

# Installation et configuration d'APM:Copter avec Mission Planner

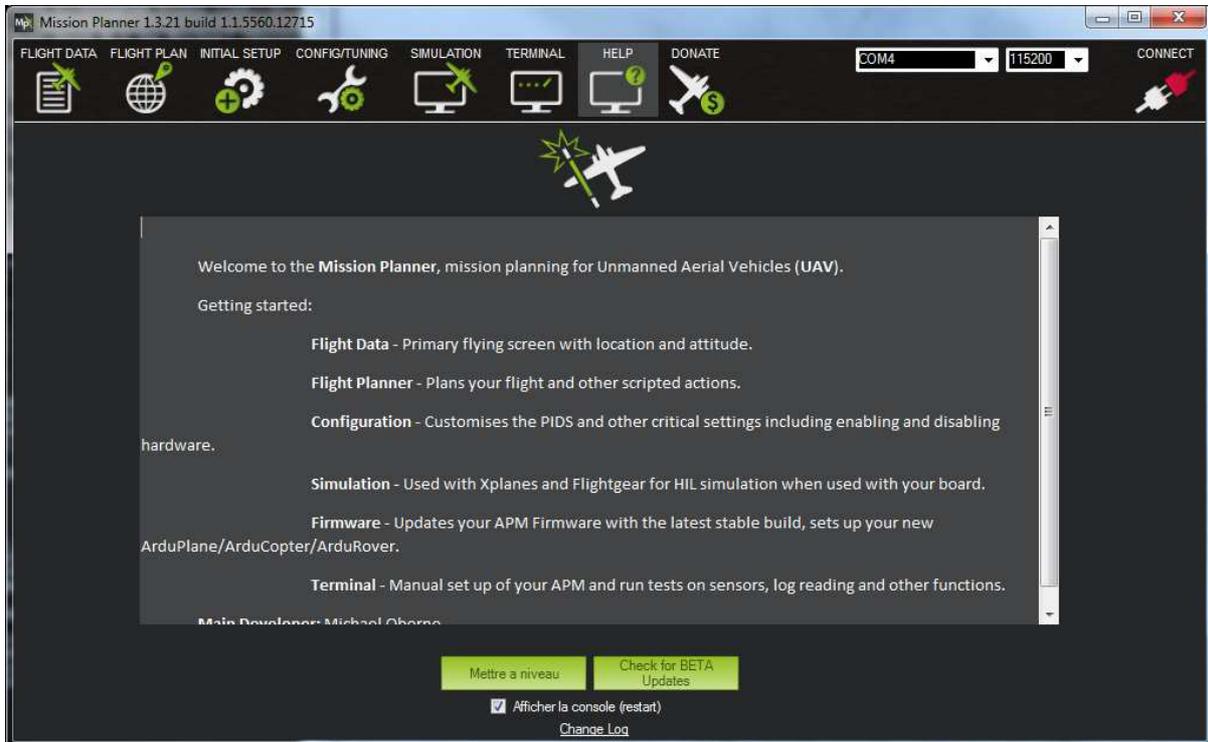
---

## Table des matières

Table des matières.....	1
1. Installation de Mission Planner.....	2
2. Téléversement du logiciel.....	3
3. Etalonnages.....	5
a. Etalonnage des accéléromètres.....	5
b. Etalonnage du/des magnétomètre(s).....	6
c. Etalonnage radio.....	10
4. Configurations complémentaires.....	14
a. Définition des modes de vol.....	14
b. Définition d'un switch pour l'Autotune.....	15
c. Etalonnage des ESC.....	15
d. Vérification des moteurs.....	16
e. Etalonnage du Power Module.....	16
1) Etalonnage de la mesure de tension.....	17
2) Etalonnage de la mesure de courant.....	18
f. Détection des interférences électromagnétiques.....	19
g. Configuration de la valeur minimale des Gaz.....	20
h. Configuration de la valeur moyenne des Gaz.....	22

# 1. Installation de Mission Planner

Télécharger et installer Mission Planner depuis <http://planner.ardupilot.com/> ou vérifier qu'il est à jour dans la section « HELP » en appuyant sur le bouton « Mettre à niveau »



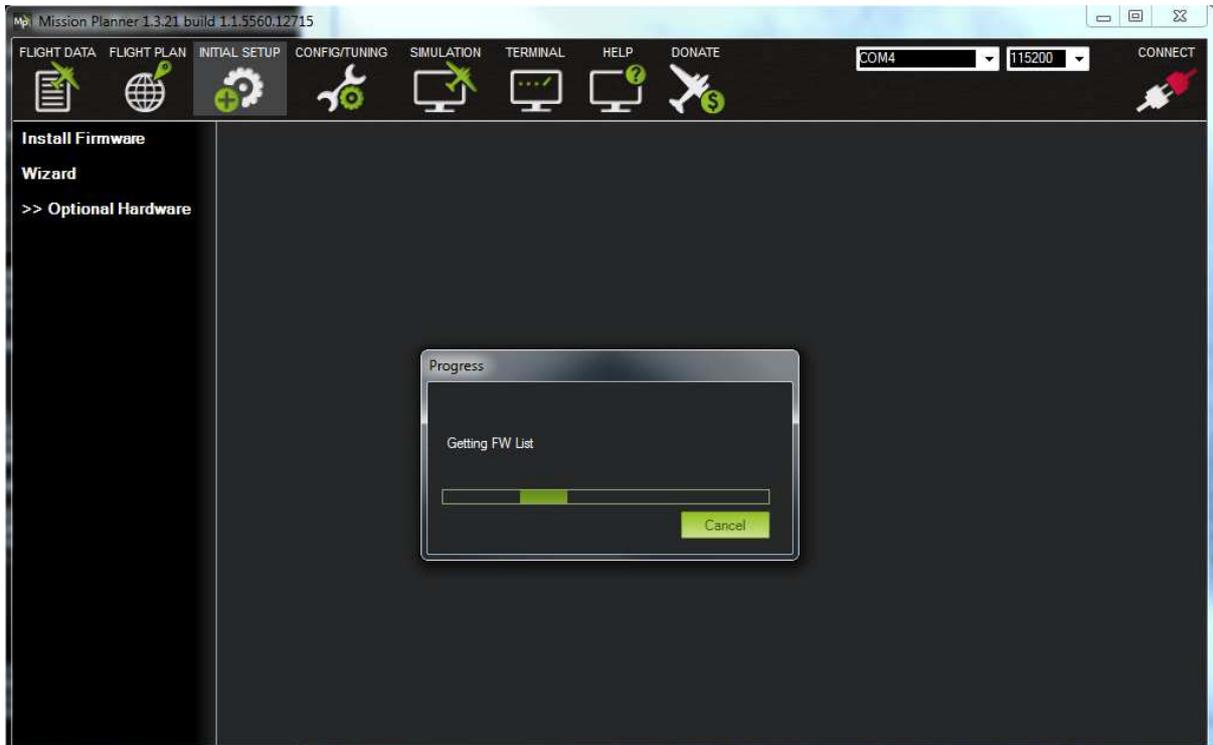
Connecter le contrôleur de vol au PC en utilisant le port USB

Sélectionner ensuite le bon port de communication contenant l'indication PX4 FMU ainsi que la vitesse de 115200 mais **ne pas cliquer** sur le bouton « CONNECT »



## 2. Téléversement du logiciel

Dans la section « INITIAL SETUP », cliquer sur « Install Firmware » et attendre que la liste des versions soit mise à jour.



Sélectionner ensuite le type d'engin par exemple ArduCopter V3.2.1 Quad.

Il est possible de sélectionner une version Beta (en cours de développement) en cliquant sur « Beta firmwares » ou une version antérieure en cliquant sur « Pick previous firmware »



Sur certains contrôleurs de vol, dont la provenance n'est pas issue de 3D Robotics ou affiliés, le certificat d'authenticité n'est pas valide produisant ainsi une alerte. Il ne s'agit que d'une information qui ne gêne en rien la suite du processus ni les fonctionnalités de l'autopilote.



À la fin du téléversement le contrôleur de vol émettra une mélodie, il faut attendre la fin avant de cliquer sur le bouton « Ok »

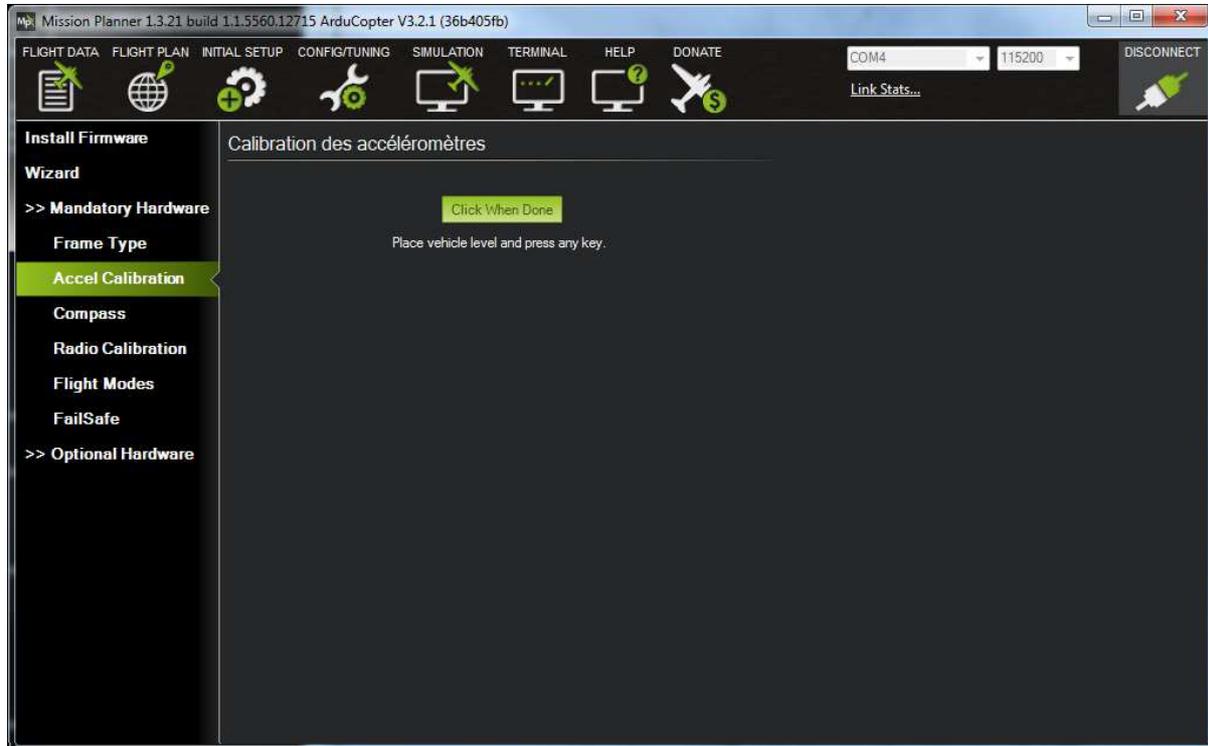


### 3. Etalonnages

Connecter Mission Planner en cliquant sur le bouton « CONNECT ».

#### a. Etalonnage des accéléromètres

Sélectionner la sous-section « Accel Calibration » pour débiter le processus d'étalonnage des accéléromètres.



Pour un résultat optimal l'appareil doit être positionné successivement sur chacune de ses six faces, le support utilisé doit être parfaitement plan et de niveau. Un niveau à bulle peut être utilisé pour vérifier la planéité et la verticalité de deux supports coïncidents sur lesquelles l'engin sera posé et fermement maintenu afin d'être totalement immobile.

La séquence se déroule comme suit :

- A plat sur le ventre
- Vertical sur son flanc gauche
- Vertical sur son flanc droit
- Nez en bas
- Nez en l'air
- Sur le dos

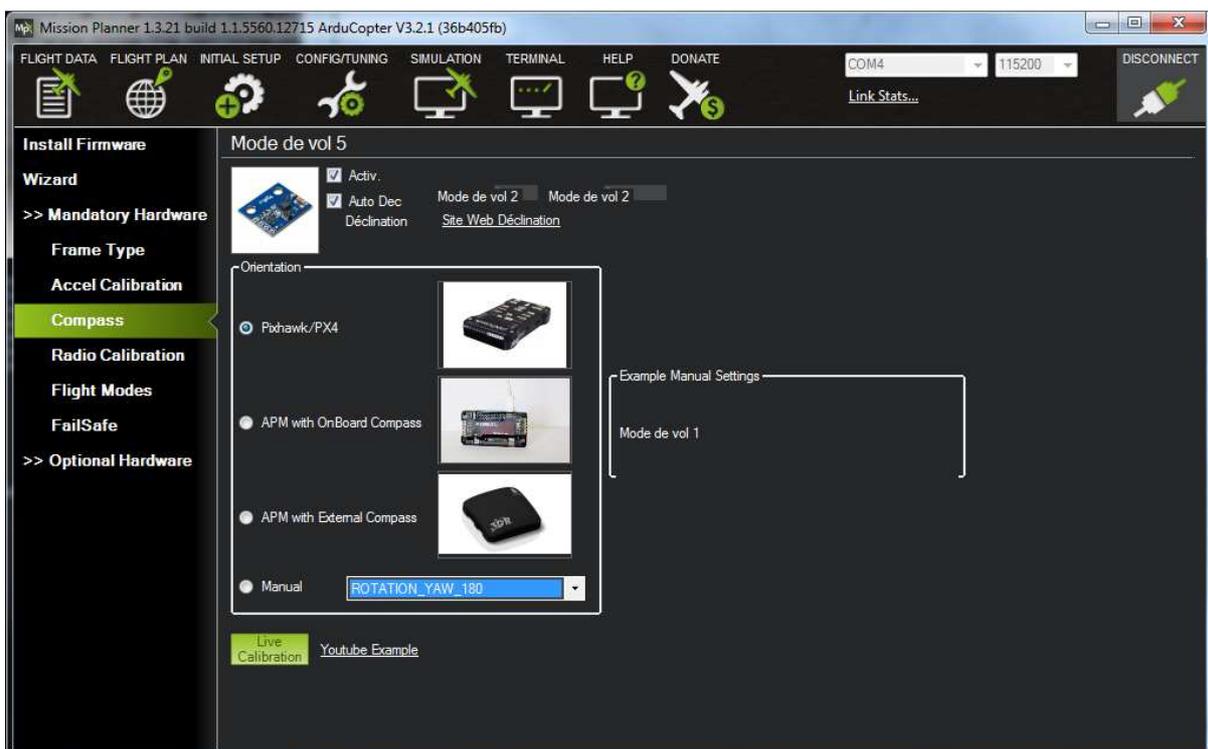
## b. Etalonnage du/des magnétomètre(s)

Pour réaliser cette manipulation, il est préférable de connecter le contrôleur de vol avec un câble USB afin d'obtenir un échantillonnage précis et continu.

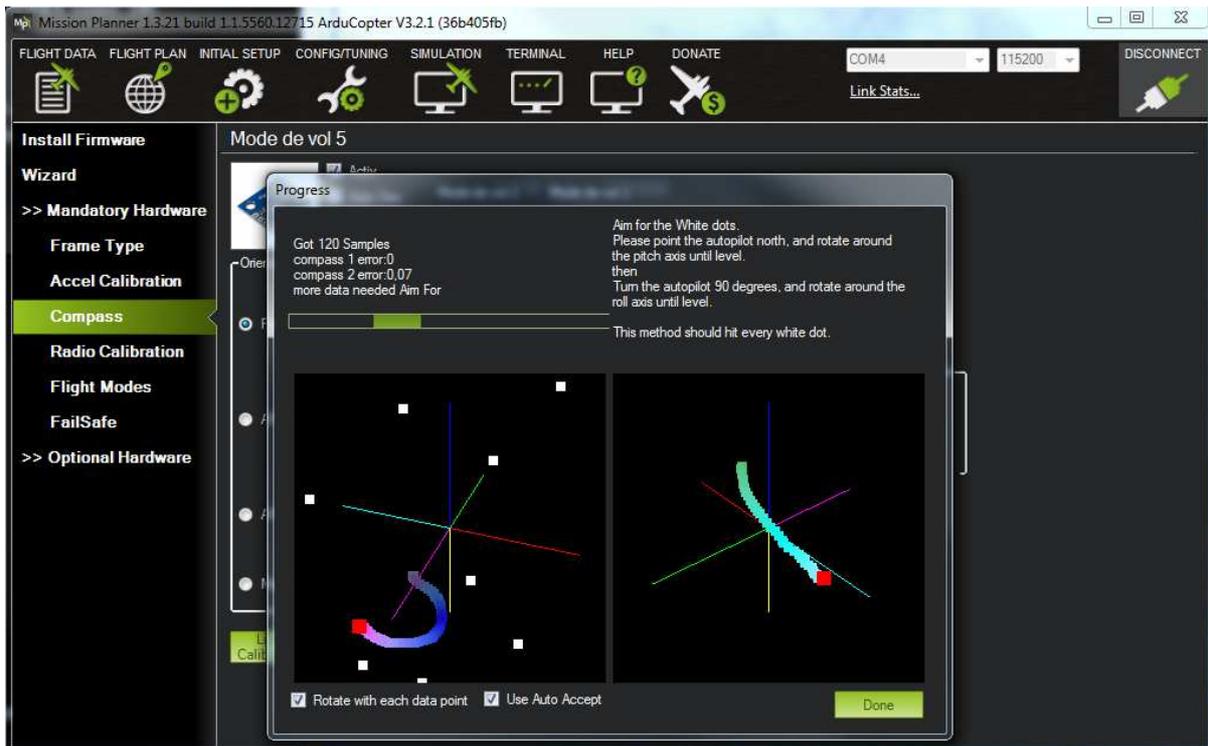
Dans la sous-section « Compass », vérifier que le magnétomètre est activé ainsi que la déclinaison automatique. Sélectionner le type de contrôleur de vol et confirmer la version du firmware.



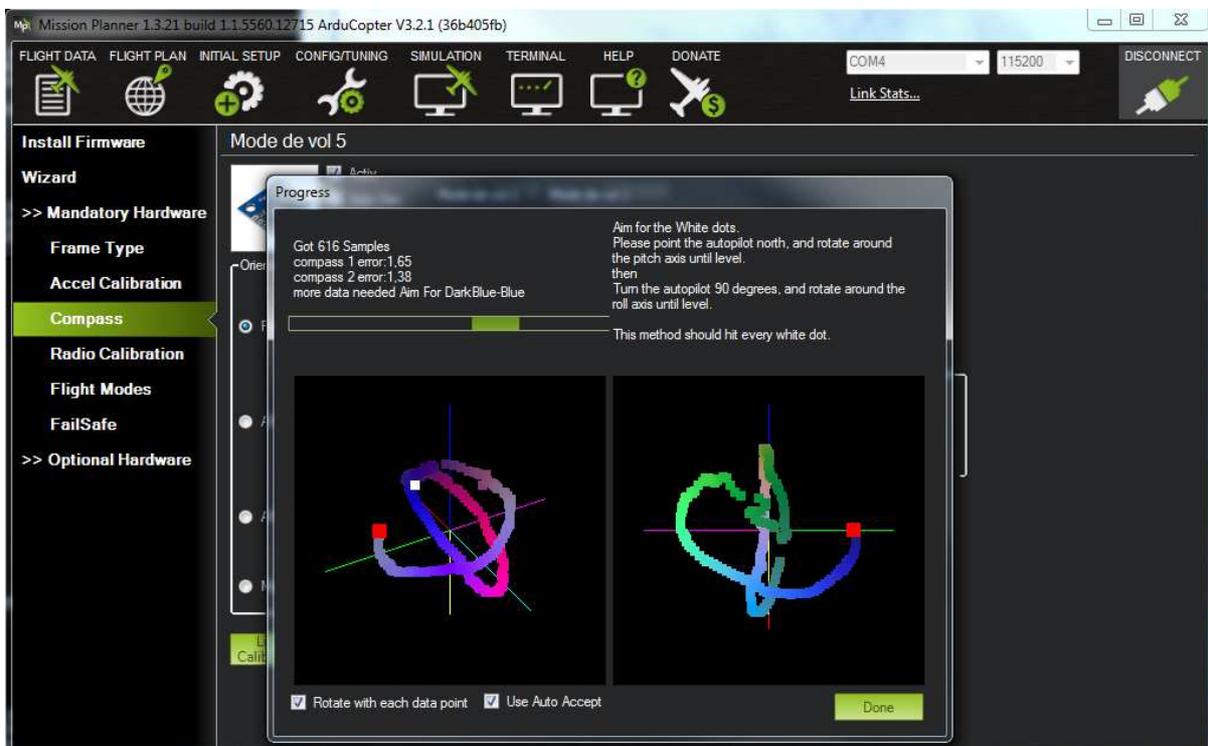
Si le magnétomètre externe n'est pas de la marque 3DRobotics sélectionner son orientation dans la liste déroulante.



Lancer l'étalonnage en cliquant sur le bouton « Live Calibration »



L'appareil pointant approximativement vers le Nord, il doit décrire un cercle autour de son axe de tangage (axe droite-gauche respectivement violet-vert sur la mire). Après être revenu dans la position initiale, tourner l'appareil de 90° afin que l'un de ses flancs soit orienté au Nord. Répéter la même opération en décrivant le cercle autour de l'axe de roulis (axe avant-arrière respectivement rouge-bleu clair).



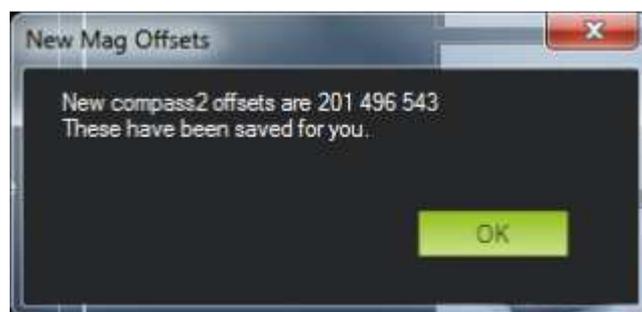
Tous les points blancs doivent avoir été touchés provoquant leur disparition. Lorsque tous les points ont disparu l'étalonnage est terminé et la boîte de dialogue se ferme automatiquement. Si ce n'est pas le cas, cliquer sur le bouton « Done ».

Les deux mires, dans le cas où un magnétomètre externe est présent, doivent décrire le même cercle bien qu'elles ne soient pas nécessairement orientées dans la même direction. Le point rouge doit donc se déplacer dans la même direction comme par exemple de l'axe vert vers l'axe bleu foncé sur chacune des deux mires.

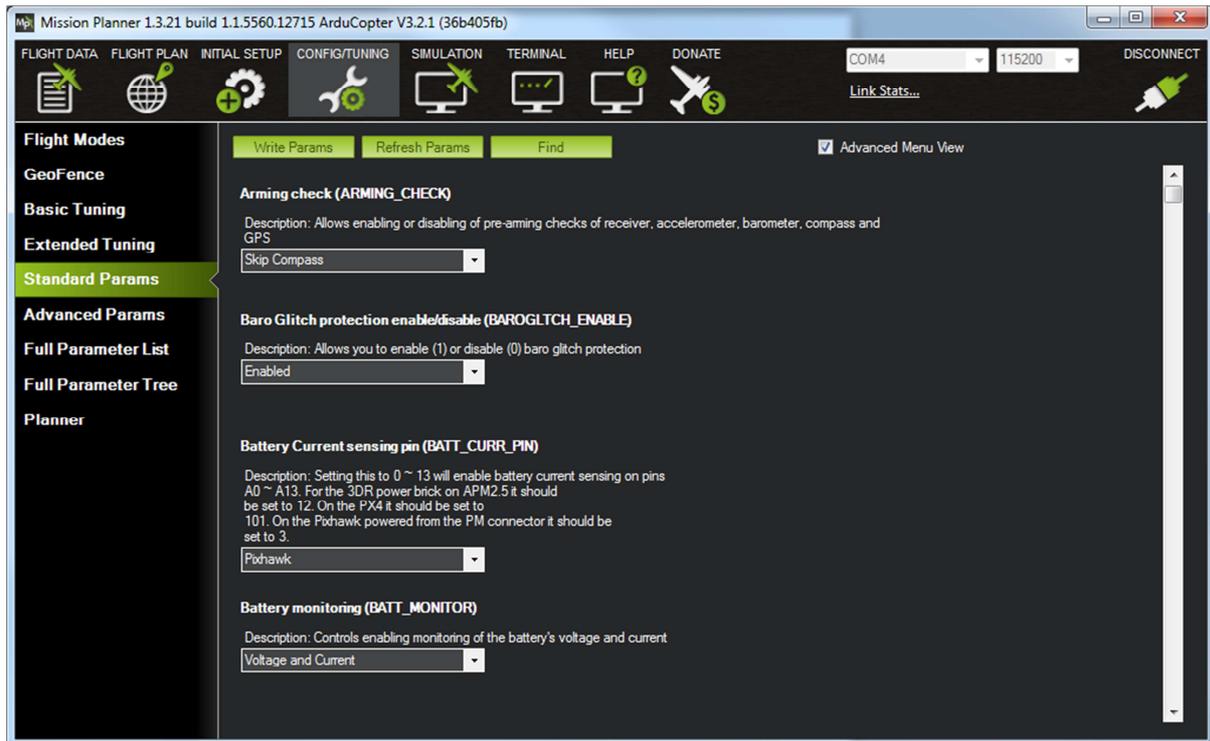
Si ce n'est pas le cas l'orientation sélectionnée n'est pas la bonne et doit être corrigée avant de répéter la procédure. S'il n'est pas possible de déterminer l'orientation facilement il faut essayer successivement les possibilités suivantes :

- ROTATION\_NONE – le magnétomètre externe est orienté dans le même sens que le magnétomètre interne
- ROTATION\_YAW\_180 – le magnétomètre est pivoté de 180° sur le plan horizontal, le nez pointe vers l'arrière
- ROTATION\_ROLL\_180 – la direction est la même mais le magnétomètre a la tête en bas
- ROTATION\_PITCH\_180 – cumul des deux altérations précédentes

Les différentes valeurs de décalage sont ensuite affichées pour chacun des magnétomètres mesurés. Noter ces valeurs au cas où elles ne seraient pas automatiquement reportées dans les paramètres de l'autopilote.



Dans le cas où les décalages mesurés seraient supérieurs à 400 pour l'un d'entre eux, la vérification d'armement pour ce composant doit être désactivée en sélectionnant « Skip Compass » dans la sous-section « Standard Params » de la section « CONFIG/TUNING »



**ATTENTION** : En cas de doute sur la fiabilité du/des magnétomètre(s) le mode RTL ne doit pas être activé automatiquement ni manuellement car le risque de FlyAway est important. Tester la pertinence en activant brièvement le mode « Loiter » ou « Position Hold » lors d'un vol de test.

### c. Etalonnage radio

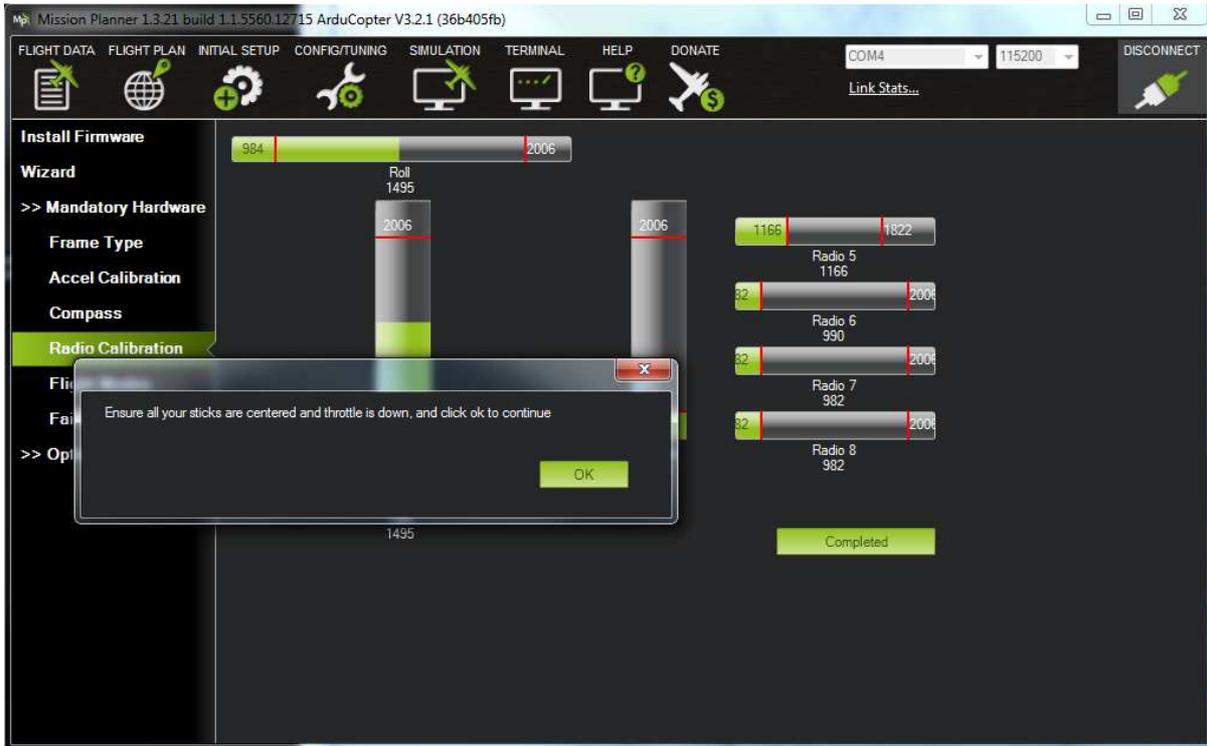
Après s'être assuré que le récepteur est bien connecté au contrôleur de vol et qu'il est apparié à la radiocommande sous tension et correctement programmée, cliquer dans la sous-section « Radio Calibration » et cliquer sur le bouton « Calibrer Radio ».



Une fois validé, actionner toutes les commandes de la radio de leur minimum à leur maximum.



Cliquer sur le bouton « Click when Done » lorsque les curseurs rouges ont été déplacés aux extrêmes et ramener toutes les commandes à leur position initiale ou au centre avant de valider le dernier message de confirmation.



Toutes les limites ainsi détectées sont résumées



La dernière étape consiste à noter la valeur minimale des gaz lorsque la radio est allumée et la valeur obtenue lorsque la radiocommande est éteinte. Dans l'exemple représenté ici les gaz sont à 982 $\mu$ s radio allumée et 874 $\mu$ s lorsqu'elle est éteinte soit une moyenne de 928 $\mu$ s.



Dans la sous-section « FailSafe » sélectionner le comportement à adopter en cas de perte de liaison avec la radiocommande et renseigner la valeur de détection de la perte de liaison.



Cette valeur doit se situer dans l'intervalle 925 à 1000 $\mu$ s, être inférieure d'au moins 10 $\mu$ s à la valeur minimale radio allumée et être supérieure d'au moins 10 $\mu$ s à la valeur obtenue radio éteinte.

Dans l'exemple précédent la valeur doit être entre 925 et 970 $\mu$ s, le minimum est donc choisi à 925 $\mu$ s.

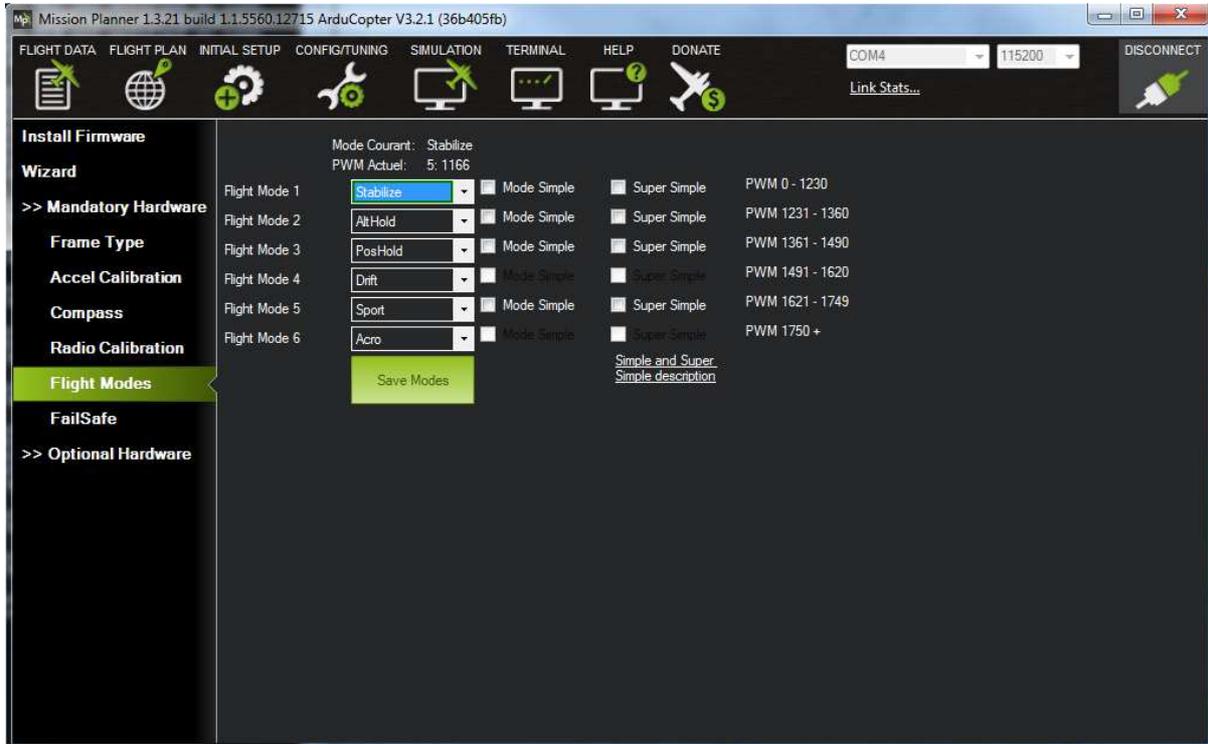
Comme indiqué précédemment il est recommandé dans un premier temps de désactiver le mode RTL automatique sans avoir préalablement vérifié la fiabilité du/des magnétomètre(s).

## 4. Configurations complémentaires

### a. Définition des modes de vol

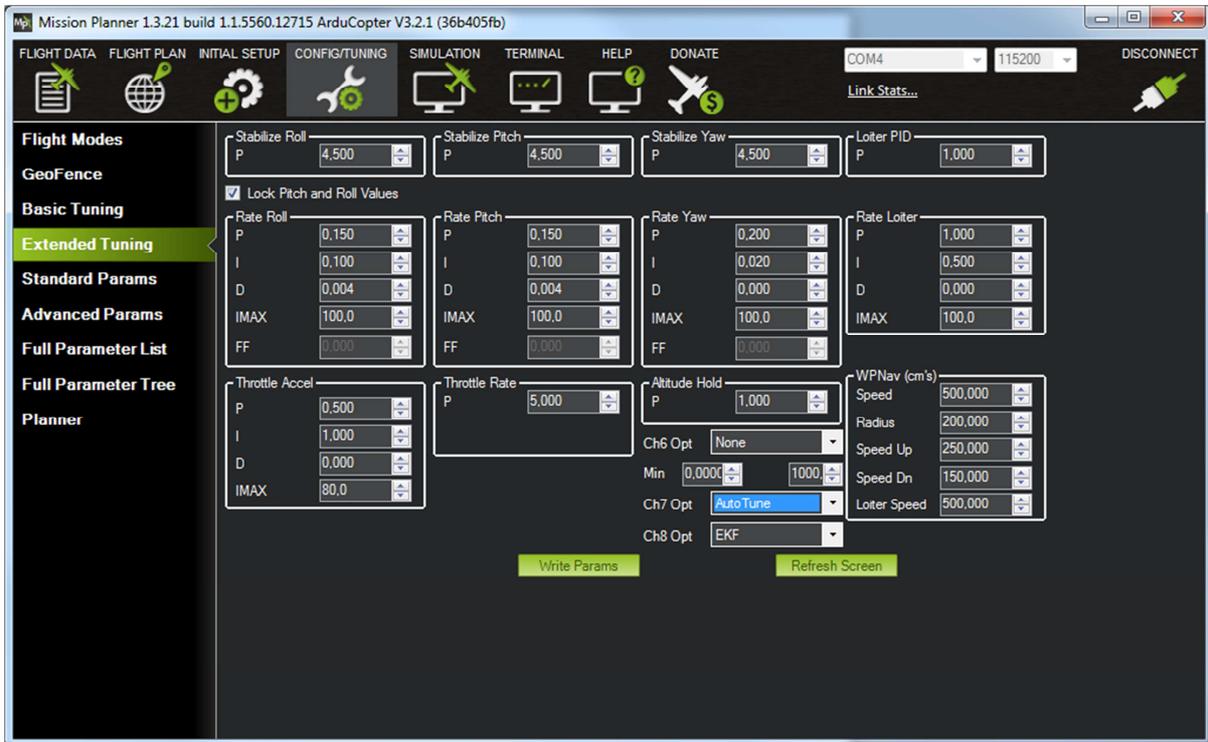
Les différents modes de vol sont détaillés à l'adresse suivante :

- Pour ArduPlane : <http://plane.ardupilot.com/wiki/flying/flight-modes/>
- Pour ArduCopter : <http://copter.ardupilot.com/wiki/flying-arducopter/flight-modes/>



## b. Définition d'un switch pour l'Autotune

Afin de régler automatiquement les PID, l'une des voies de la radiocommande doit être utilisée pour activer le mode Autotune. Dans la sous-section « Extended Tuning » l'une des options pour Ch7 ou Ch8 doit être positionnée à « AutoTune ». Lors d'un vol dédié, l'appareil devra être positionné à environ 2 ou 3m de hauteur en mode « AltitudeHold » et le switch de l'AutoTune pourra être enclenché.



**ATTENTION** : La procédure de mesure dure environ 5mn, la batterie devra donc être pleine en début de vol.

## c. Etalonnage des ESC

Les contrôleurs de vitesse doivent être étalonnés pour connaître les valeurs minimales et maximales de la commande des Gaz.

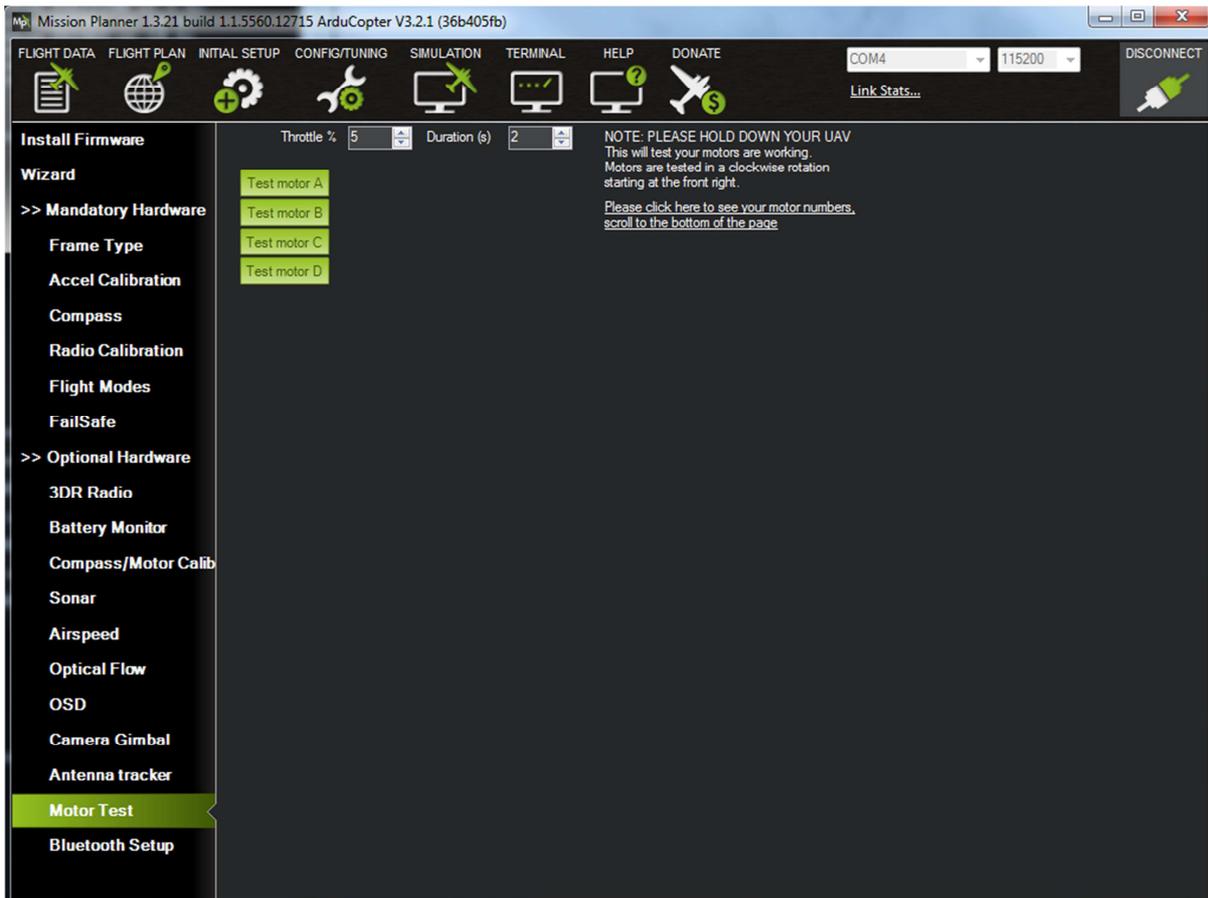
**ATTENTION** : Ôter les hélices pendant cette phase afin d'éviter tout risque de blessure.

La procédure d'étalonnage est la suivante :

- Couper l'alimentation de l'appareil
- Allumer la radio et positionner le manche des Gaz à son maximum
- Mettre l'appareil sous tension et attendre que le contrôleur de vol démarre
- Couper l'alimentation de l'appareil et le remettre sous tension
- Pour les Pixhawk, appuyer sur le bouton de sécurité avant que le contrôleur de vol ait terminé de démarrer
- Après avoir entendu la mélodie issue des moteurs confirmant l'apprentissage de la valeur maximale des Gaz, abaisser le manche des Gaz au minimum
- Attendre la mélodie de confirmation et actionner doucement les Gaz pour vérifier que tous les moteurs démarrent en même temps et tournent au même régime
- Couper l'alimentation de l'appareil

## d. Vérification des moteurs

Une fois toutes les étapes d'étalonnage déroulées et les modes de vol définis il est presque temps d'aller voler. Vérifier le sens de rotation des moteurs en activant chacun d'entre eux tour à tour en cliquant sur le bouton qui lui est dédié. Les moteurs doivent s'activer dans le sens des aiguilles d'une montre en commençant par le moteur frontal (configuration +) ou frontal droit (configuration X).



## e. Etalonnage du Power Module

Dans le cas de l'utilisation d'un Power Module 3DR l'étalonnage n'est pas nécessaire, il suffit de sélectionner le bon type de capteur dans la liste de choix « Sensor ».

La 3<sup>ème</sup> liste de choix permet de présélectionner les broches sur lesquelles sont connectés les deux fils de mesure. Sélectionner APM2.5 + 3DR Power Module pour les cartes ArduPilot Mega (APM) utilisant le connecteur réservé à cet effet ou Pixhawk pour les cartes de ce type.

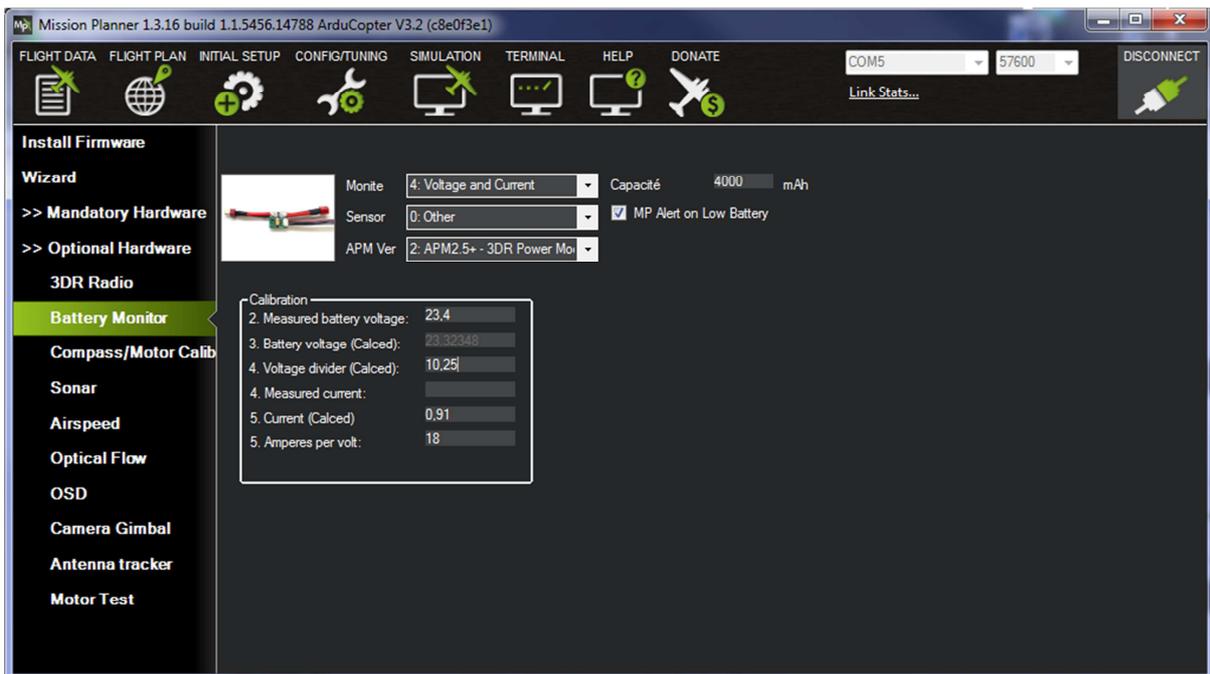
Une fois que tout est mis en place et scrupuleusement vérifié la batterie peut être connectée et les capteurs de tension et de courant étalonnés grâce à Mission Planner.

Les valeurs de tension et de courant consommé sont calculées en pondérant la tension présente sur les fils V et I variant de 0 à 3,3V en provenance du power module avec un facteur multiplicateur. Pour déterminer les valeurs de ces deux ratios il est impératif d'utiliser un appareil de mesure suffisamment précis.

## 1) Etalonnage de la mesure de tension

Dans un premier temps c'est la tension aux bornes de la batterie qui sera étalonnée, le multicopter doit donc être alimenté avec de préférence une batterie pleinement chargée et Mission Planner doit être connecté au contrôleur de vol sur la page « Initial setup », dans la section « Battery monitor » sous le choix « Optional hardware ». Pour plus de simplicité et de sécurité il est conseillé d'établir une connexion sans fil via la télémétrie ou une connexion Bluetooth.

Après avoir sélectionné le type de capteur à « Other » ainsi que la version du contrôleur de vol il est nécessaire d'attendre quelques instants afin que la mesure de la tension affiche une valeur stable. Il faut ensuite entrer la valeur lue sur l'appareil de mesure dans le 1er champ nommé « Measured voltage » et valider la saisie en appuyant sur la touche Entrée du clavier. Là encore il faut patienter quelques instants pour obtenir une lecture stable.



Ensuite le facteur multiplicateur peut être ajusté manuellement dans le champ « Voltage divider » pour que les évolutions de tension affichées par Mission Planner soient au plus proche des valeurs effectivement mesurées.

## 2) Etalonnage de la mesure de courant

La deuxième partie de mesure est plus délicate, **l'appareil doit être solidement attaché** et une zone confortable doit être dégagée à ses alentours. En effet la mesure de courant pour être significative doit dépasser les 10A, sans pour autant atteindre les limites de l'appareil de mesure. Il faut donc pour ce faire conserver les hélices sur les moteurs car ce sont elles qui nécessitent une puissance mécanique et provoquent une augmentation de la consommation des moteurs.

**ATTENTION** : les hélices en mouvement sont très dangereuses et peuvent provoquer des blessures graves, assurez-vous de ne pas être à proximité de l'engin lorsqu'elles sont en mouvement et que ce dernier ne puisse pas se déplacer. Prenez le temps de bien vérifier les différentes fixations avant de démarrer la mesure de courant.

Une fois le multicopter prêt, le contrôleur de vol doit être armé et les gaz augmentés progressivement jusqu'à atteindre une mesure supérieure à 10A. Pour une plus grande efficacité il est conseillé de préparer la saisie d'une valeur témoin dans le champ « Measured current », disons 15A, et d'être prêt à valider cette saisie dès lors que l'appareil de mesure affiche cette consommation.

Le ratio ainsi calculé dans le champ « Amperes per volt » au moment de la validation de la saisie servira de base de travail et devra être affiné en fonction des différentes mesures. La précision du capteur de courant n'étant pas linéaire il faut maintenir la consommation de courant au-dessus de 10A.

En cas d'absence d'appareillage de mesure de courant il est possible de déterminer le facteur multiplicateur par déduction, la marche à suivre est la suivante :

- Renseigner une valeur arbitraire dans le champ « Amperes per volt » (par ex. 15)
- Charger complètement une batterie et faire un vol pour la vider jusqu'à sa limite (pas moins de 3,3V par élément en charge)
- Recharger le pack avec un chargeur indiquant la quantité d'énergie nécessaire à la charge complète
- Ajuster le facteur multiplicateur avec une simple règle de 3 d'après les indications fournies par l'autopilote

Cette méthode est certes plus longue mais présente le gros avantage d'être plus précis car basé sur la globalité du courant consommé et surtout beaucoup moins dangereux puisqu'il ne nécessite pas d'actionner les moteurs à proximité. De plus, il n'est pas nécessaire de manipuler les hélices.

## f. Détection des interférences électromagnétiques

Les magnétomètres sont sensibles aux perturbations électromagnétiques produites par la platine de distribution, les moteurs, les ESC. Ils doivent être éloignés de ces différents éléments ainsi que des sources magnétiques telles que les buzzers autant que possible.

Il est ensuite fortement recommandé pour l'utilisation des modes automatiques de mesurer les perturbations du magnétomètre afin que l'autopilote ne soit pas perturbé et prennent les bonnes décisions de cap.

Après avoir configuré le module de mesure de courant, la mesure des interférences électromagnétiques peut être lancée dans la sous-section « Compass/Motor Calibration ».

**ATTENTION** : la suite de cette opération nécessite d'activer les moteurs **AVEC** les hélices. Cette manipulation présente des risques importants de blessure, toutes les précautions nécessaires doivent être prises et l'appareil doit être solidement arrimé. Afin d'éviter tout risque les hélices doivent être décalées d'un moteur et si possible inversées pour plaquer l'appareil sur son support.

Activer le bouton de sureté et cliquer sur le bouton « Start » pour démarrer la procédure puis augmenter progressivement les gaz jusqu'au maximum puis terminer la mesure.



## g. Configuration de la valeur minimale des Gaz

Le paramètre THR\_MIN permet d'indiquer au contrôleur de vol à partir de quelle valeur de commande des gaz les moteurs commencent à tourner. En effet, selon les caractéristiques mécaniques et électriques des ESC et des moteurs, il faut une puissance minimale pour contrer l'inertie des rotors et mettre ainsi les hélices en mouvement. Pour que la commande des gaz à partir de la radio réagisse dès que le manche est actionné et que la plage de régime soit la plus étendue et précise possible la valeur minimale des gaz doit être déterminée par la méthode suivante.

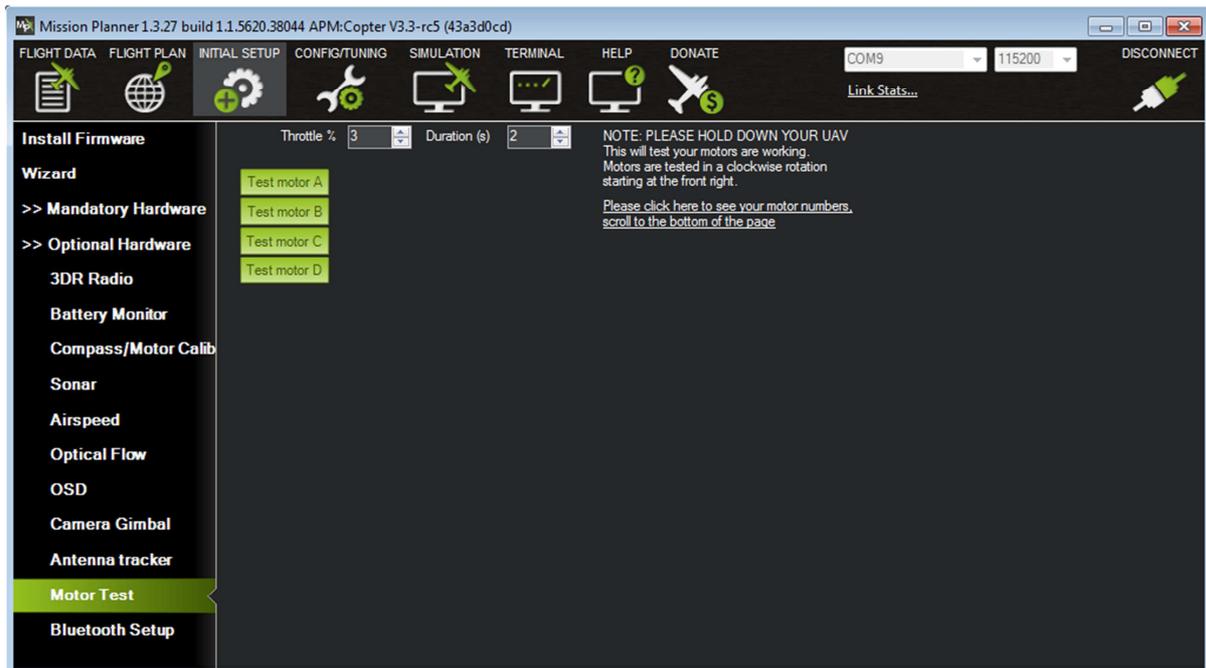
Le paramètre doit tout d'abord être réinitialisé en le positionnant à 0 dans la section « CONFIG/TUNING », sous-section « Full Parameter List » et enregistrer les paramètres en cliquant sur le bouton « Write Params ».

The screenshot shows the Mission Planner interface with the 'CONFIG/TUNING' tab selected. The 'Full Parameter List' section is active, displaying a table of parameters. The 'THR\_MIN' parameter is highlighted, and its value is set to 0. The table columns are Command, Value, Unit, Range, and Description.

Command	Value	Unit	Range	Description
SR1				
SR2				
SR3				
STB				
SUPER_SIMPLE	0		0:Disabled 1:Mode1 2:Mode...	Bitmask to enable Super Simple mode for some flight modes. Setting this to Di...
SYSID				
TELEM_DELAY	0	seconds	0 10	The amount of time (in seconds) to delay radio telemetry to prevent an Xbee bric...
TERRAIN				
THR				
THR_DZ	100	pwm	0 300	The deadzone above and below mid throttle. Used in AltHold, Loiter, PosHol...
THR_MID	362	Percent*10	300 700	The throttle output (0 ~ 1000) when throttle stick is in mid position. Used to...
THR_MIN	0	Percent*10	0 300	The minimum throttle that will be sent to the motors to keep them spinning
TUNE				
VEL				
WP_YAW_BEHAVIOR	2		0:Never change yaw 1:Face next...	Determines how the autopilot controls the yaw during missions and RTL
WPNAV				

On the right side of the interface, there are several control buttons: Load, Save, Write Params, Refresh Params, Compare Params, Find, All Units are in raw format with no scaling, 3DR\_AERO\_M.p (dropdown), Load Presaved, and Reset to Default.

Ensuite, chacun des moteurs doit être testé depuis la section « INITIAL SETUP » / « Motor Test » afin de déterminer la valeur minimale des gaz.



Enfin, une fois qu'une valeur a été déterminée et que tous les moteurs démarrent sans problème, ajouter un ou deux pourcent et multiplier par dix puis enregistrer cette valeur dans le paramètre THR\_MIN (cf. 1<sup>er</sup> paragraphe).

La valeur par défaut est de 130 soit 13%.

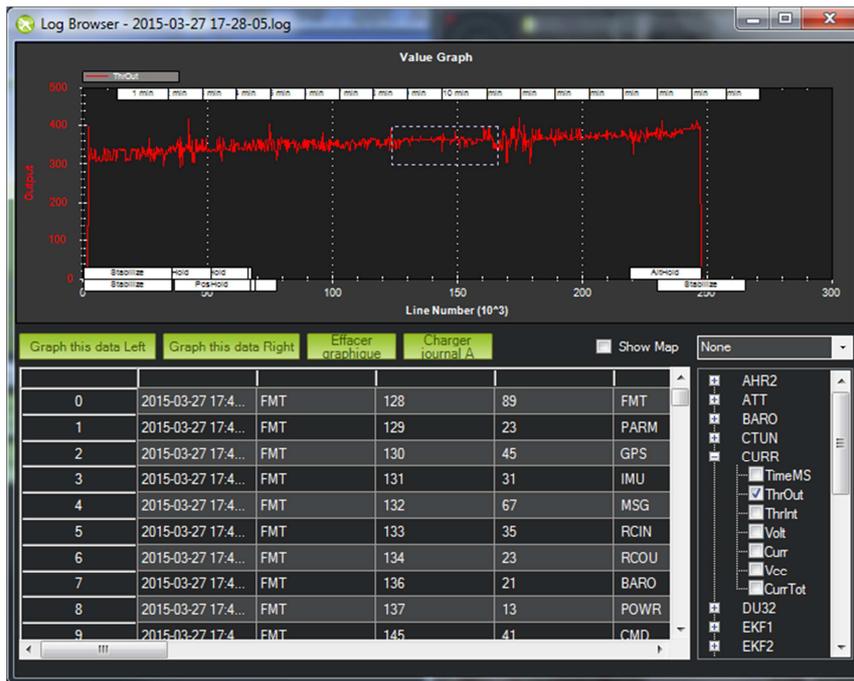
## h. Configuration de la valeur moyenne des Gaz

Afin d'éviter les trop grosses différences de consigne au passage d'un mode manuel à un mode automatique il est recommandé de définir la valeur moyenne des Gaz. En effet, si le stationnaire en mode stabilisé se situe à 35% de gaz par exemple, le passage au mode AltitudeHold, qui prend en compte un maintien d'altitude à 50% de gaz, amorcera au moment de son activation une descente à 30% de la vitesse maximum.

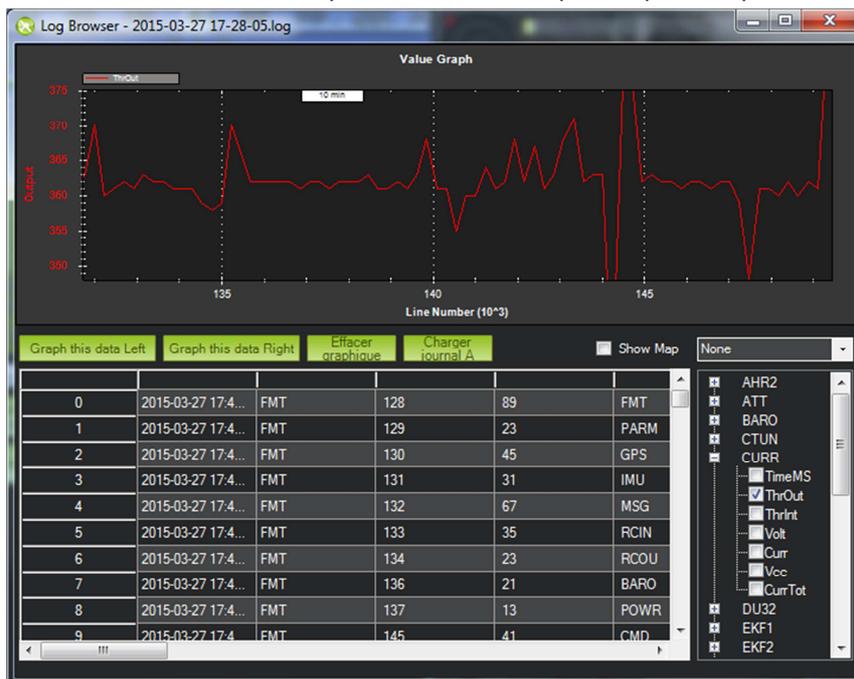
Après avoir effectué un vol en vidant une batterie, télécharger les logs du vol depuis l'onglet « DataFlash Logs » de la section « FLIGHT DATA » via le bouton « Download DataFlash Log Via Mavlink ».



Après que le fichier ait été téléchargé, cliquer sur le bouton « Review a Log » pour l'ouvrir puis dans la catégorie « CURR », cocher l'élément ThrOut et sélectionner une zone calme vers le milieu du vol.



Noter ensuite la valeur moyenne, dans l'exemple ci-après on prendra 362.



Fermer l'analyse de log et activer lancer la recherche du terme « thr\_mid » en cliquant sur le bouton « Find » dans la section « CONFIG/TUNING », sous-section « Full Parameter List »

Command	Value	Units	Options	Desc
ACRO_BAL_PITCH	1		0 3	rate at which pitch angle returns to level in acro mode
ACRO_BAL_ROLL	1		0 3	rate at which roll angle returns to level in acro mode
ACRO_EXPO	0.3		0:Disabled 0.1:Very Low 0.2:Low 0.3:Medium 0.4:High 0.5:Very High	Acro roll/pitch Expo to allow faster rotation when stick at edges
ACRO_RP_P	4.5		1 10	Converts pilot roll and pitch into a desired rate of rotation in ACRO and SPORT mode. Higher values mean faster rate of rotation.
ACRO_TRAINER	2		0:Disabled 1:Leveling 2:Leveling and Limited	Type of trainer used in acro mode
			1 10	Converts pilot yaw input into a desired rate of rotation in ACRO, Stabilize and SPORT modes. Higher values mean faster rate of rotation.
			0.001 0.5	This controls the time constant for the cross-over frequency used to fuse AHRS (airspeed and heading) and GPS data to estimate ground velocity. Time constant is 0.1/beta. A larger time constant will use GPS data less and a small time constant will use air data less.
AHRS_EKF_USE	0		0:Disabled 1:Enabled	This controls whether the NavEKF Kalman filter is used for attitude and position estimation
AHRS_GPS_GAIN	1		0.0 1.0	This controls how much to use the GPS to correct the attitude. This should never be set to zero for a plane as it would result in the plane losing control in turns. For a plane please use the default value of 1.0.
AHRS_GPS_MINSATS	6		0 10	Minimum number of satellites visible to use GPS for velocity based corrections attitude correction. This defaults to 6, which is about the point at which the

Cliquer sur la valeur pour la modifier et entrer le nombre déterminé dans l'étape précédente.

Command	Value	Units	Options	Desc
THR_MID	362	Percent*10	300 700	The throttle output (0 ~ 1000) when throttle stick is in mid position. Used to scale the manual throttle so that the mid throttle stick position is close to the throttle required to hover

Dès lors l'appareil décollera avec la manette de gaz légèrement au-dessus des 50% et le maintien d'altitude sera préservé entre les différents modes de vol.

Pour régler le AltHold sans les logs c'est très simple, positionner le THR\_MID à 500, décoller par temps calme et faire un stationnaire à environ 3m de haut. Noter précisément la position du manche des gaz qui indiquera alors la valeur du THR\_MID. Si le manche est à 65% le THR\_MID doit être fixé à 650.

# Bons vols

## RÈGLES D'USAGE D'UN DRONE DE LOISIR



**ASSURER LA SÉCURITÉ  
DES PERSONNES ET DES AUTRES  
AÉRONEFS EST DE VOTRE  
RESPONSABILITÉ**

**10 PRINCIPES POUR VOLER EN CONFORMITÉ AVEC LA LOI**

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Regles-d-usage-d-un-drone-de,41722.html>