



Le fonctionnement d'un contrôleur de vol

En 3 questions !



Les 3 questions



Quel est le but d'un contrôleur de vol ?

Comment il s'y prend pour atteindre ce but ?



A quoi sert le tuning ?



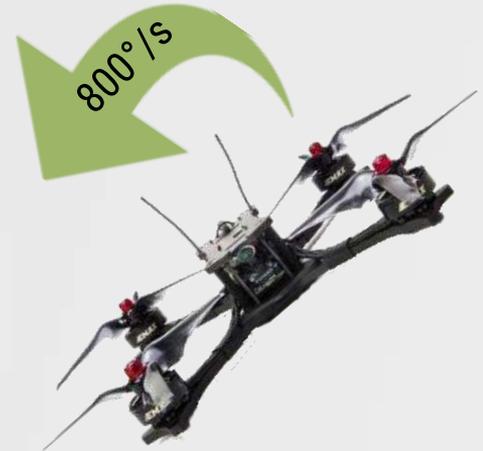


Quel est le but d'un contrôleur de vol ?

Permettre au drone de suivre la **consigne**, donnée par les sticks, le mieux possible.



800°/s



Le firmware exécute une suite de traitements, en boucle, plusieurs milliers de fois pas seconde...



... pour corriger en permanence la vitesse angulaire du quad par rapport à la consigne donnée par les sticks



Comment il s'y prend pour atteindre ce but ?

Pour y répondre, on va zoomer à l'intérieur de la boucle que répète en permanence le firmware de la FC.

C'est la fameuse boucle PID.

8.00 kHz

PID loop frequency = 8000 tours de boucle par seconde

Un tour de boucle PID



Position des sticks

Roll : 1700
Pitch : ...

Rates

Roll : 802°/s
Pitch : ...

Filtrage

Consigne ou « Setpoint »
= vitesse angulaire
désirée

Roll : 800°/s
Pitch : ...

Signal gyro

Filtrage

Vitesse de angulaire
réelle (mesurée)

Roll : 600°/s
Pitch : ...

Erreur
(écart entre vitesse
demandée et vitesse
réelle)

Roll : 200°/s
Pitch : ...

Régulateur
PID

Somme
P + I + D

Moteurs

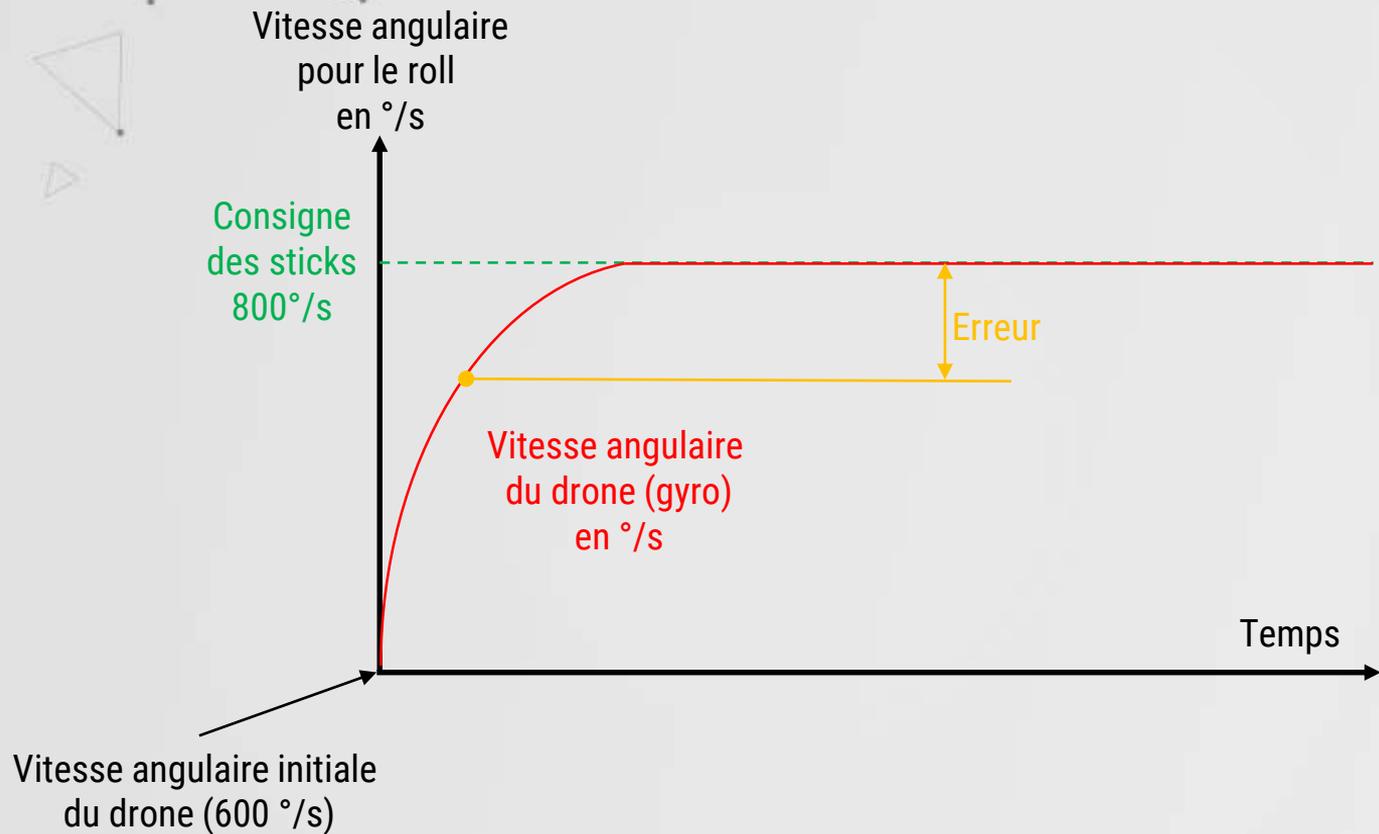
ESCs

Mixeur
moteurs





Aperçu d'une régulation PID idéale sur un axe





Le régulateur PID

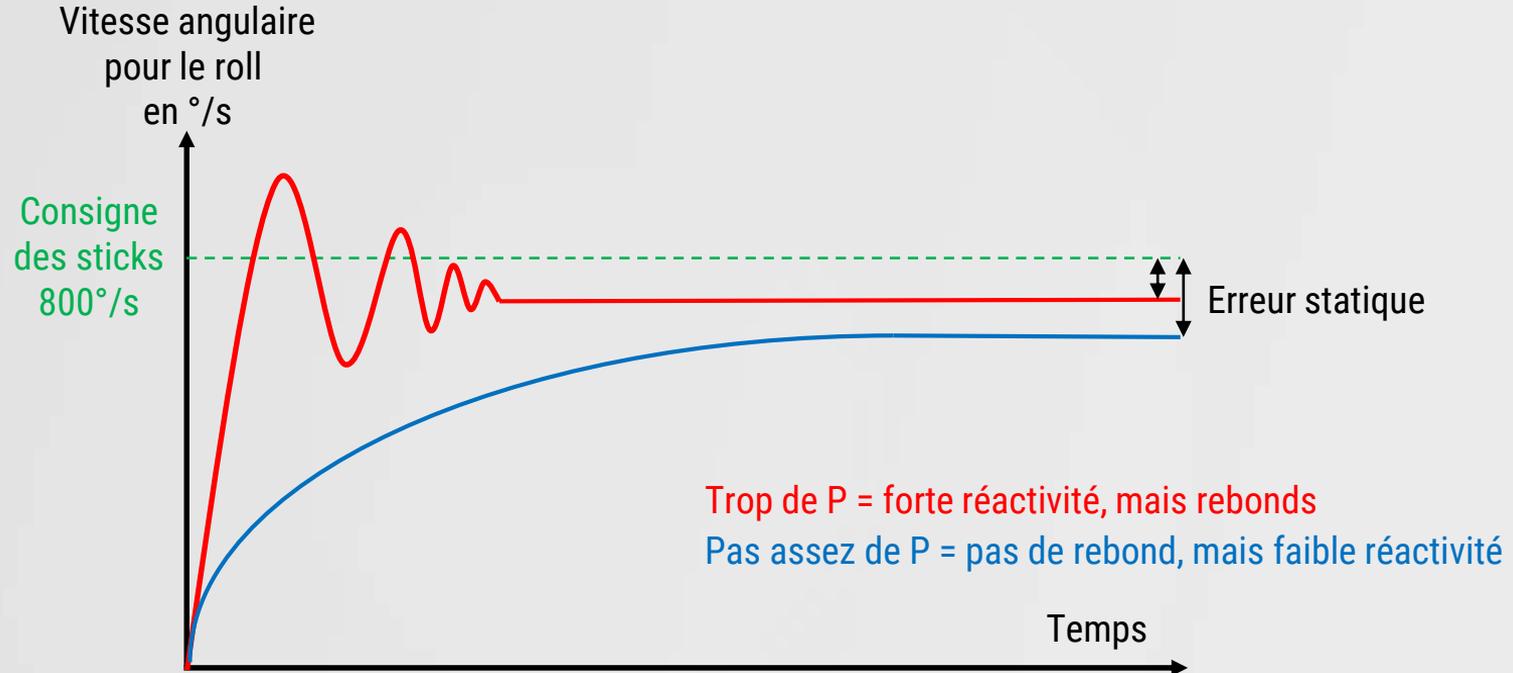
Un asservissement PID permet à notre système (le drone) de **suivre la consigne** qui lui est donnée (via les sticks).

- **P (Proportionnel)**
 - **Pousse** vers la consigne, pour corriger l'erreur à un instant T
 - **Proportionnel** à la taille de l'erreur.
 - Il engendre une **erreur statique**. Plus on a de P, moins l'erreur statique est importante, mais plus on aura d'overshoot
- **I (Intégral)**
 - Tient compte des erreurs précédentes. Les erreurs **s'additionnent (intégration)** jusqu'à ce que ce que le système atteigne la consigne (à ce moment, il « reset » l'erreur).
 - Permet de gagner en précision (compensation de l'erreur statique) et stabilité.
- **D (Dérivé)**
 - Il surveille **l'évolution de l'erreur** : quand elle se réduit, il va contrer les P pour réduire l'overshoot

Objectif : avoir un système aussi **réactif (P)** et **précis (I)** que possible, **sans dépassement (D)**.

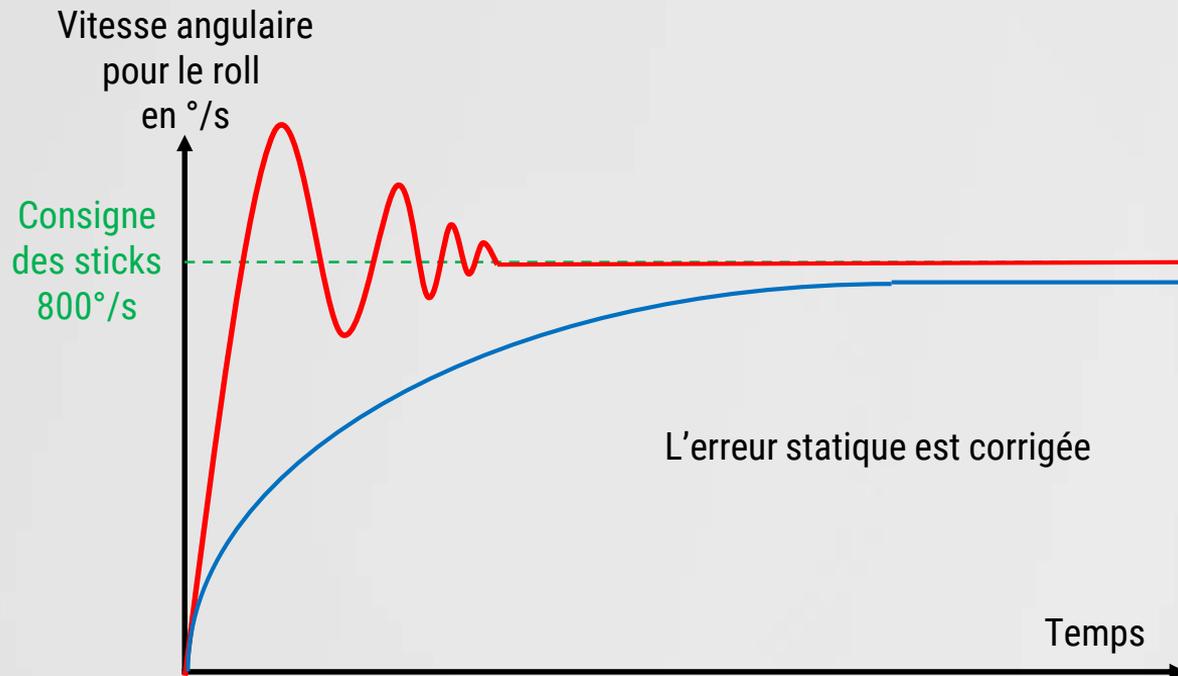


Effet des P uniquement



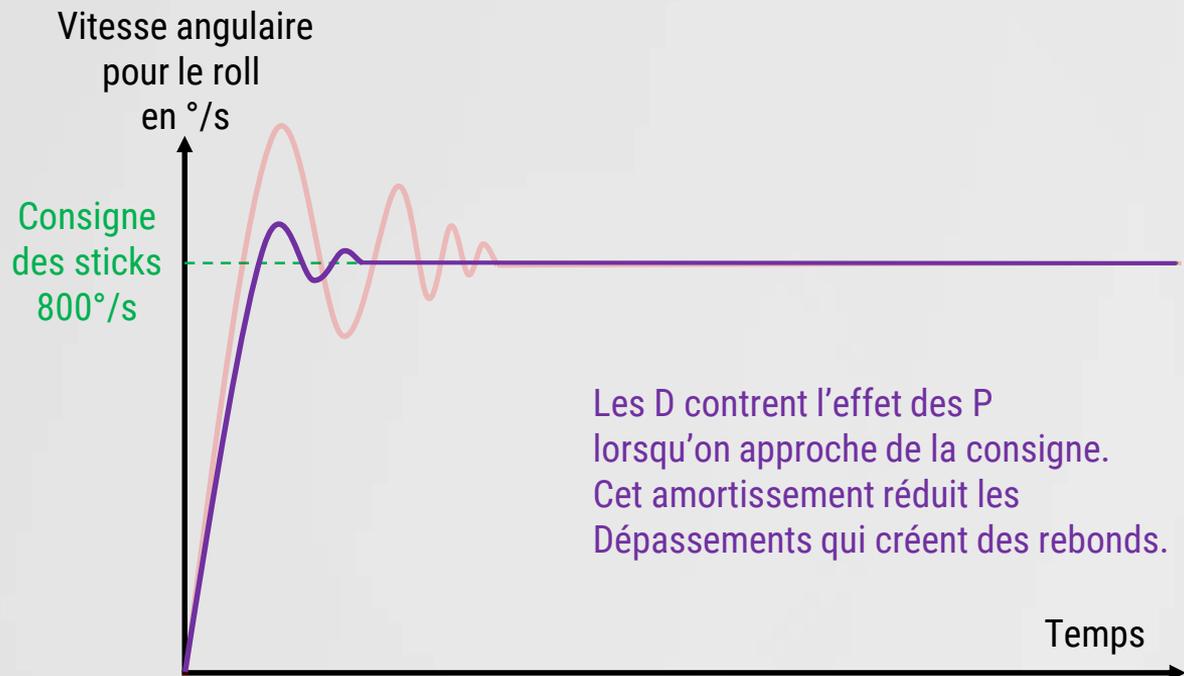


Effet des P et des I





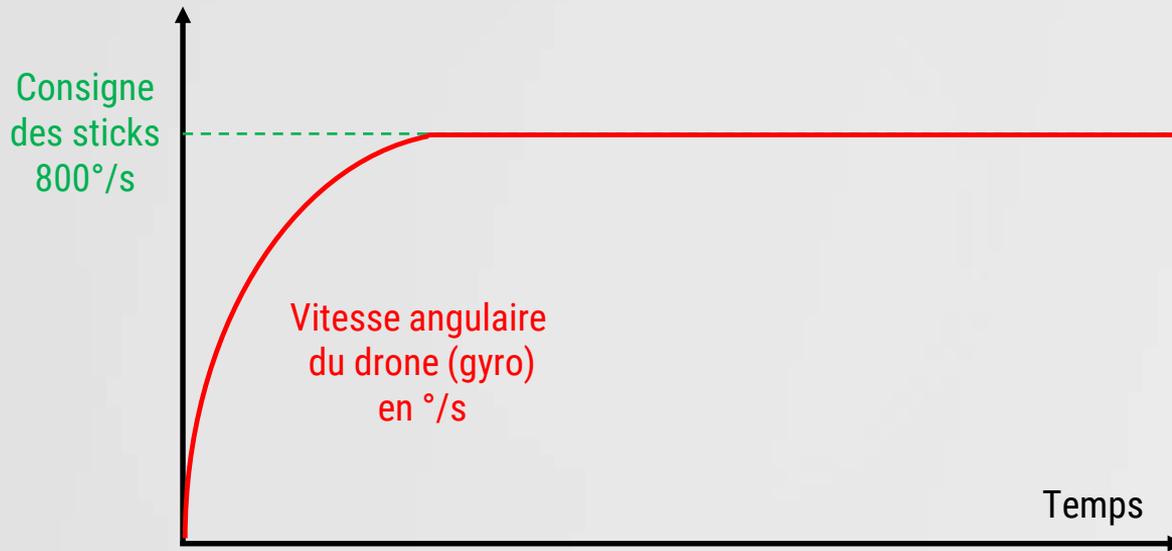
Effet des P, des I et des D





A quoi sert le tuning ?

A trouver l'équilibre entre les 3 termes : P, I et D, afin d'atteindre précisément la consigne, le plus rapidement possible et sans rebond.



Cet équilibre s'ajuste en modifiant des "poids", ou coefficients qui s'appliqueront à chaque terme, pour chaque axe.

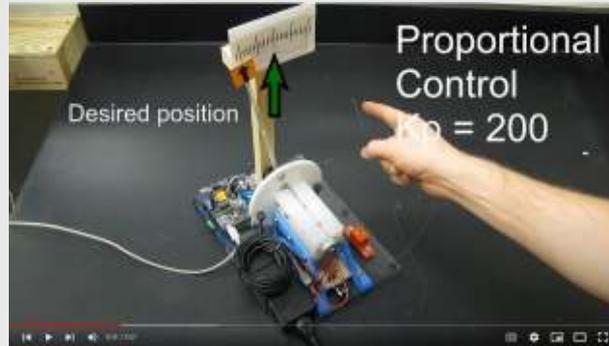
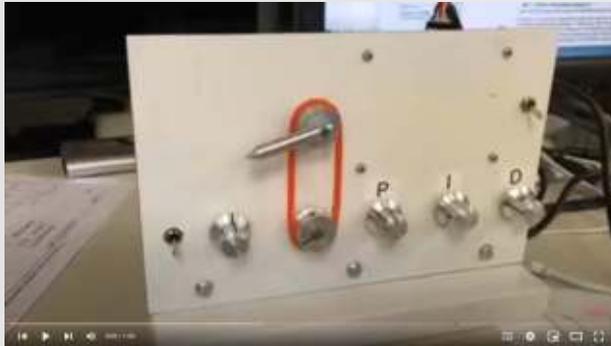
Ces poids, sont les fameux PID qu'on règle dans notre contrôleur de vol.



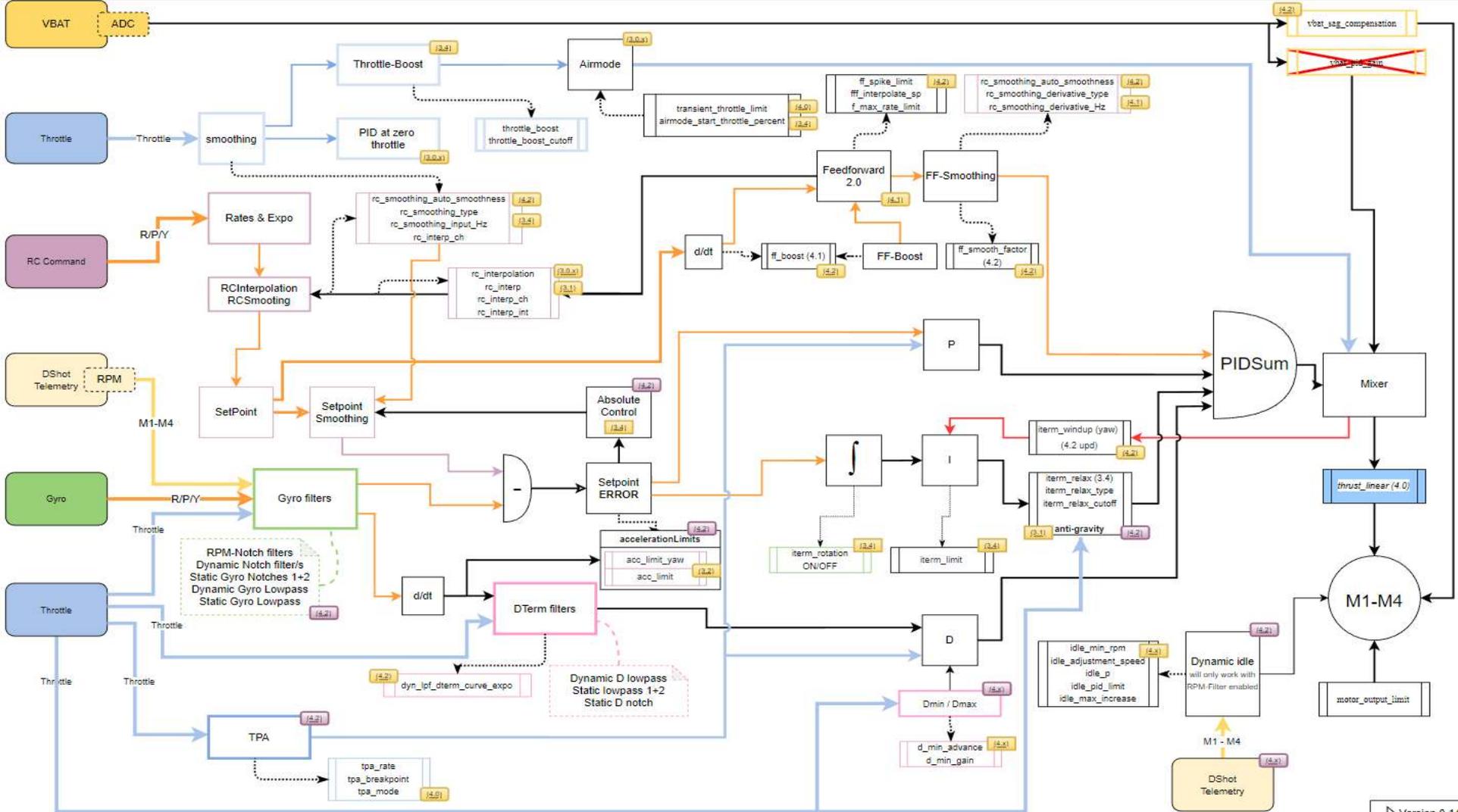
Un dernier mot... avant la suite !

S'il reste encore un doute sur le fonctionnement des PID, je vous recommande ces 2 vidéos.

Les liens sont dans la description.



Avant de passer à la Blackbox, on va regarder rapidement le vrai organigramme de Betaflight (4.2). Pas de panique, c'est le même que celui qu'on a vu juste avant, avec plus de détails.





C'est quoi ?

Elle enregistre tout ce qui se passe sur le quad

01

Pour quoi faire ?

Analyser le comportement du quad (optims, diagnostics...)

02

Logiciels

Blackbox Explorer et
PIDtoolbox

03

La Blackbox

04

Tune de départ

Vol avec le tune obtenu lors du précédent tuto tuning

05

Analyse et ajustements

Qualité du tune ?
Optimisations !

06

Vérification !

Nouveau vol et vérification des améliorations avec la Blackbox

