PID' (8 kHz), 'Accéléromètre', 'Baromètre (si supporté)', and 'Magnétomètre (si supporté)'.
- Personnalisation:** A text field for 'Oblivion' and 'Nom du modèle'.
- Caméra:** A dropdown for 'Angle Caméra FPV (degrés)' set to 0.
- RSSI (Force du signal):** A checkbox for 'RSSI_ADC entrée RSSI analogique'.

The bottom status bar shows: 'Utilisation du port: D: 25% U: 1%' | 'Erreur paquet: 0' | 'Erreur I2C: 0' | 'Durée de cycle: 126' | 'Charge CPU: 11%' | 'Microprogramme: BTF3.3.5.1 (Cible: DLF4), Configurateur: 10.4.0'.

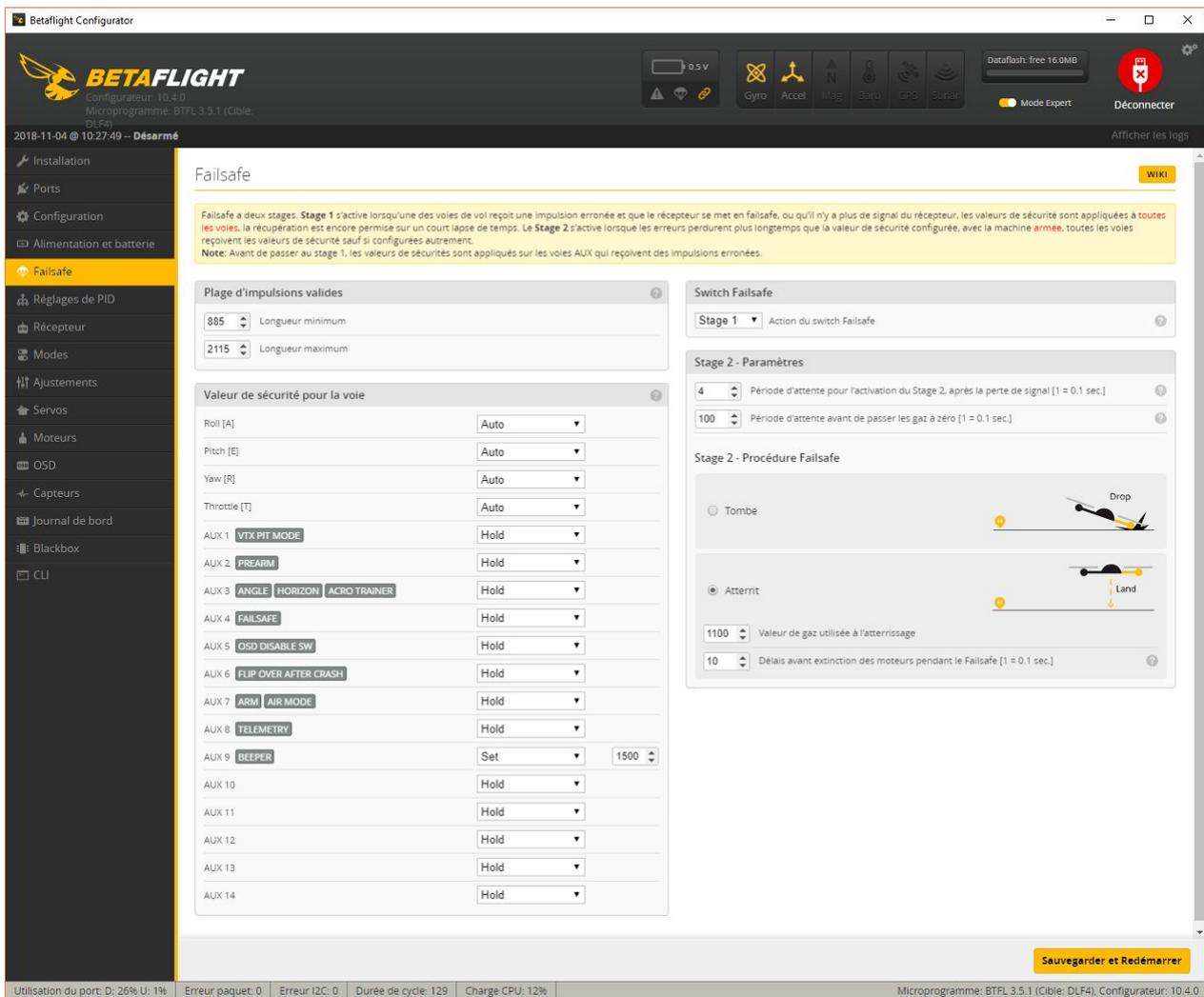
Cette page de configuration dans [Betaflight](#) est très riche, on y retrouve de nombreux éléments comme la configuration des moteurs, du récepteurs et l'activation des fonctions embarquées ...

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



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

Failsafe

Failsafe à deux stages. **Stage 1** s'active lorsqu'une des voies de vol reçoit une impulsion erronée et que le récepteur se met en failsafe, ou qu'il n'y a plus de signal du récepteur, les valeurs de sécurité sont appliquées à toutes les voies; la récupération est encore permise sur un court laps de temps. Le **Stage 2** s'active lorsque les erreurs perdurent plus longtemps que la valeur de sécurité configurée, avec la machine armée, toutes les voies reçoivent les valeurs de sécurité sauf si configurées autrement.
 Note: Avant de passer au stage 1, les valeurs de sécurité sont appliquées sur les voies AUX qui reçoivent des impulsions erronées.

Plage d'impulsions valides

885 Longueur minimum
 2115 Longueur maximum

Valeur de sécurité pour la voie

Roll [A]	Auto
Pitch [E]	Auto
Yaw [R]	Auto
Throttle [T]	Auto
AUX 1 VTX PIT MODE	Hold
AUX 2 PREARM	Hold
AUX 3 ANGLE HORIZON ACRO TRAINER	Hold
AUX 4 FAILSAFE	Hold
AUX 5 OSD DISABLE SW	Hold
AUX 6 FLIP OVER AFTER CRASH	Hold
AUX 7 ARM AIR MODE	Hold
AUX 8 TELEMETRY	Hold
AUX 9 BEEPER	Set 1500
AUX 10	Hold
AUX 11	Hold
AUX 12	Hold
AUX 13	Hold
AUX 14	Hold

Switch Failsafe

Stage 1 Action du switch Failsafe

Stage 2 - Paramètres

4 Période d'attente pour l'activation du Stage 2, après la perte de signal [1 = 0.1 sec.]
 100 Période d'attente avant de passer les gaz à zéro [1 = 0.1 sec.]

Stage 2 - Procédure Failsafe

Tombe 
 Atterrir 

1100 Valeur de gaz utilisée à l'atterrissage
 10 Délais avant extinction des moteurs pendant le Failsafe [1 = 0.1 sec.]

Sauvegarder et Redémarrer

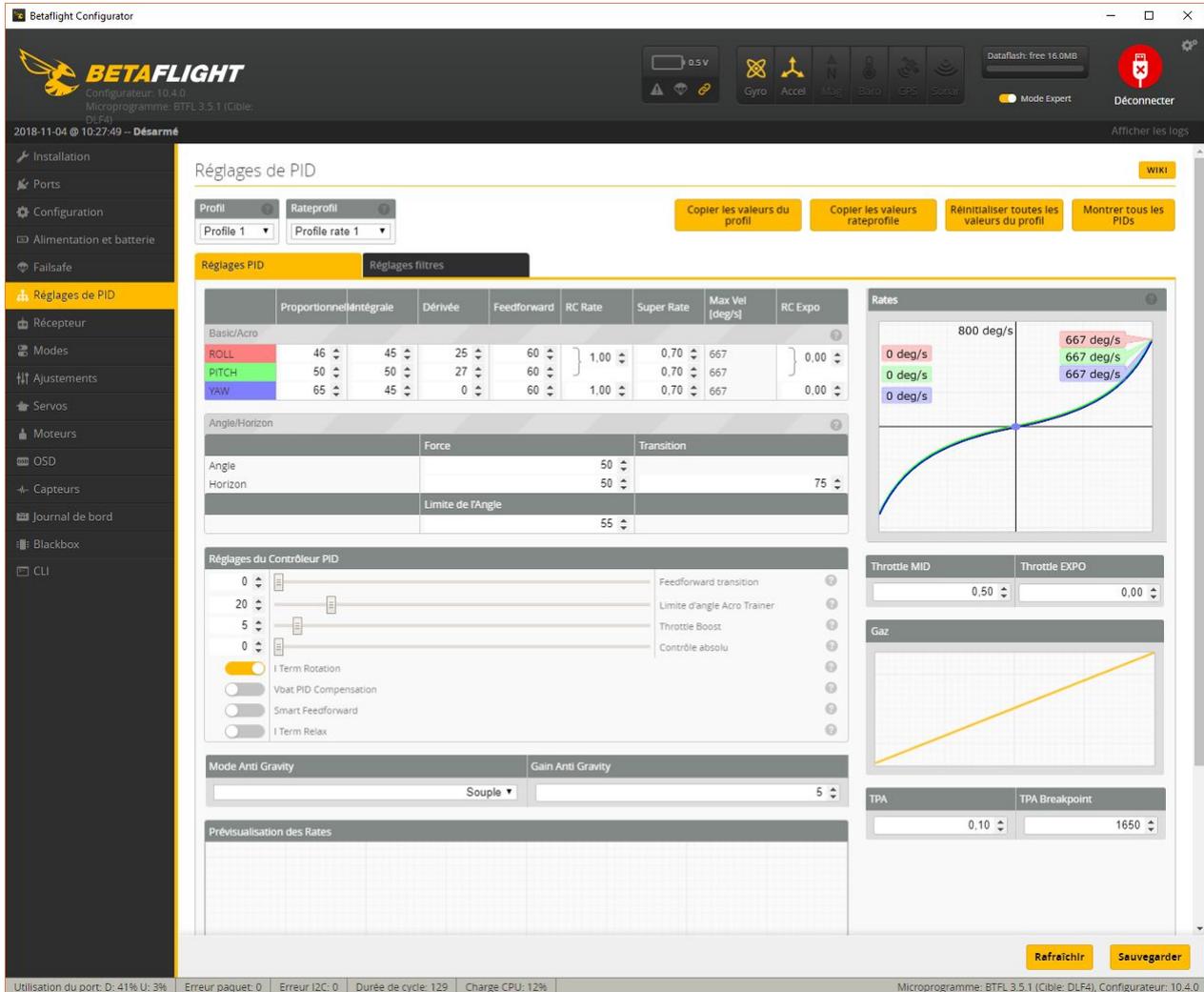
Utilisation du port: D: 26% U: 1% Erreur paquet: 0 Erreur I2C: 0 Durée de cycle: 129 Charge CPU: 12% Microprogramme: BTFL 3.5.1 (Cible: DLF4), Configurateur: 10.4.0

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



The screenshot shows the Betaflight Configurator interface. The main section is titled "Réglages de PID". It includes a table for PID settings, a "Rates" graph, and various control options.

	Proportionnel	Intégrale	Dérivée	Feedforward	RC Rate	Super Rate	Max Vel (deg/s)	RC Expo
Basic/Acro								
ROLL	46	45	25	60	1.00	0.70	667	0.00
PITCH	50	50	27	60	1.00	0.70	667	0.00
YAW	65	45	0	60	1.00	0.70	667	0.00

The "Rates" graph shows a curve for roll, pitch, and yaw rates, with a maximum rate of 800 deg/s. The "Réglages du Contrôleur PID" section includes sliders for Feedforward transition, Limite d'angle Acro Trainer, Throttle Boost, and Contrôle absolu. The "Mode Anti Gravity" section has a "Gain Anti Gravity" slider set to 5.

Cette page permet de configurer les PID de votre quadrirotor. Ces PID vont influencer 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.

En savoir plus ...

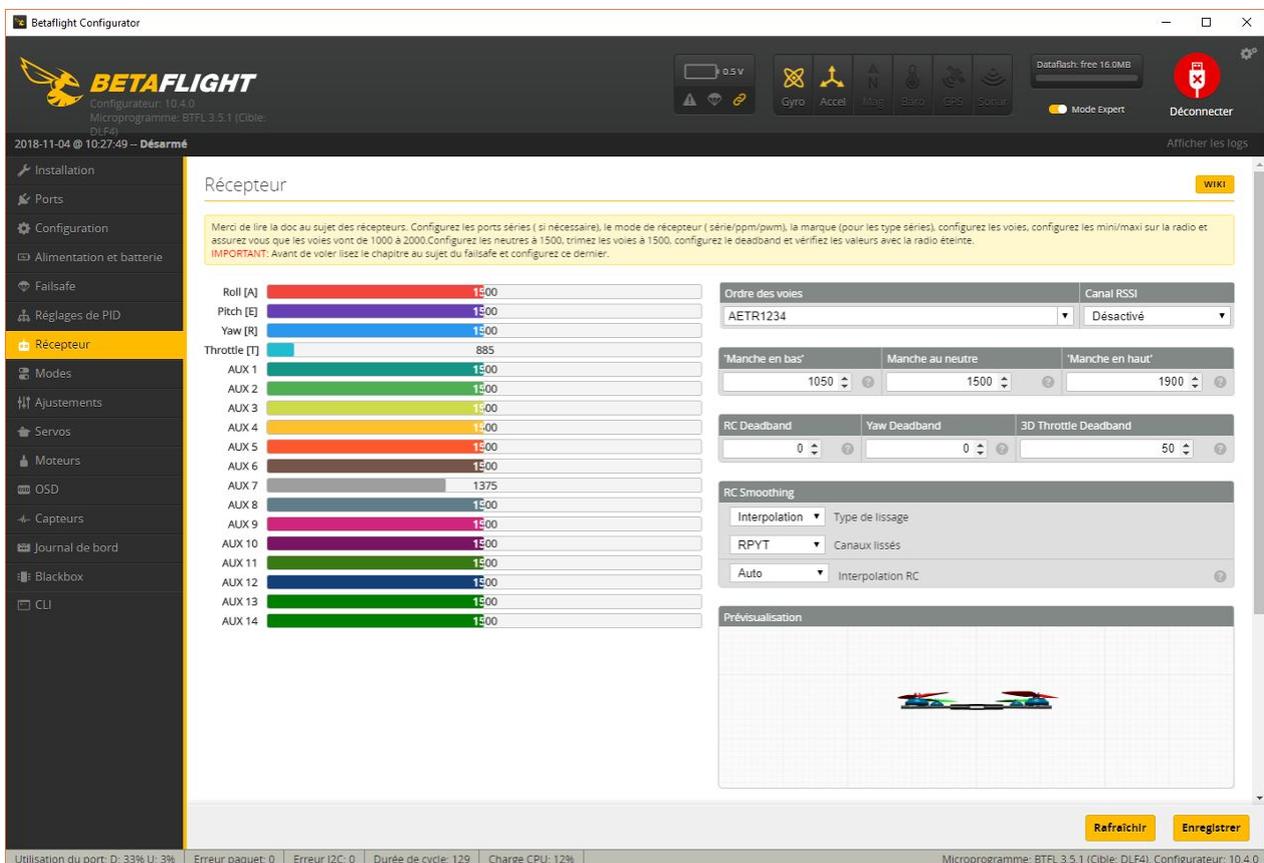
Réglages PID - théorie et exemple pratique



Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

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

4.3.6 Betaflight - Récepteur



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

Récepteur

Merci de lire la doc au sujet des récepteurs. Configurez les ports séries (si nécessaire), le mode de récepteur (série/ppm/pwm), la marque (pour les type séries), configurez les voies, configurez les mini/maxi sur la radio et assurez vous que les voies vont de 1000 à 2000. Configurez les neutres à 1500, trimmez les voies à 1500, configurez le deadband et vérifiez les valeurs avec le radio étirée.
IMPORTANT: Avant de voler lisez le chapitre au sujet du failsafe et configurez ce dernier.

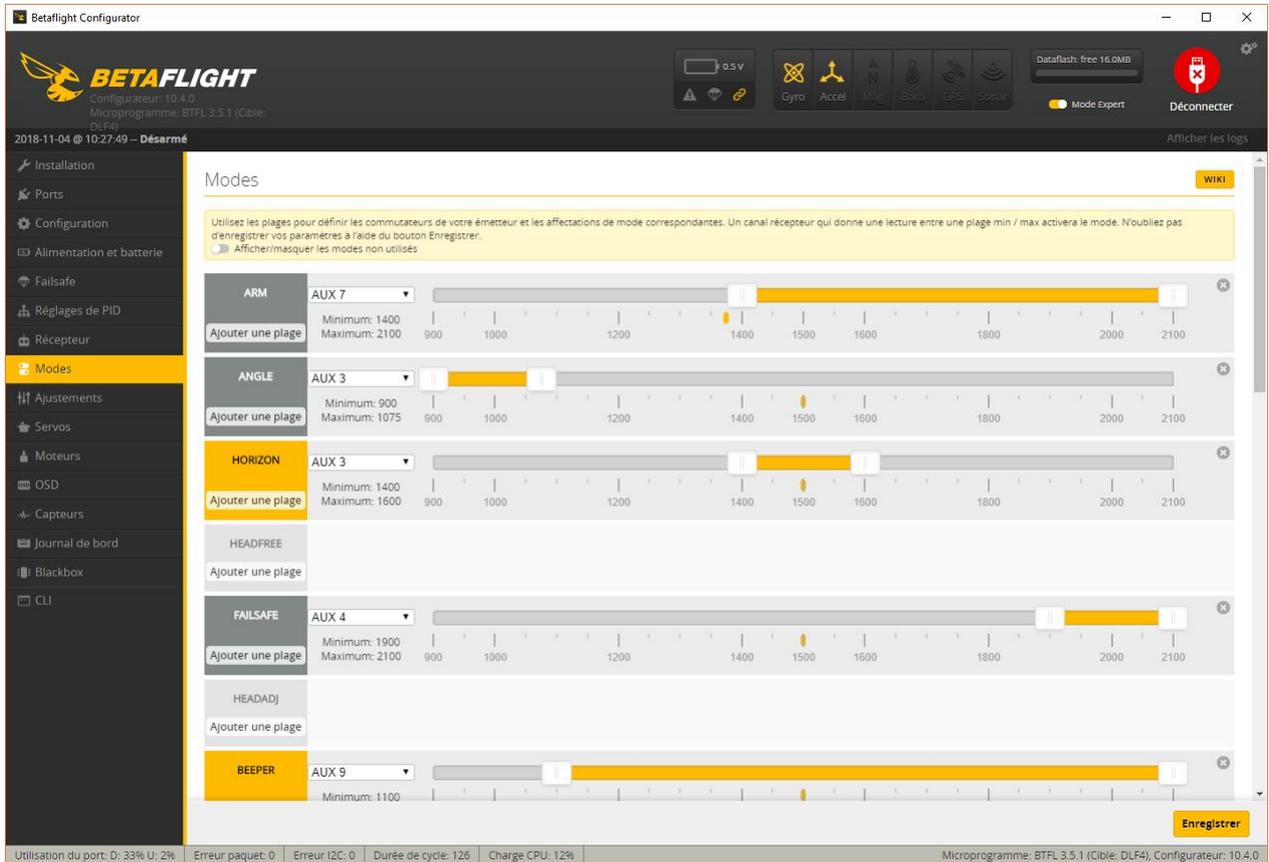
Roll [A]	1500	Ordre des voies	AETR1234	Canal RSSI	Désactivé
Pitch [E]	1500	'Manche en bas'	1050	'Manche au neutre'	1500
Yaw [R]	1500	'Manche en haut'	1900	RC Deadband	0
Throttle [T]	885	Yaw Deadband	0	3D Throttle Deadband	50
AUX 1	1500	RC Smoothing	Interpolation	Type de lissage	RPYT
AUX 2	1500			Canaux lissés	Auto
AUX 3	1500			Interpolation RC	
AUX 4	1500				
AUX 5	1500				
AUX 6	1500				
AUX 7	1375				
AUX 8	1500				
AUX 9	1500				
AUX 10	1500				
AUX 11	1500				
AUX 12	1500				
AUX 13	1500				
AUX 14	1500				

Utilisation du port: D: 33% U: 3% Erreur paquet: 0 Erreur I2C: 0 Durée de cycle: 129 Charge CPU: 12% Microprogramme: BTFL 3.5.1 (Cible: DLF4), Configurateur: 10.4.0

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 jauges 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 un mode Betaflight : changer le mode de vol, armer les moteurs, activer le mode Failsafe ...

Vous devrez avoir préalablement configuré 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'Air mode depuis l'interrupteur d'armement des moteurs.

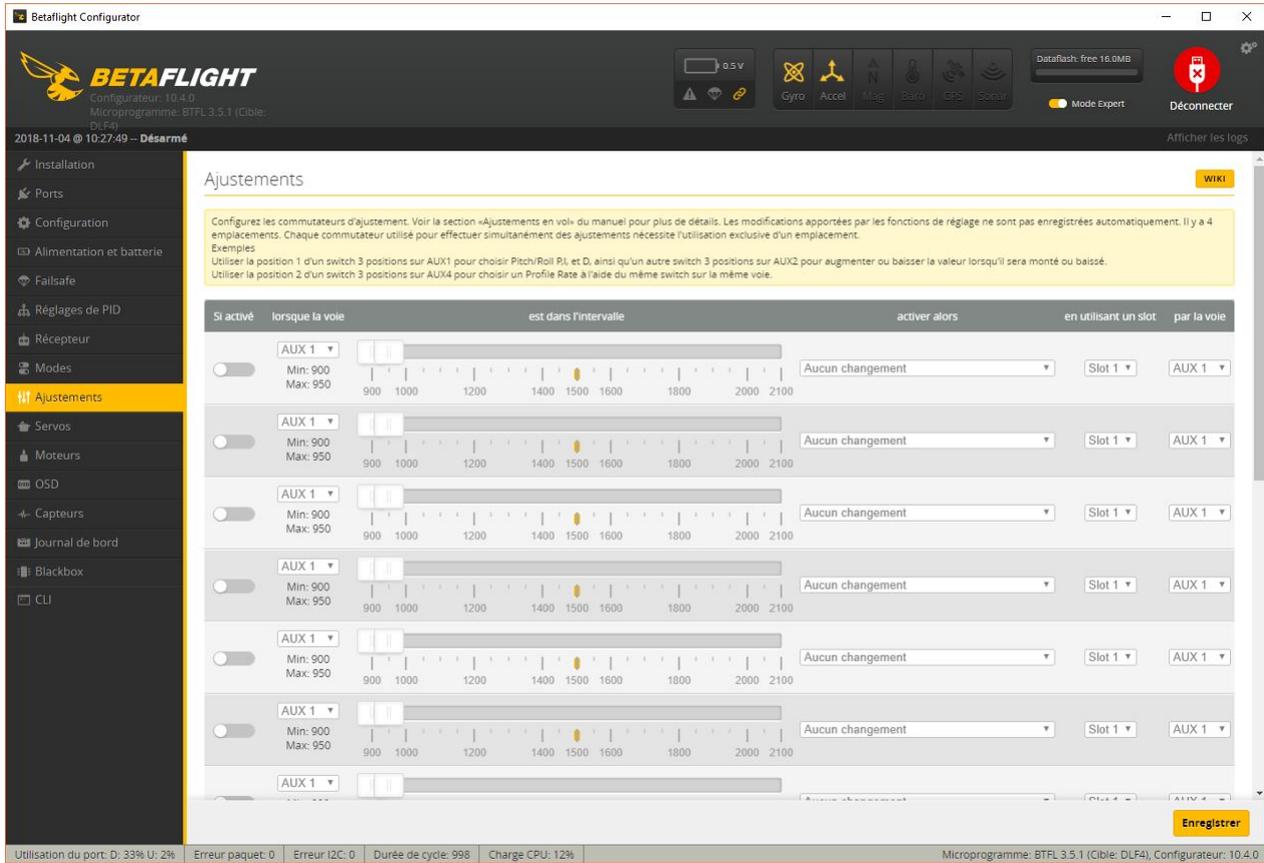
Liste des modes disponibles

ID	Nom	Description	Utilité
0	ARM	Active les moteurs et la stabilisation du vol	INDISPENSABLE
1	ANGLE	Mode de pilotage assisté (ancien mode)	
2	HORIZON	Mode de pilotage assisté	PRATIQUE
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	Active la stabilisation de la caméra	
12	PASSTHRU	Pass roll, yaw, and pitch directly from rx to servos in airplane mix	
13	BEEPERON	Active le bip pour permettre de retrouver plus facilement son drone.	PRATIQUE
15	LEDLOW	Éteint les LED	
17	CALIB	Réalise la calibration	
19	OSD	Active l'affichage de l'OSD	
20	TELEMETRY	Active la télémétrie	
23	SERVO1	Servo 1	

ID	Nom	Description	Utilité
24	SERVO2	Servo 2	
25	SERVO3	Servo 3	
26	BLACKBOX	Active les logs de la BlackBox	
27	FAILSAFE	Active le mode 2 du failsafe manuellement	INDISPENSABLE
28	AIRMODE	Active la rotation des hélices pour une meilleure stabilité du drone	PRATIQUE
29	3D	Active le mode 3D mode	
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	

ID	Nom	Description	Utilité
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	
45	PARALYZE	Désactive complètement le drone tant que sa batterie n'a pas été débrancher.	
46	GPS RESCUE	Active le mode "Retour à la maison", le drone ira atterrir automatiquement à l'endroit d'où il a décollé.	
47	ACRO TRAINER	Active le mode "ACRO" avec une correction du pilotage si l'angle pris est trop important pour éviter un crash.	

4.3.8 Betaflight - Ajustements



Betaflight Configurator

BETAFLIGHT
 Configurateur: 10.4.0
 Microprogramme: BTFL 3.5.1 (Cible: DLF4)

2018-11-04 @ 10:27:49 -- Désarmé

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

Ajustements WIKI

Configurez les commutateurs d'ajustement. Voir la section «Ajustements en vol» du manuel pour plus de détails. Les modifications apportées par les fonctions de réglage ne sont pas enregistrées automatiquement. Il y a 4 emplacements. Chaque commutateur utilisé pour effectuer simultanément des ajustements nécessite l'utilisation exclusive d'un emplacement.
 Exemples
 Utiliser la position 1 d'un switch 3 positions sur AUX1 pour choisir Pitch/Roll/P, et D, ainsi qu'un autre switch 3 positions sur AUX2 pour augmenter ou baisser la valeur lorsqu'il sera monté ou baissé.
 Utiliser la position 2 d'un switch 3 positions sur AUX4 pour choisir un Profile Rate à l'aide du même switch sur la même voie.

Si activé	lorsque la voie	est dans l'intervalle	activer alors	en utilisant un slot	par la voie
<input type="checkbox"/>	AUX 1 Min: 900 Max: 950	900 1000 1200 1400 1500 1600 1800 2000 2100	Aucun changement	Slot 1	AUX 1
<input type="checkbox"/>	AUX 1 Min: 900 Max: 950	900 1000 1200 1400 1500 1600 1800 2000 2100	Aucun changement	Slot 1	AUX 1
<input type="checkbox"/>	AUX 1 Min: 900 Max: 950	900 1000 1200 1400 1500 1600 1800 2000 2100	Aucun changement	Slot 1	AUX 1
<input type="checkbox"/>	AUX 1 Min: 900 Max: 950	900 1000 1200 1400 1500 1600 1800 2000 2100	Aucun changement	Slot 1	AUX 1
<input type="checkbox"/>	AUX 1 Min: 900 Max: 950	900 1000 1200 1400 1500 1600 1800 2000 2100	Aucun changement	Slot 1	AUX 1
<input type="checkbox"/>	AUX 1 Min: 900 Max: 950	900 1000 1200 1400 1500 1600 1800 2000 2100	Aucun changement	Slot 1	AUX 1
<input type="checkbox"/>	AUX 1 Min: 900 Max: 950	900 1000 1200 1400 1500 1600 1800 2000 2100	Aucun changement	Slot 1	AUX 1

Enregistrer

Utilisation du port: D: 33% U: 2% Erreur paquet: 0 Erreur I2C: 0 Durée de cycle: 998 Charge CPU: 12% Microprogramme: BTFL 3.5.1 (Cible: DLF4), Configurateur: 10.4.0

4.3.9 Betaflight - Servos

Betaflight Configurator
0.5V
Gyro Accel Mag Baro GPS Sonar
Dataflash: free 16.0MB
Mode Expert
Déconnecter

2018-11-04 @ 10:27:49 -- Désarmé

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

Servos WIKI

Changer la direction dans la télécommande afin de correspondre

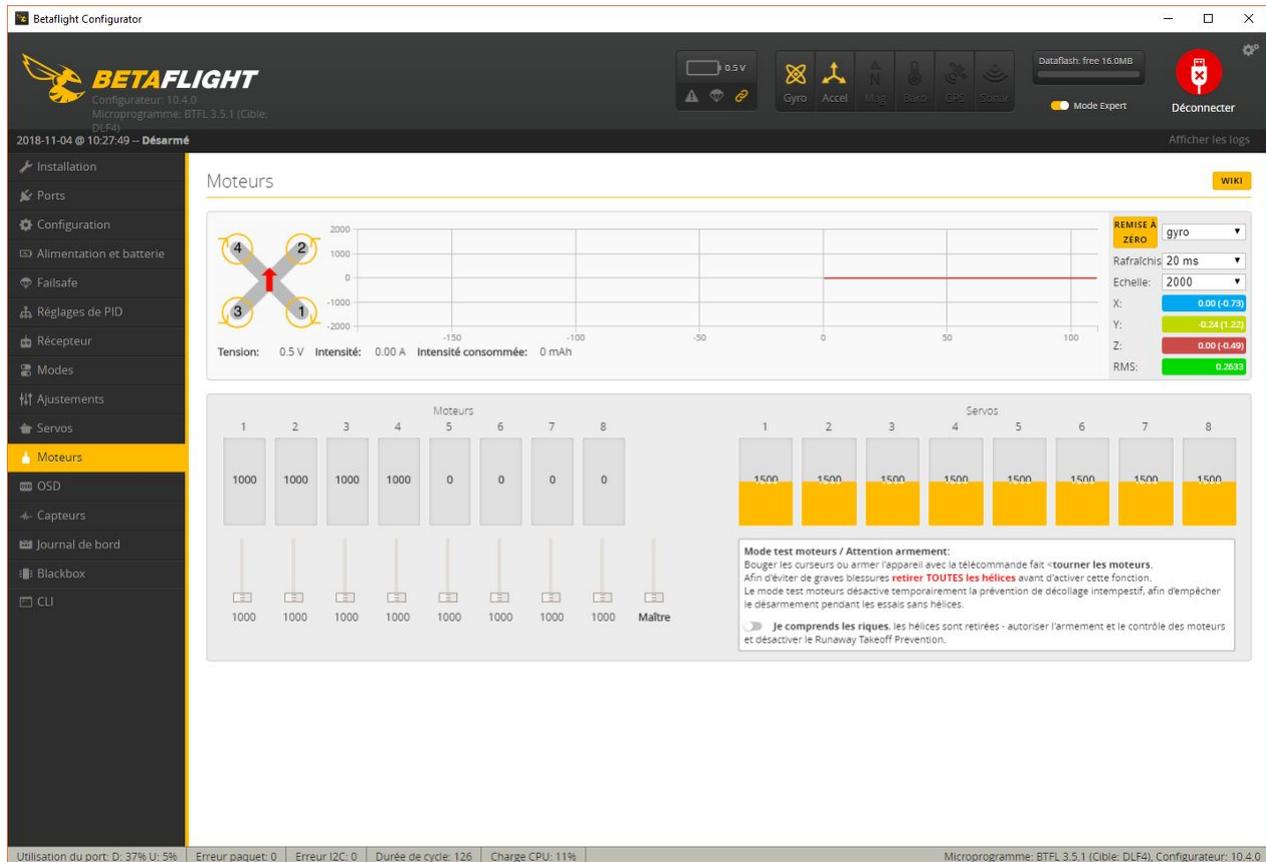
Nom	MID	MIN	MAX	CH1	CH2	CH3	CH4	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	Direction et rate
Servo 0	1500	1000	2000	<input type="checkbox"/>	Rate: 100%																	
Servo 1	1500	1000	2000	<input type="checkbox"/>	Rate: 100%																	
Servo 2	1500	1000	2000	<input type="checkbox"/>	Rate: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

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), Configrateur: 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.

Remapper les ESC dans betaflight

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

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

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

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

Plan moteur Betaflight	Moteur qui tourne
1	2
2	3
3	1
4	2

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

```
resource list
```

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

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

Plan moteur Betaflight	Moteur qui tourne	Port Betaflight
1	4	B01
2	3	B00
3	1	A01
4	2	A02

Puis supprimez l'allocation des moteurs :

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

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

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

Finalisez la configuration en sauvegardant les paramètres :

```
save
```

Calibrer les ESC

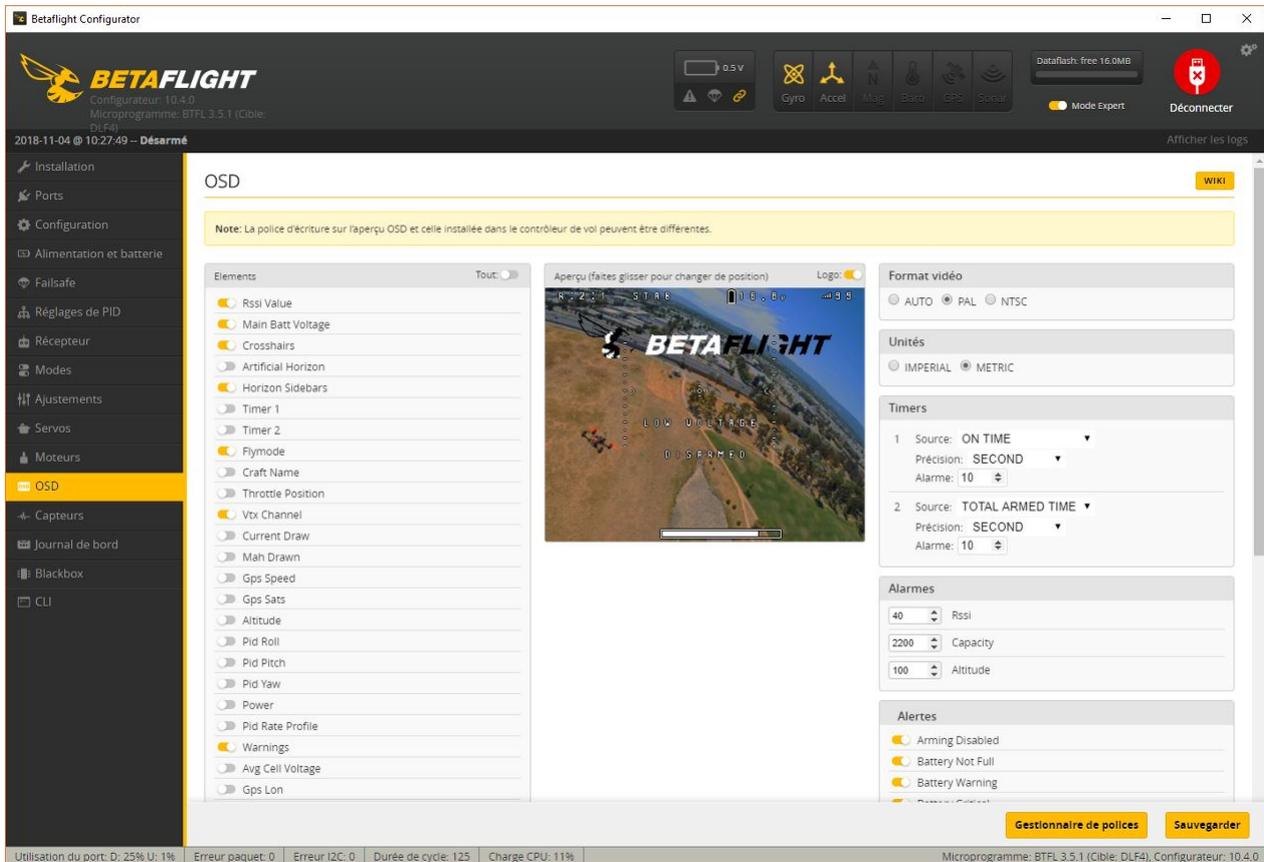
La calibration de vos ESC est seulement nécessaire si vous utilisez un protocole Analogique pour contrôler vos ESC depuis votre carte de vol.

	Analogique (Oneshot et Multishot)	Numérique (DShot)
Calibration nécessaire ?	Oui	Non

Pour calibrer vos ESC, la méthode est la suivante :

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

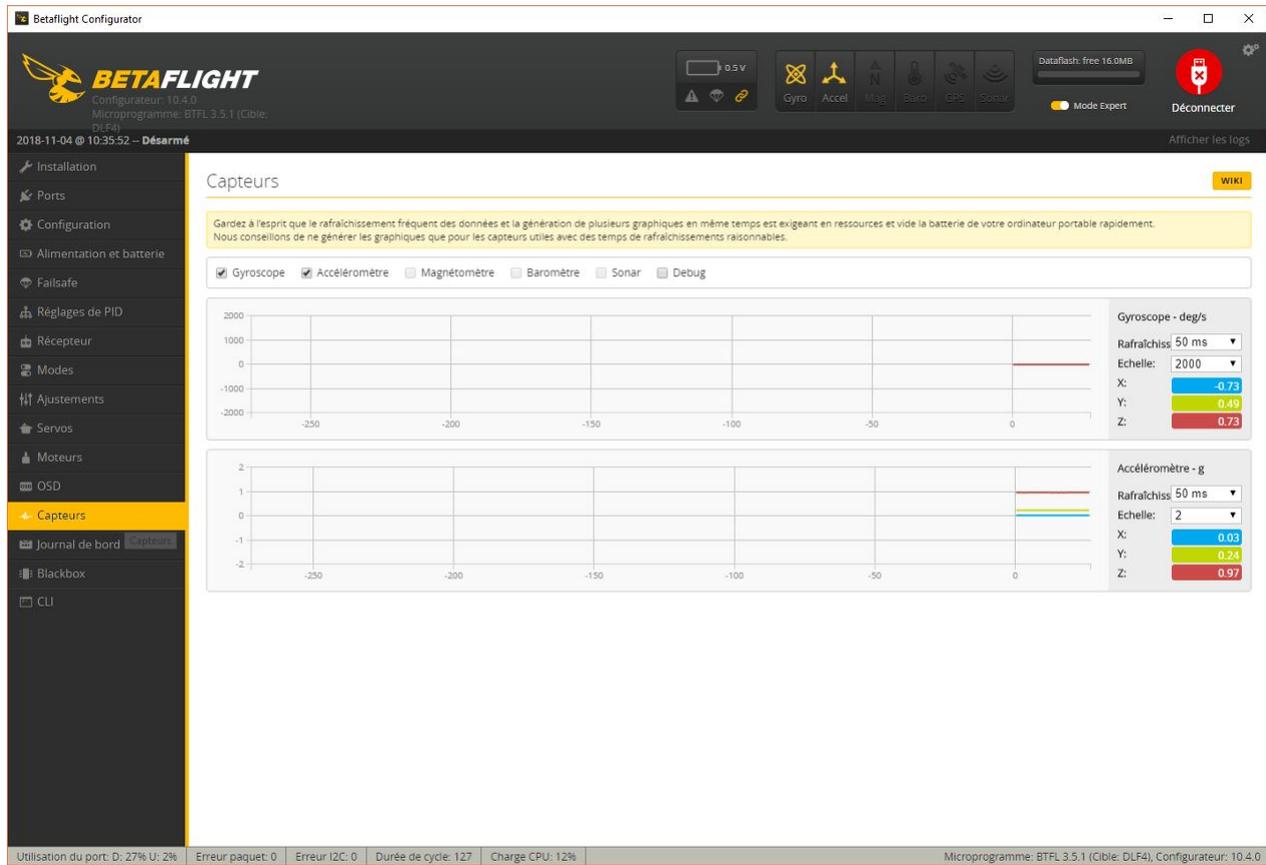
4.3.11 Betaflight - OSD



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.

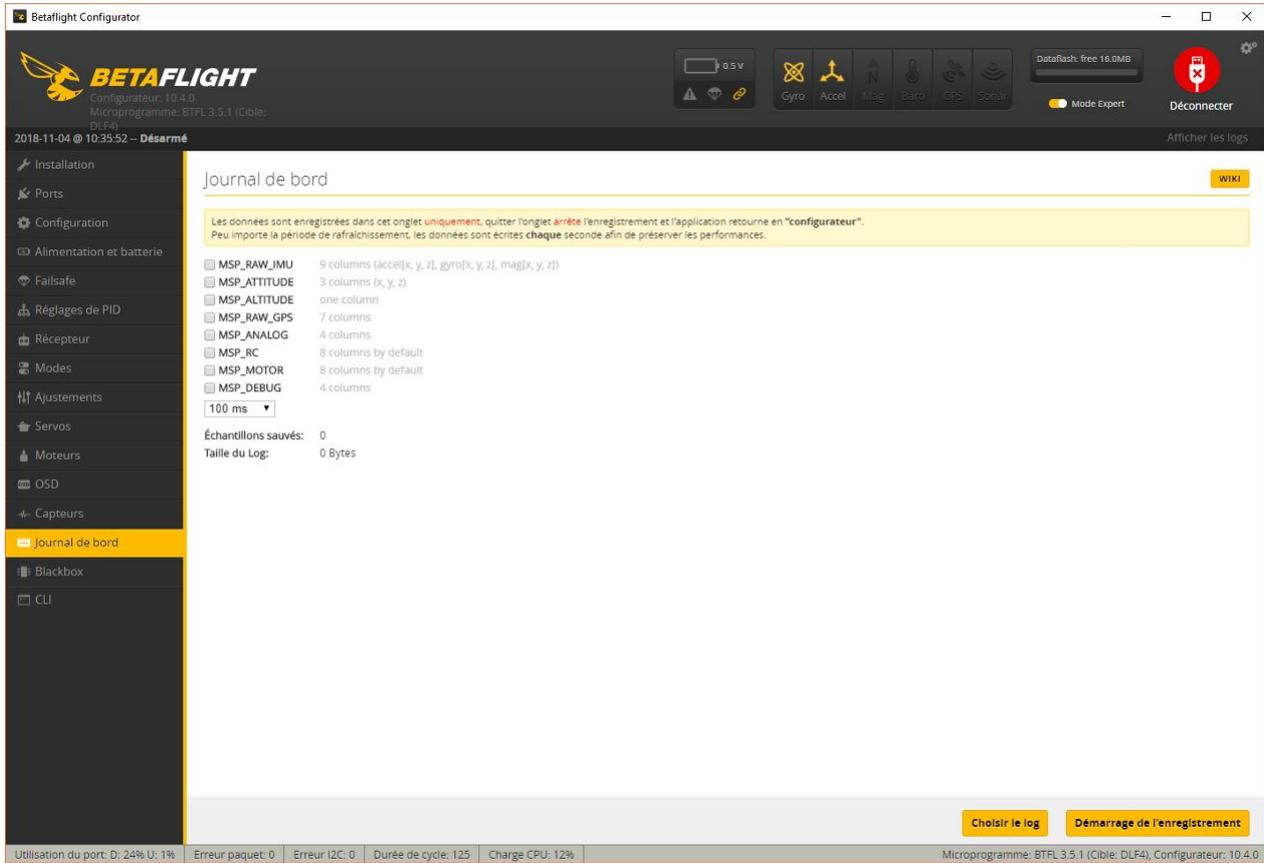
4.3.12 Betaflight - Capteurs



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



Betaflight Configurator

BETAFLIGHT
 Configurateur: 10.4.0
 Microprogramme: BTFL 3.5.1 (Cible: DLF4)

2018-11-04 @ 10:35:52 -- Désarmé

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

0.5 V
 Gyro Accel Mag Baro GPS Sonar
 Dataflash: free 16.0MB
 Mode Expert
 Déconnecter

Afficher les logs

Journal de bord

WIKI

Les données sont enregistrées dans cet onglet **uniquement**, quitter l'onglet **arrête** l'enregistrement et l'application retourne en "configurateur".
 Peu importe la période de rafraichissement, les données sont écrites **chaque** seconde afin de préserver les performances.

- MSP_RAW_IMU 9 columns (accel[x, y, z], gyro[x, y, z], mag[x, y, z])
- MSP_ATTITUDE 3 columns (x, y, z)
- MSP_ALTITUDE one column
- MSP_RAW_GPS 7 columns
- MSP_ANALOG 4 columns
- MSP_RC 8 columns by default
- MSP_MOTOR 8 columns by default
- MSP_DEBUG 4 columns

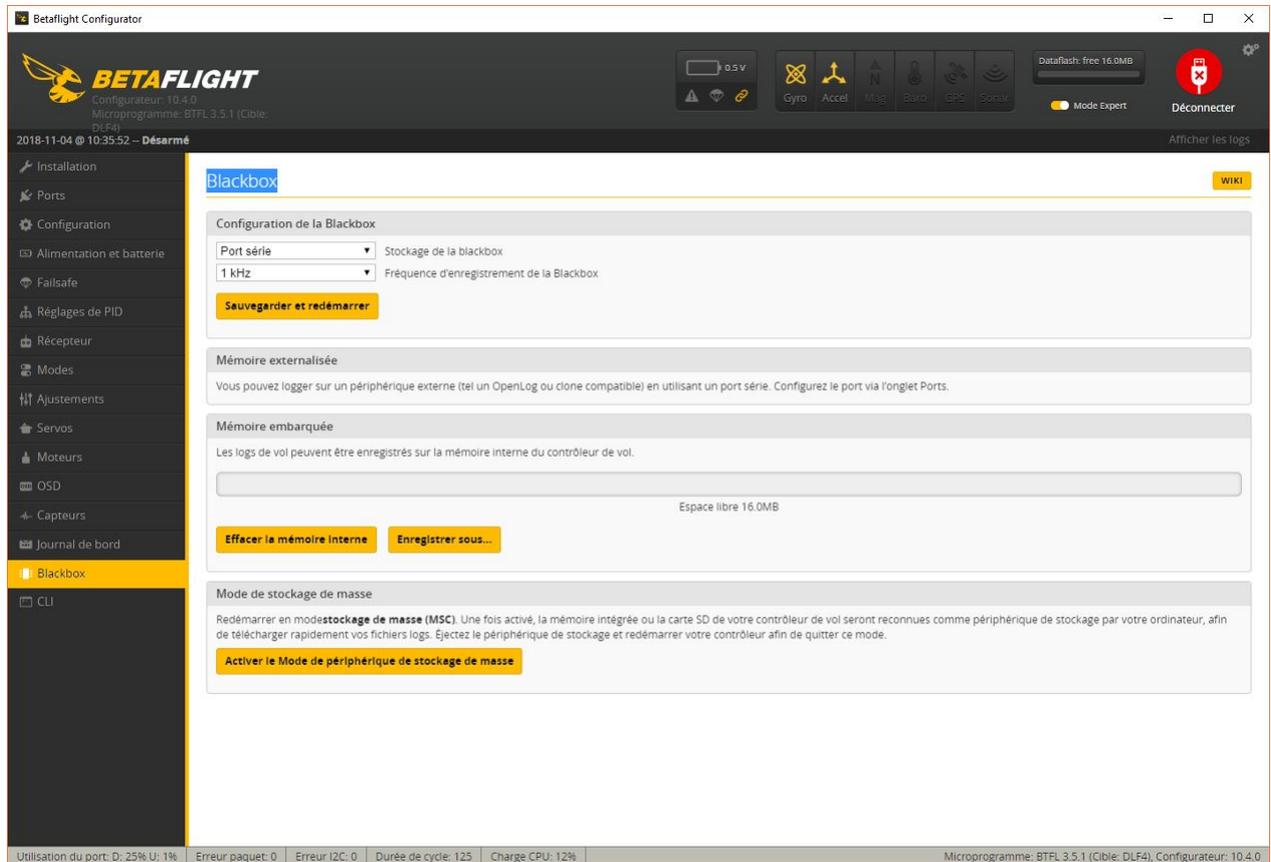
100 ms

Échantillons sauvs: 0
 Taille du Log: 0 Bytes

Choisir le log Démarrage de l'enregistrement

Utilisation du port: D: 24% U: 1% Erreur paquet: 0 Erreur I2C: 0 Durée de cycle: 125 Charge CPU: 12% Microprogramme: BTFL 3.5.1 (Cible: DLF4), Configurateur: 10.4.0

4.3.14 Betaflight - Blackbox



The screenshot shows the Betaflight Configurator interface with the Blackbox configuration page selected. The page is titled "Blackbox" and contains the following sections:

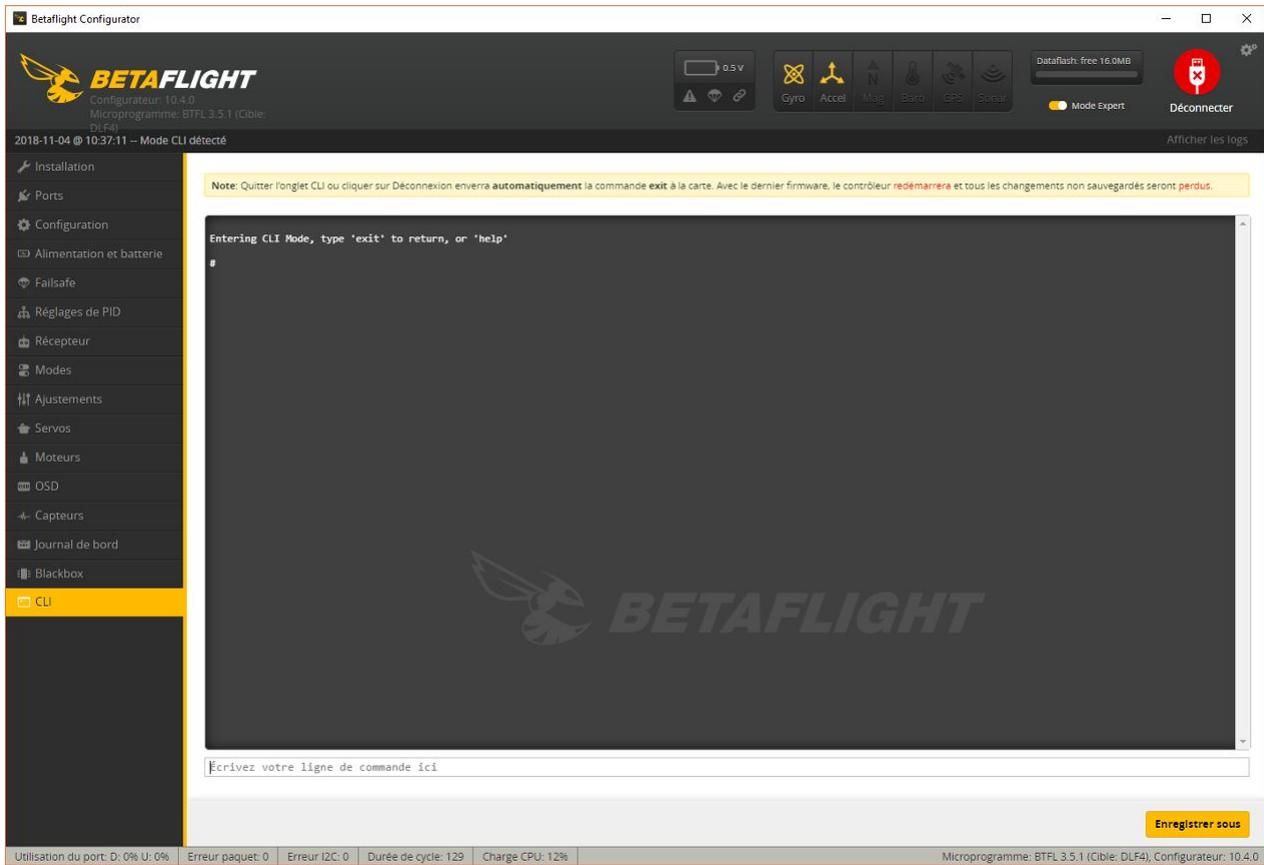
- Configuration de la Blackbox:** Includes dropdown menus for "Port série" (set to "Port série") and "Fréquence d'enregistrement de la Blackbox" (set to "1 KHz"). A "Sauvegarder et redémarrer" button is present.
- Mémoire externalisée:** A text box explaining that logs can be stored on an external device like an OpenLog or compatible clone using a serial port.
- Mémoire embarquée:** A text box stating that flight logs can be recorded on the controller's internal memory. Below this, a progress bar shows "Espace libre 16.0MB". Buttons for "Effacer la mémoire interne" and "Enregistrer sous..." are visible.
- Mode de stockage de masse:** A text box explaining the "stockage de masse (MSC)" mode, which allows the controller's memory or SD card to be recognized as a storage device by a computer. A button "Activer le Mode de périphérique de stockage de masse" is provided.

The top of the interface shows the Betaflight logo, version information (Configurateur: 10.4.0, Microprogramme: BTFL 3.5.1), and various system status icons like battery (0.5V), gyro, accel, mag, baro, gps, and sensor. A "Dataflash: free 16.0MB" indicator and a "Déconnecter" button are also visible.

Cette page vous permet de configurer la boîte 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>

4.6.1 En savoir plus ...

Découverte du configurateur INAV



Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

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

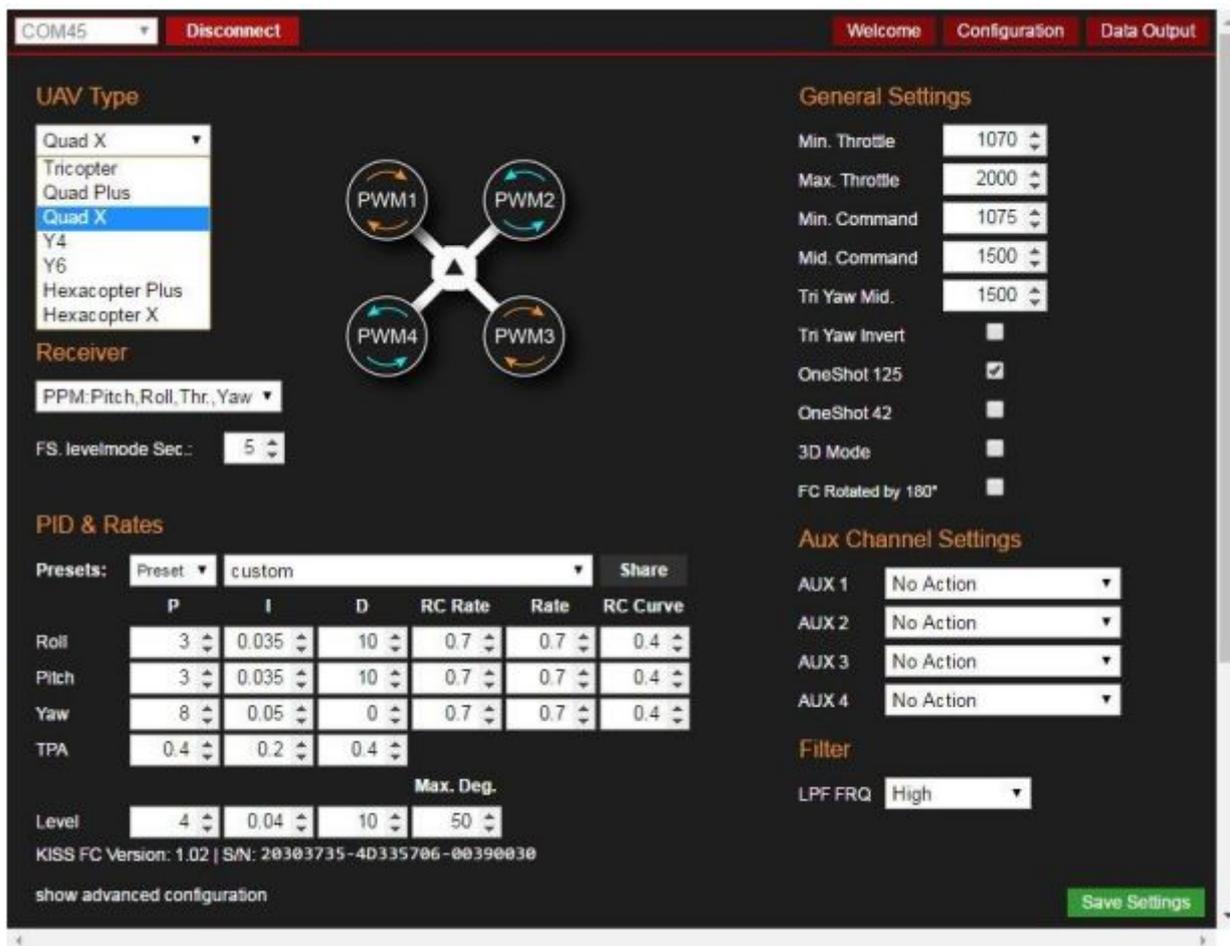
4.7 KISS



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

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

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



The screenshot shows the KISS configuration interface with the following sections:

- UAV Type:** A dropdown menu with options: Quad X, Tricopter, Quad Plus, Quad X (selected), Y4, Y6, Hexacopter Plus, Hexacopter X.
- Receiver:** A dropdown menu with the option: PPM-Pitch,Roll,Thr.,Yaw.
- FS. levelmode Sec.:** A numeric input field set to 5.
- PID & Rates:** A table for configuring PID parameters and rates.

Presets:	P	I	D	RC Rate	Rate	RC Curve
Roll	3	0.035	10	0.7	0.7	0.4
Pitch	3	0.035	10	0.7	0.7	0.4
Yaw	8	0.05	0	0.7	0.7	0.4
TPA	0.4	0.2	0.4			

Max. Deg. Level: 4, 0.04, 10, 50
- General Settings:**
 - Min. Throttle: 1070
 - Max. Throttle: 2000
 - Min. Command: 1075
 - Mid. Command: 1500
 - Tri Yaw Mid.: 1500
 - Tri Yaw Invert:
 - OneShot 125:
 - OneShot 42:
 - 3D Mode:
 - FC Rotated by 180°:
- Aux Channel Settings:**
 - AUX 1: No Action
 - AUX 2: No Action
 - AUX 3: No Action
 - AUX 4: No Action
- Filter:** LPF FRQ: High

At the bottom, there is a "show advanced configuration" link and a "Save Settings" button.

4.8 LibrePilot



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

<https://www.librepilot.org>

4.9 Neuroflight



4.9.1 Introduction

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

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

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

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



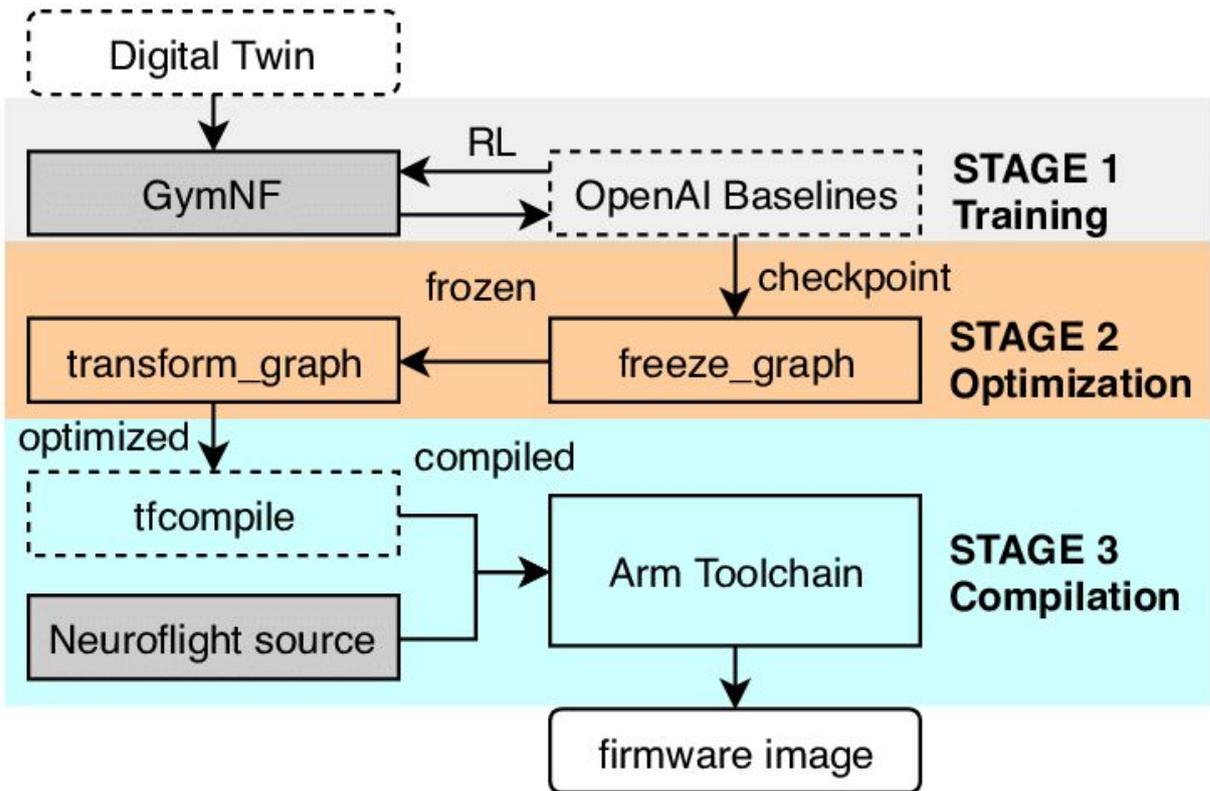
MATEKSYS Flight Controller F722-STD

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

4.9.2 Comment cela fonctionne ?

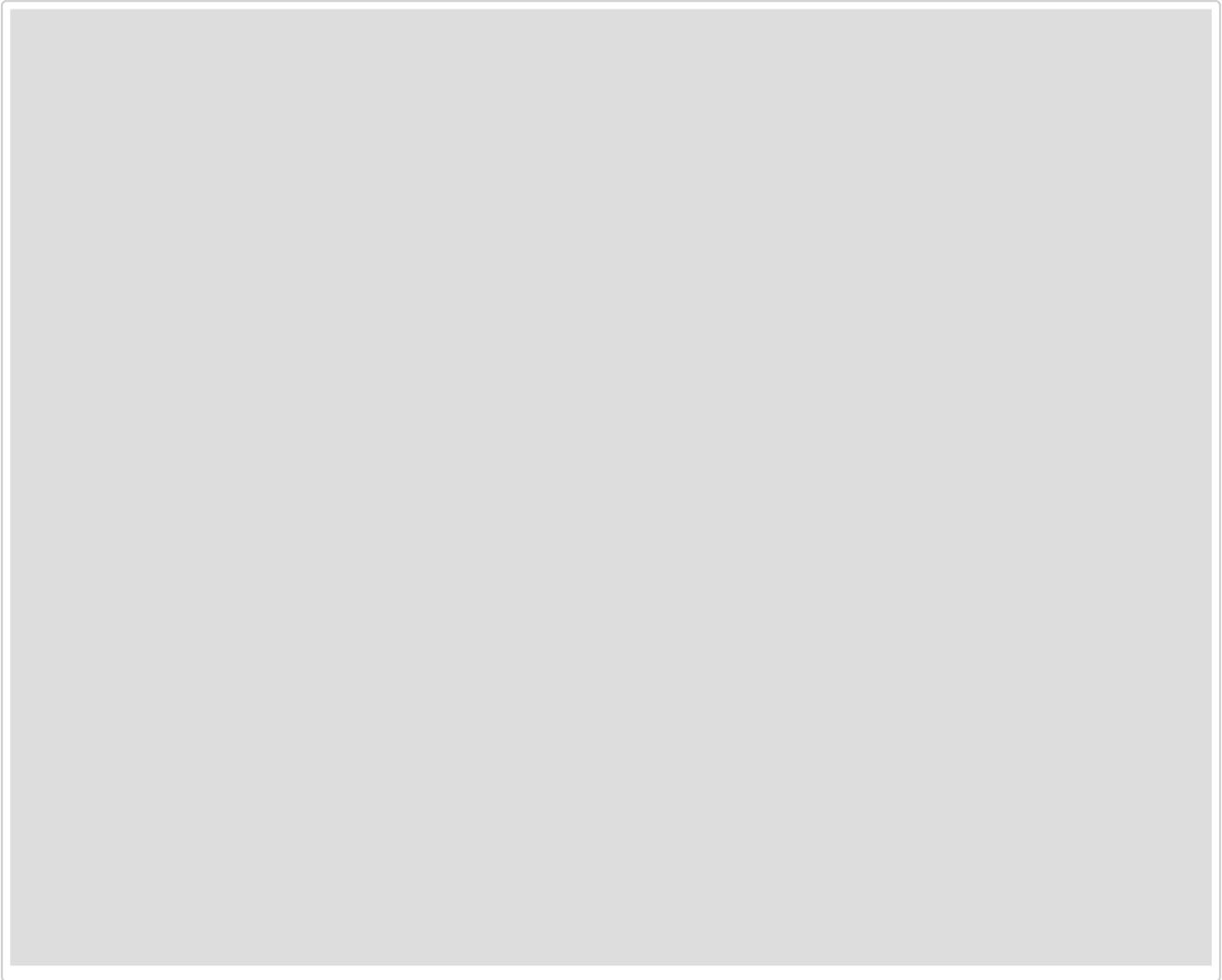
Un modèle virtuel du drone est construit en 3D. Ce modèle est entraîné plusieurs milliers de fois dans un univers virtuel grâce à l'outil [GymFC](#) construit avec [OpenAI Gym](#).

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



4.9.3 Livre blanc

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



4.10 Raceflight



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

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

4.10.1 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](#)
- [Logiciels de commande au sol](#)
- [Logiciels d'aide à la configuration des filtres](#)
- [Applications mobiles pour le FPV](#)

5.1 Simulateurs FPV

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

Logiciel	Description	Multiplayer	Prix
EreaDrone	Le simulateur développé par des français dédié a 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€
Liftoff	Le logiciel de référence disponible sur Steam et sponsorisé par Rotor Riot / Fatshark	OUI	19,99€
FPV Freerider	Un logiciel de simulation de racing avec un générateur de carte embarqué.	NON	\$4.99 USD
DRL FPV Simulator	Le logiciel de course utilisé pour la sélection des meilleurs pilote au DRL (émission TV)	OUI	19,99€
FPV Event	Probablement le simulateur le plus cher du marché, le graphisme n'arrive pas à la cheville de Liftoff mais le moteur de physique semble être l'un des meilleurs du marché.		£48.00
FPV Air 2	La nouvelle version du logiciel FPV Air Tracks qui cette fois a été largement amélioré.	OUI	3.99€
Veloci drone	Le logiciel sponsorisé par la Team Black Sheep.	OUI	£15.99
Real Drone simulator	Probablement le meilleur simulateur gratuit sur le marché.	OUI	Gratuit
DCL	Un jeu de racing très prometteur qui sera disponible qu'en fin d'année seulement. Une démo gratuite du jeu est mis à disposition sur Steam.	OUI	Non communiqué

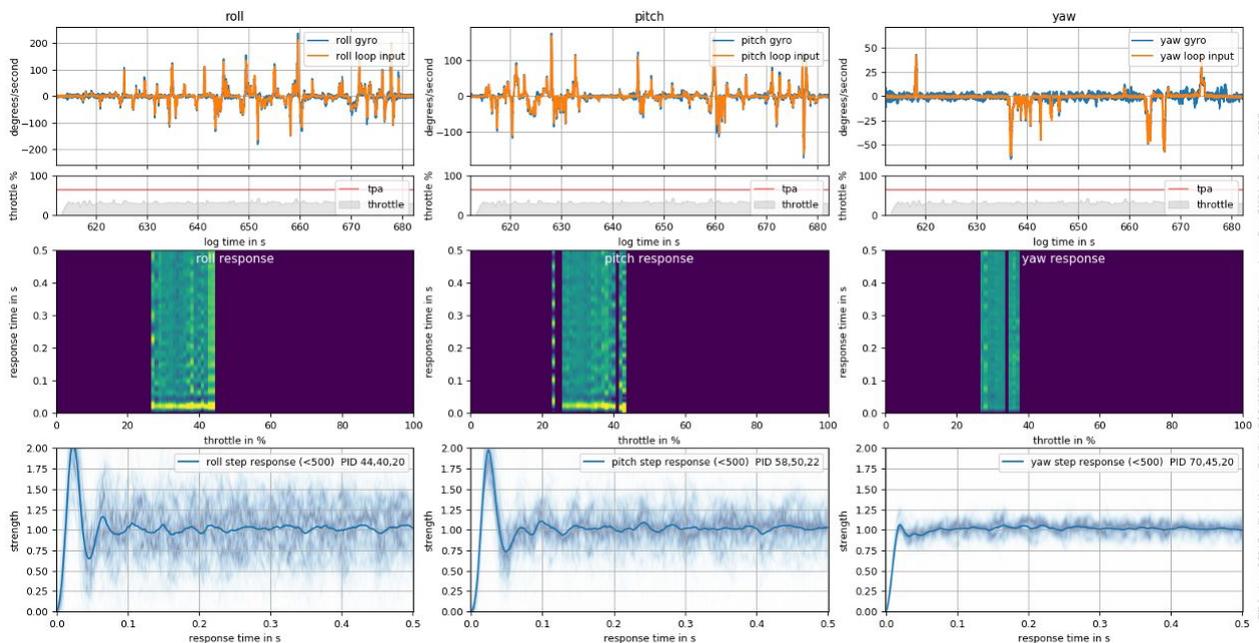
5.2 Logiciels d'analyse de Blackbox

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	<i>GNU General Public License v3.0</i>	https://github.com/betaflight/blackbox-log-viewer
Plasmatree PID analyzer	Plasmatree PID analyzer est un batch en Python pour analyser les logs Betaflight et calculer les étapes de réponse du PID	<i>Python Software Foundation Licence Version 2</i>	https://github.com/Plasmatree/PID-Analyzer

5.2.1 Betaflight Blackbox Explorer

Romain Abadie 😊

5.2.2 Plasmatree PID Analyzer



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



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

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

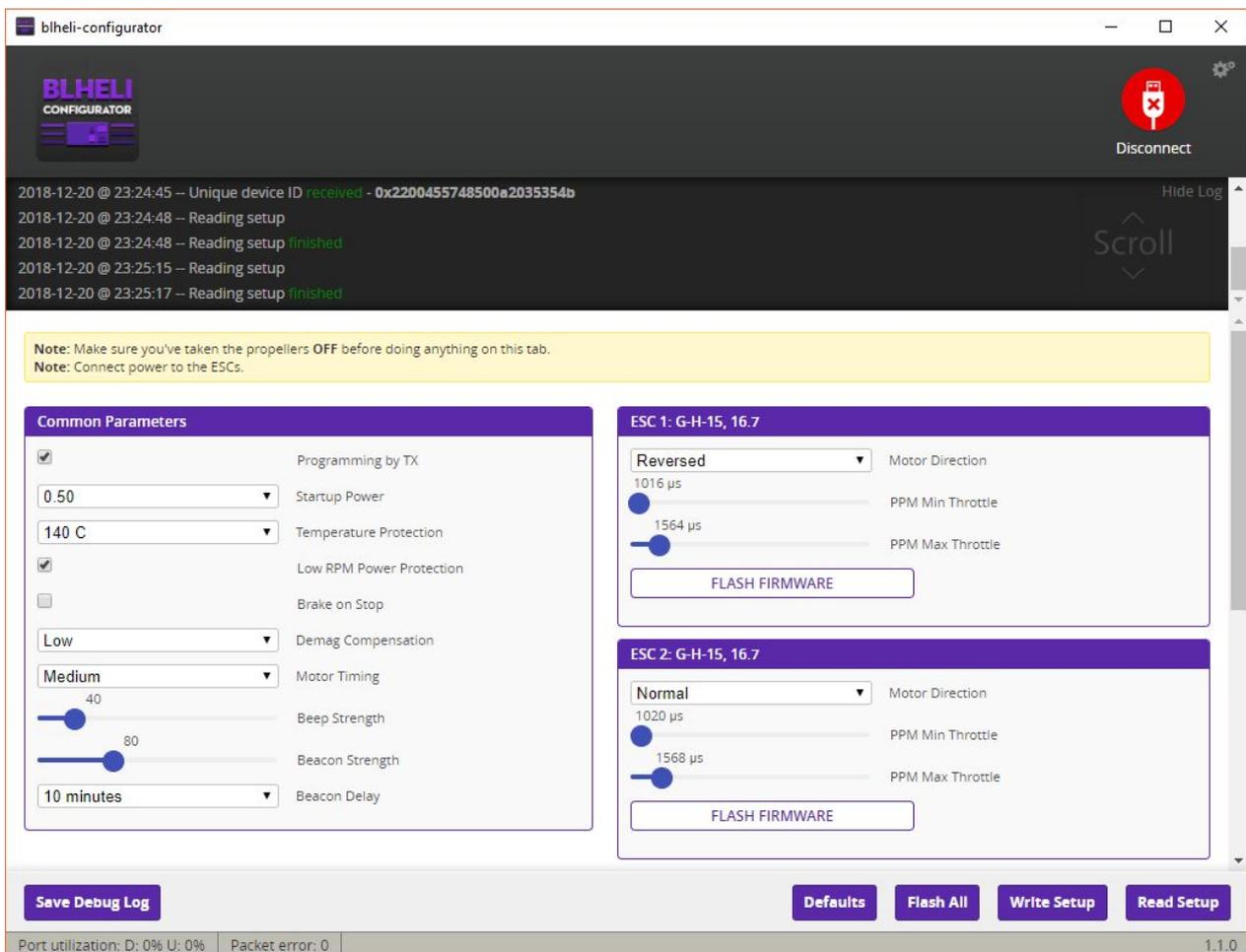
L'outil est disponible en téléchargement sur GitHub : <https://github.com/Plasmatree/PID-Analyzer>

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
BLHeliSuite	Outil de configuration de ses ESC sous BLHeli_32	<i>GNU General Public License v3.0</i>	https://github.com/4712/BLHeliSuite
BLHeli Configurator	Outil de configuration de ses ESC sous BLHeli_32	<i>GNU General Public License v3.0</i>	https://github.com/blheli-configurator/blheli-configurator

5.3.1 BLHeli Configurator



blheli-configurator

BLHELI CONFIGURATOR

Disconnect

2018-12-20 @ 23:24:45 – Unique device ID **received** - 0x2200455748500a2035354b
 2018-12-20 @ 23:24:48 – Reading setup
 2018-12-20 @ 23:24:48 – Reading setup **finished**
 2018-12-20 @ 23:25:15 – Reading setup
 2018-12-20 @ 23:25:17 – Reading setup **finished**

Note: Make sure you've taken the propellers **OFF** before doing anything on this tab.
 Note: Connect power to the ESCs.

Common Parameters

- Programming by TX
- 0.50 Startup Power
- 140 C Temperature Protection
- Low RPM Power Protection
- Brake on Stop
- Low Demag Compensation
- Medium Motor Timing
- 40 Beep Strength
- 80 Beacon Strength
- 10 minutes Beacon Delay

ESC 1: G-H-15, 16.7

- Reversed Motor Direction
- 1016 μ s PPM Min Throttle
- 1564 μ s PPM Max Throttle
- FLASH FIRMWARE

ESC 2: G-H-15, 16.7

- Normal Motor Direction
- 1020 μ s PPM Min Throttle
- 1568 μ s PPM Max Throttle
- FLASH FIRMWARE

Save Debug Log Defaults Flash All Write Setup Read Setup

Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 1.1.0

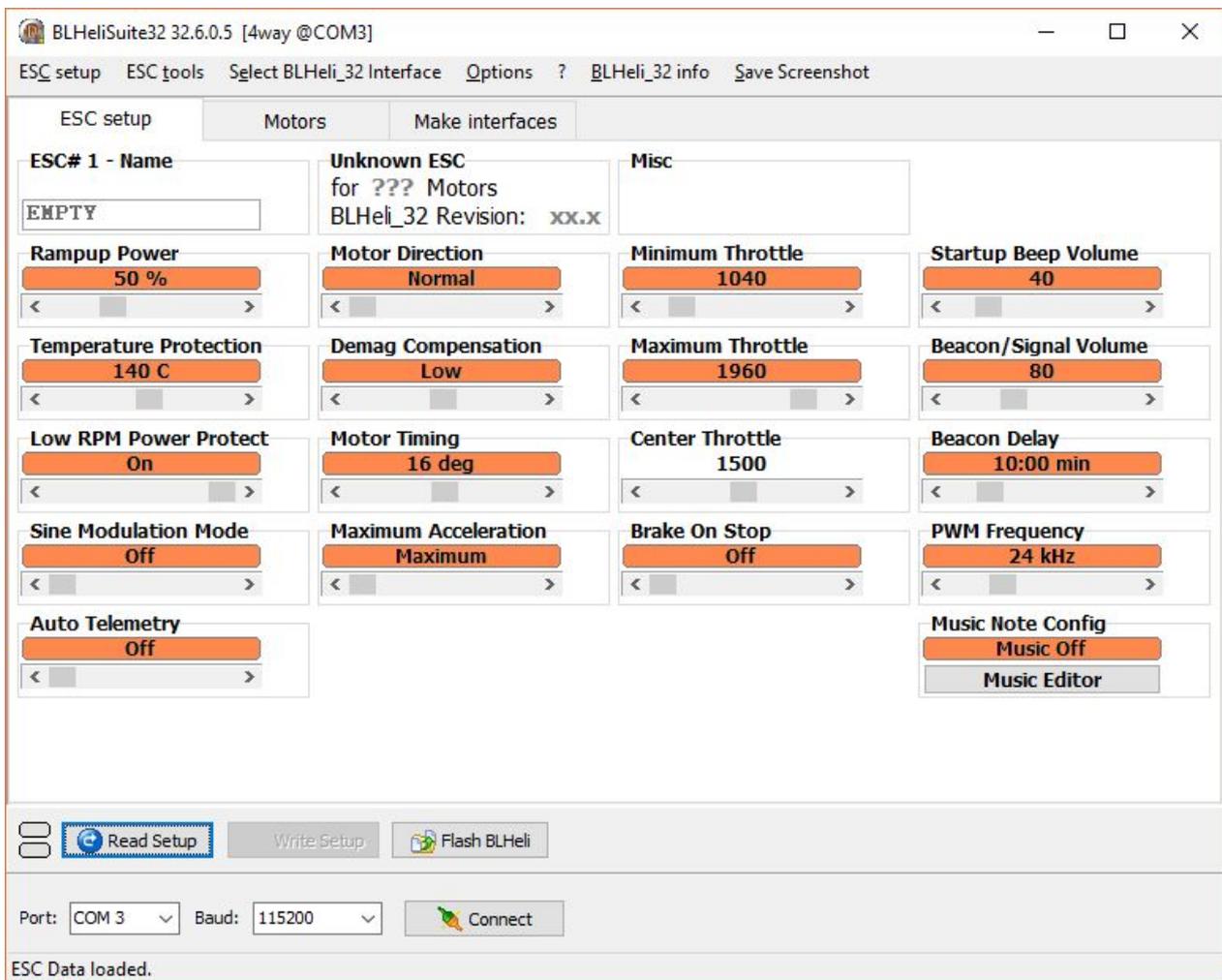
Le logiciel [BLHeli Configurator](#) ressemble très fortement à l'interface de configuration du logiciel de configuration de [Betaflight](#).

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.

i 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>

5.4 Logiciels de commande au sol

Logiciel	Description	Licence	URL
QGroundControl		<i>GNU General Public License v3.0</i>	http://qgroundcontrol.com/

5.5 Logiciels d'aide à la configuration des filtres

Logiciel	Description	Licence	URL
FilterCalc Tool	Fichier excel d'aide à la configuration des filtres anti-bruit.		http://tiny.cc/filtercalc

5.6 Applications mobiles pour le FPV

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

Logiciel	Description	Plateformes	URL
Speedybee	Speedybee est une applications mobiles qui vous permet de configurer Betaflight au travers d'une connexion Bluetooth. Pratique pour configurer votre drone avec votre téléphone mobile.	iOS & Android	https://www.speedybee.com/
Drone-Spot	<p>Une application mobile pour rechercher des spots idéals au FPV.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Altitude autorisée suivant la carte Géoportail ▪ Coordonnées géographiques avec possibilité de planifier un itinéraire Google maps ▪ Photo du spot ▪ Accès ▪ Type de spot (Patrimoine, Montagne, Eau, Fpv, Indoor...) ▪ Lien vers une vidéo du spot ▪ Description et informations de vol ▪ Données météo localisées ▪ Indice "K" 	iOS & Android	https://www.drone-spot.tech/
GeoDrones	Une application mobile pour connaitre les autorisations de vol en fonction votre position.	iOS & Android	https://geodrones.fr/
BLHeli_32 Mobile	Une application mobile pour vous permettre de configurer vos ESC directement depuis votre terminal Android.	Android	https://play.google.com/store/apps/details?id=org.blheli.BLHeli_32&hl=en_US

6 . PRATIQUE

On distingue 4 types de pilotes de drones :

1. Les pilotes FreeStyle qui s'amuse à piloter leur drone dans des espaces indoor ou outdoor en recherchant le risque et en réalisant un maximum de figures.
2. Les pilotes de Racing qui recherchent les meilleures performances sur des courses.
3. Les pilotes Long Range qui s'amuse à escalader les montagnes et les descendre en s'approchant le plus possible des obstacles.
4. Les pilotes de prise de vue 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
Cornering	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL: https://www.youtube.com/watch?v=9JVaSbOXz_4</p>	
Dives	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL: https://www.youtube.com/watch?v=YIq5tXVm8Mk</p>	

Inverted yaw spin	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=jnj2Rggr55s</p>	
Gaps	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=45g-0sVhD-c&index=2&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP</p>	
Look behind	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=WOHoIrl9Iyg</p>	

Matty flip	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=Twcj_8k_-vk&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=4</p>	
Orbits	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=-7xgB99JLJo&index=11&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP</p>	
Power loops	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=LSwz3F2pjYg&index=10&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP</p>	

Roll flip & spin	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=EbAwSQF0Ks0</p>	
Rubiks cube	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=xvRkoKHmkNE</p>	
Split S	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=t561TF9s9xk&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=12</p>	

Trippy Spins / Cyclones	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=KETbwKr2_ec&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=3</p>	
Wall Taps	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=ugh08IMlgUU&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP</p>	
Wall Stalls	 <p>Sorry, the widget is not supported in this export. But you can reach it using the following URL:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=3vrh3hALz6E&list=PLXKJ80BTT1lb_kGy8HIkMx2hVgZA-VbKP&index=5</p>	

6.2 FPV Long Range

6.2.1 Introduction

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

6.2.2 Comment est-ce possible ?

Le pilotage en FPV Long Range nécessite d'utiliser :

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

6.2.3 La législation ?

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

Ceci pour deux raisons :

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

6.2.4 En savoir plus ...



Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

https://www.youtube.com/watch?v=sF5R_W73wEs

6.3 FPV Racing



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

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

6.3.1 Catégories de courses

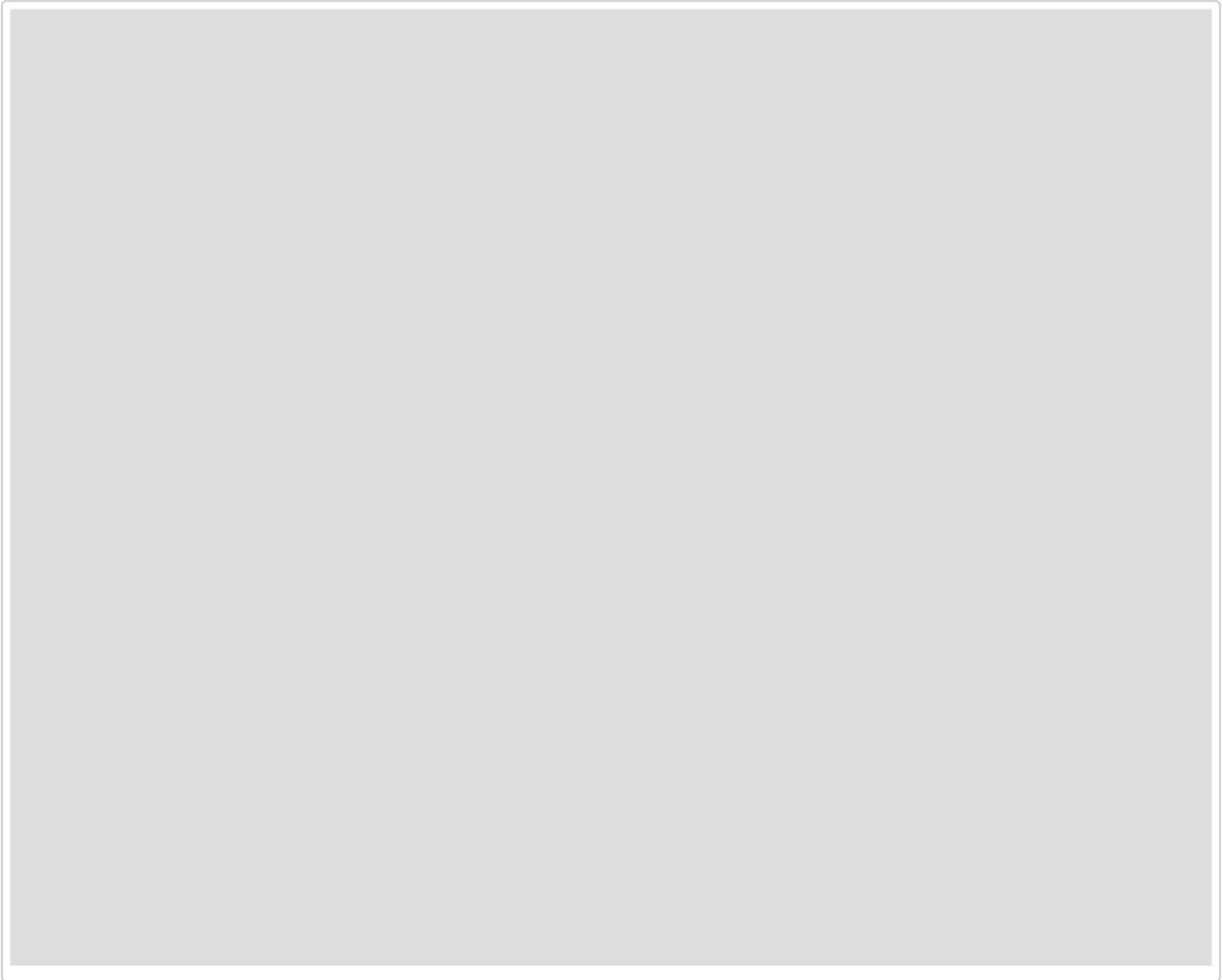
Il existe différents types de courses, parmi elles :

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

6.3.2 Le Règlement de la Fédération Aéronautique Internationale

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

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



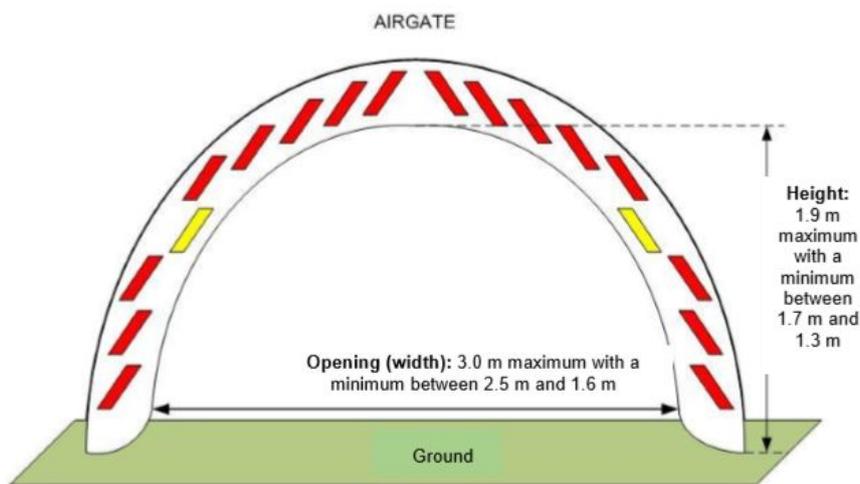
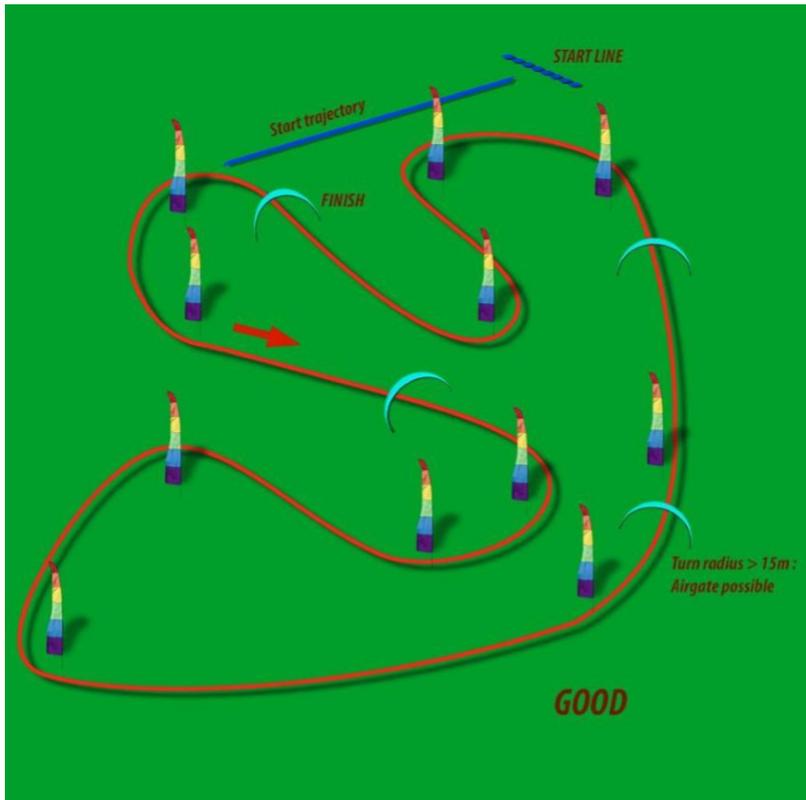
6.3.3 Structure d'un circuit

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

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

Il doit comporter :

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



6.3.4 Phases d'une course

Une course est généralement composée de 3 phases :

#	Phases	Description
1	Phase « qualification »	Tours de vols pour se qualifier pour la phase "éliminatoires". C'est le chronomètre qui est pris en compte, seuls les pilotes les plus rapides sont qualifiés.
2	Phase « éliminatoires »	Tours de vols permettant d'aboutir par éliminations successives de se sélectionner pour la phase « finale ».
3	Phase « finale »	Ce sont les meilleurs pilotes de la course qui s'affrontent pour finir la course le premier.

6.3.5 Le pilote et ses drones

Les pilotes peuvent apporter un ou plusieurs drones.

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

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

Le matériel conseillé à apporter lors d'une course :

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

 Un pilote doit être en mesure de changer de fréquence de VTX très rapidement lors d'une course.

6.3.6 Le classement

Plusieurs systèmes permettent de mesurer les temps de passage des drones lors d'une course afin d'établir un classement des meilleurs temps.



Le système le plus connu est [RotorMatch](#) qui propose un système de mesure de temps et de diffusion de vidéo live lors des courses.

7. ANNUAIRES

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

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

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
06	Nice	Fédération Française de drone racing	https://www.facebook.com/FederationFrancaiseDroneRacing/	
23	Cezeaux	AéroCezeaux	https://aerocezeaux.jimdo.com/	Club de multi-rotors sportifs Creusoix
24	Périgueux	Perigor Air Model (P.A.M.)	https://perigueux.fr/perigueux-au-quotidien/vie-associative/636-l-annuaire-des-associations/560-perigord-air-model.html	L'association où s'entraîne Darkex
31	Portet-sur-Garonne	Bourdons	https://www.bourdons.fr/	L'association de droneurs qui ne brasse pas que de l'air

44	Nantes	LiveYourDrone	https://florianrequile.wixsite.com/actudrone	<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>
53	Laval	Drone FPV 53	https://www.rotormatch.com/teams/45-drone-fpv-53	<p>Petite association mayennaise les membres sont essentiellement de laval et de ces alentours proche.</p> <p>dronesfpv53@gmail.com</p>
59	Lille	FPV Lille	http://www.fpvlille.com/	<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>
60	Sainte-Geneviève	FPV Racing Drone du Thelle	https://www.facebook.com/FrDt60/	

74	Arenthon	Drone Bar Team	https://www.rotormatch.com/teams/32-drone-bar-team	
83	Évenos	Azur Drone Racing	https://www.facebook.com/teamadr83/	
95	Taverny	RotorClub	https://www.rotormatch.com/teams/158-rotorclub	
97	Saint-Paul	FPV 974	https://www.facebook.com/groups/fpv974/	

7.2 Chaines Youtube FPV



Voici une synthèse des meilleures chaînes Youtube dédiées au FPV.

✔ N'hésitez pas à ajouter vos meilleures chaînes Youtube dédiées au FPV en éditant cette page après avoir créé un compte.

7.2.1 Classement des chaînes FPV Youtube Francophones

#	Nom	Type	Abonnés	Description
1	Frédéric Dauch RC	FREESTYLE + RACING	27K	
2	Tazkiller85	ACTU + TUTO	17K	
3	Pablo Sotes	TUTO	12K	La chaîne de Pablo Sotes, une figure reconnue dans le FPV français.

4	Damien Gans	FREESTYLE	8,8K	Un pilote de FreeStyle réalisant d'excellentes vidéos, connu aussi sous le nom de Black Bird FPV.
5	Tomz FPV	FREESTYLE	7,9K	
6	We Are FPV	TUTO + ACTU	7,6K	Le chaîne Youtube du site We Are FPV.
7	Air Flex	TUTO + FREESTYLE	7,4K	La chaîne d'un jeune passionné de FPV qui partage ses trucs et astuces sur sa chaîne Youtube.
8	Culture FPV	TUTO + ACTU	7,3K	La chaîne Youtube du site Culture FPV.
9	Red FPV	FREESTYLE	6,6K	
10	Florent Roque	FREESTYLE	5,7K	Un pilote de FreeStyle talentueux qui a remporté le concours de vidéos de freestyle organisé par Le Drib.
11	Fincky	FREESTYLE	6,2K	
12	J-TRUE FPV	FREESTYLE	3K	
13	Dom FPV	TUTO	2,9K	Une chaîne avec d'excellentes vidéos très avancées sur la technique.

14	Petit Soldat	FREESTYLE	1,6K	
15	VAL & HOT	TUTO + FREESTYLE	1,2K	La chaîne de VAL et HOT, deux passionnés de FPV publiant vols tests et tutoriels.
16	Grégory Moroy	TUTO	1,1K	Un passionné de FPV qui publie énormément de tutoriels vidéos intéressants.
	DarKex	RACING	< 1K	La chaîne du meilleur pilote Français classé parmi les meilleurs mondiaux.
	Babou Et Riddhi	TUTO	< 1K	
	XL Drone	TUTO	< 1K	
	Remco FPV	TUTO + RACING	< 1K	
	TomaHawK	RACING	< 1K	
	2sek	RACING + FREESTYLE	< 1K	
	Jems FPV	FREESTYLE	< 1K	
	Otter	FREESTYLE	< 1K	

7.2.2 Classement des Chaînes FPV youtube Anglophones

#	Nom	Type	Abonnés	Description
1	Mr Steele	TUTO + FREESTYLE	203K	Un ancien membre de Rotor Riot.
2	UAF Futures	TUTO	154K	
3	Rotor Riot	TUTO + FREESTYLE	142K	La chaîne de référence du FPV aux US qui est aujourd'hui gérée par Le Drib.
4	Joshua Bardwell	TUTO	99K	Un Youtubeur professionnel du FPV qui a publié de nombreux tutoriaux sur le FPV.
5	Johnny FPV	FREESTYLE	73K	
6	NURK FPV	FREESTYLE	59K	
7	Skitzo FPV	FREESTYLE	53K	
8	Le Drib	TUTO + FREESTYLE	53K	Le nouveau président de Rotor Riot.
9	StingersSwarm	FREESTYLE	38K	

10	Tomz FPV	FREESTYLE	7,3K	
-----------	----------	------------------	------	--

7.3 Groupes Facebook FPV

facebook®

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

7.3.1 Groupes Francophones

Nom	Type	Description
Only French Racing	RACING	Le groupe facebook de francophones passionnés de FPV Racing.
RotorClub	RACING	Un club de FPV racing français.
LigueDeDroneRacingFFAM	RACING	Le groupe Facebook officiel de la FFAM dédié aux courses de drones.
Le coin coin du FPV	ANNONCES	Le groupe Facebook où l'on retrouve toutes les bonnes affaires du FPV.
Le coin des dronistes FPV	ANNONCES	Un groupe de passionnés avec beaucoup de petites annonces.
Culture FPV	ACTU	La page Facebook du site Culture FPV.
We Are FPV	ACTU	Le groupe Facebook du site We Are FPV.
Studio Sport	SHOP	Le groupe du magasin en ligne StudioSport.
Drone FPV Racer	SHOP	Le groupe du magasin en ligne Drone FRV Racer.

Droneshop	SHOP	Le groupe du magasin en ligne Droneshop.
Vidéos FPV (Freestyle/Race)	VIDÉOS	Un groupe dédié au partage de vidéos freestyle et de race.
Flex FPV	VIDÉOS	Le groupe Facebook du Youtuber Flex FPV.
French FPV Community	GROUP E	Le plus grand groupe communautaire français.
Racing Multirotors Nantais	GROUP E	Un groupe de pilotes sur la région de Nantes.
Culture FPV - Le Groupe	GROUP E	Le groupe Facebook du site Culture FPV.
FPV Racing Club Atlantique	GROUP E	Le groupe du FPV Racing Club Atlantique.
FPV Drone Bretagne & Pays de la Loire	GROUP E	Un groupe de passionnés de FPV localisés entre la Bretagne et les Pays de la Loire.
Breizh Rotor	GROUP E	Le groupe de bretons passionnés de FPV.
FPV276	GROUP E	Le groupe de passionnés de FPV localisés dans la Seine-Maritime et l'Eure (incluant des pilotes bas-normands).

FPV studioSPORT

GROUP
E

Groupe Facebook dédié aux sorties FPV du magasin StudioSport.

7.3.2 GROUPES Anglophones

Nom	URL	Description

7.4 Magasins en ligne FPV

Plusieurs options s'offrent à vous, il y a tout d'abord :

- l'offre chinoise avec des durées de livraison très variables si le colis est envoyé par bateau ou avion, une garantie qui peut nécessiter de longues semaines d'attentes en cas de pièce défectueuse, mais des prix imbattables.
- l'offre française avec une garantie, un support francophone et surtout des délais de livraison imbattables.

7.4.1 En France

Nom	URL	Description
	https://www.studiosport.fr	Un site avec un catalogue très riche et des descriptions de produits de qualité
	https://www.drone-fpv-racer.com	Un site avec de nombreux produits disponibles en ligne.
	https://www.droneshop.com	Un magasin en ligne avec une boutique à proximité de Nantes (filiale de MiniGroup)
	https://www.miniplanes.fr	Une autre boutique en ligne appartenant à la filiale MiniGroup

7.4.2 A l'étranger

Nom	URL	Description
	https://www.banggood.com	Probablement le plus grand magasin en ligne chinois de pièces détachés de drone. Mais attention aux ruptures de stock et aux délais de livraison.

 Gearbest QUALITY · AFFORDABLE · FUN	https://fr.gearbest.com	Un magasin en ligne avec de nombreuses références de produits et de nombreuses réductions.
 AliExpress™ Smarter Shopping, Better Living!	https://fr.aliexpress.com	Un des plus grand site en ligne du monde, chinois aussi. On y trouve plein de choses, généralement moins chère que banggood, mais pas forcément les dernières nouveautés. comptez 2 à 8 semaines (moyenne de 3/4 semaines) de délai pour une livraison en France.
 TEAM BLACKSHEEP SERIOUS TOYS	http://www.team-blacksheep.com	De super produits (VTX Unify, Crossfire ...) venant de Singapour créés par l'équipe TBS.

7.5 Sites Internet FPV

Voici une synthèse des meilleurs sites autour du FPV.

7.5.1 Sites Francophones

Nom	URL	Description
WeAreFPV	https://www.wearefpv.fr	Un site d'actualité avec un forum et une chaîne youtube très actifs.
CultureFPV	https://culturefpv.fr	Un site d'actualité avec une chaîne youtube très active.
FPV Report	https://www.fpv-report.com	Un site d'actualité.
Rotor Match	https://www.rotormatch.com	La liste des équipes FPV et l'agenda des prochaines courses.
France-FPV	http://www.france-fpv.fr	Un forum francophone dédié au FPV.
FAQ Drone	http://www.faq-drone.com	Un forum francophone dédié au FPV.

FPV Passion	https://www.fpv-passion.fr	Un blog dédié à l'actualité du FPV.
Drones BZH	https://drones.bzh	Le blog des amateurs de drones de loisir en Bretagne.
Index FPV	https://indexfpv.fr	Un site listant l'ensemble des ressources sur Internet disponibles autour du FPV.
La Ligue Française de Drone Freestyle	https://www.liguefrancaisedronefreestyle.fr/	Un site classant les meilleurs pilotes de drone Freestyle en France.

7.5.2 Sites Anglophones

Nom	URL	Description
Rotor Riot	http://www.rotorriot.com	Le site Internet de la chaîne Youtube Rotor Riot connue internationalement.

RC groups	https:// www.rcgroups.com	Le groupe de modélisme le plus actif de la planète.
Oscar Liang	https:// oscarliang.com/	Probablement le site anglophone le plus riche en tutoriels.
PidHub	http://pidhub.io	Un site dédié au partage de "Rates" de PID.
MaxMyRange	http:// www.maxmyrange.com/	Un site qui vous permet d'estimer la distance maximale de réception d'un signal radio.