



Nacelle de Prise de Vue Aérienne

Etudes et projets autour d'une nacelle asservie sur 2 axes et embarquée sur un drone Hexacopter

Descriptif du support technologique

Le drone Hexacopter est un appareil volant utilisé par les amateurs de modélisme et les sociétés de prises de vue aériennes.

Ses fonctions de prise de vue sont assurées par une **caméra fixée à une nacelle motorisée et asservie sur deux axes**.

La nacelle de prise de vue aérienne embarque les technologies suivantes:

- ✓ Carte électronique embarquée pour nacelle de drone
- ✓ Motorisation Brushless
- ✓ Caméra pour asservissement vidéo
- ✓ Coffret de pilotage temps réel (avec NC00 + NC09)
- ✓ Accéléromètre et gyromètre

Le produit permet de réaliser des activités pédagogiques liées à la **conception** mécanique, électrique, électronique et logicielle mais aussi de travailler sur l'analyse et à la commande de **systèmes asservis**. C'est également une remarquable plateforme de projets didactiques.

Contenu du produit didactique « Nacelle de prise de vue Aérienne »

Le système « **Nacelle de prise de vue Aérienne** » NC10 est constitué dans sa version de base de:

- ✓ Un support mécanique permettant de fixer la nacelle dans différentes positions
- ✓ Une nacelle embarquée 2 axes pour prise de vue aériennes
- ✓ 2 moteurs Brushless pour la motricité des axes de la nacelle
- ✓ Des boucles de courant permettant de mesurer le courant dans chacune des phases des moteurs roulis et tangage
- ✓ Des points de mesures permettant de mesurer la tension entre chacune des phases des moteurs roulis et tangage
- ✓ Une carte de pilotage embarquée pour la commande des moteurs et l'acquisition des données de la centrale inertielle
- ✓ Une centrale inertielle pour le retour d'informations
- ✓ Une interface de pilotage de la nacelle (**asservissement à partir de la centrale inertielle**) depuis un PC (programmation Python possible)
- ✓ Une alimentation & la connectique nécessaire
- ✓ Un jeu de masses pour faire varier l'inertie de la nacelle

La Version Evolution 1 « **Nacelle de prise de vue aérienne avec caméra vidéo** » NC10+NC15 permet en sus d'asservir en position la nacelle à partir d'analyses d'images de la caméra.

La version Evolution 2 « **Nacelle de prise de vue aérienne avec plateforme de prototypage électronique temps réel (Carte NI myRIO et carte de contrôle de 2 moteurs brushless ou 2 moteurs CC ou 1 moteur Pas à Pas)** » NC10+NC00+NC09 permet de créer sur LabVIEW ses propres modèles d'asservissements et d'analyser le fonctionnement de contrôle temps réel (ex: Fréquence d'échantillonnage...).

La version Evolution 3 « **Nacelle de prise de vue aérienne avec caméra vidéo et plateforme de prototypage électronique temps réel (Carte NI myRIO et carte de contrôle de 2 moteurs brushless ou 2 moteurs CC ou 1 moteur Pas à Pas)** » NC10+NC15+NC00+NC09 offre l'intégralité des possibilités pédagogiques.

Il est important de noter que les acquéreurs de la version de **Base NC10** peuvent **s'équiper ultérieurement** des références **NC15** « Caméra pour asservissement vidéo » et **NC00+NC09** « Plateforme de prototypage électronique temps réel (Carte NI myRIO et carte de contrôle de 2 moteurs brushless ou 2 moteurs CC ou 1 moteur Pas à Pas) ».

Bac S-SI, CPGE
Enseignement supérieur

Thématiques abordées
Conception mécanique
Informatique
Electronique & Electrotechnique
Instrumentation & Asservissement



Nacelle Embarquée sur le Drone



Carte Arduino pour le pilotage de la nacelle de prise de vue



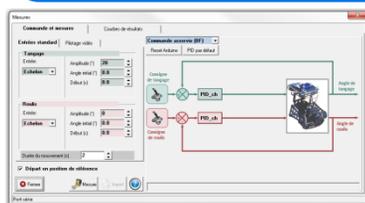
Nacelle sur son support de test

Points forts de la « Nacelle de prise de vue Aérienne »
Les points forts de ce produit sont :

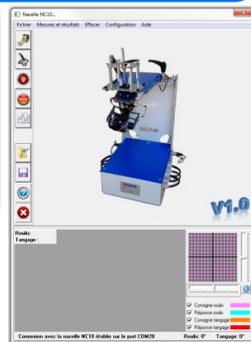
- ✓ La possibilité de **comparer différentes technologies et puissances de moteurs**
- ✓ La présence d'une caméra avec **analyse d'images** et son intégration dans la boucle de l'asservissement en position
- ✓ La **centrale de mesure inertielle** : gyromètre et accéléromètre
- ✓ La possibilité de réaliser des **projets avec le 3^{ème} axe motorisé**
- ✓ **Deux typologies de partie commande**:
 - 1 Electronique embarquée de modélisme/drone sous Arduino (dans NC10)
 - 2 Plateforme de prototypage électronique temps réel, sur base NI myRIO (avec option NC00+NC09)
- ✓ La possibilité de **programmer/modifier des asservissements en Python**

Ce produit est accompagné d'un dossier technique et pédagogique sous format numérique comprenant:

- ✓ Site HTML avec les activités, projets, corrigés et ressources
- ✓ Sources de programmation, Schémas fonctionnels
- ✓ Modèles de simulation comportemental
- ✓ Diagrammes SysML...



Interface de pilotage avec paramétrage des correcteurs et d'acquisition depuis un PC (Commande via carte Arduino dans NC10)





Evolution NC00+NC09: Plateforme de prototypage électronique temps réel

Cette option permet de travailler dans un environnement temps réel LabVIEW/NI et permet de réaliser le pilotage de moteur brushless **sans capteur à effet hall**. Elle est constituée de 2 sous-ensembles:

- ✓ Coffret NI myRIO de contrôle et d'acquisition temps réel avec :
 - Carte embarquée de contrôle et d'**acquisition temps réel** myRIO
 - Carte de prototypage pour myRIO
 - Ce coffret offre la possibilité d'être programmer sur une interface simple développé pour l'enseignement
- ✓ Carte électronique pour myRIO permettant le **pilotage de 2 moteurs** Brushless avec / sans capteurs à effet hall ou 2 moteurs à courant continu ou 1 moteur Pas à Pas :
 - Carte électronique avec bornier à vis pour simplifier le raccordement des moteurs
 - Interface de programmation et paramétrage avec applicatif pour la Nacelle de prise de vue aérienne permettant de communiquer en I2C avec la centrale inertielle et de piloter les moteur brushless de modélisme (sans capteur à effet hall)
 - Jeux de câbles pour le raccordement des moteurs

Après paramétrage des correcteurs PID des moteurs de la nacelle, la carte de pilotage moteurs permet d'envoyer les commandes aux moteurs.

De plus, ce coffret offre la possibilité de piloter différents types de moteurs Brushless, avec capteur à effet hall, mais surtout sans capteur à effet hall tel que utilisé dans le modélisme sur des drones, des nacelles, etc...



Coffret N.I. myRIO de contrôle et d'acquisition temps réel (réf: NC00)
+ Carte de pilotage moteurs Brushless (réf: NC09)

Evolution NC15: Caméra pour asservissement vidéo

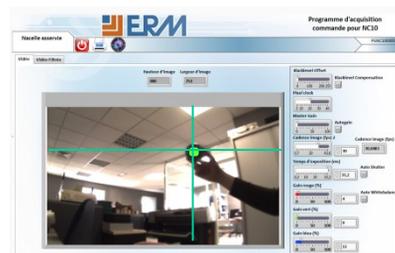
Cette option est constituée principalement de:

- ✓ Une **caméra**
- ✓ Un logiciel d'exploitation de la vidéo via PC
- ✓ Une interface de programmation et pilotage de la nacelle avec **asservissement par retour caméra**

Associée à une nacelle et aux parties commandes (Electronique embarquée NC10 ou Plateforme de prototypage électronique temps réel NC00+NC09), elle permet de réaliser des activités autour du traitement vidéo, du tracking de cible, des asservissements vidéo, etc...



Caméra pour asservissement vidéo



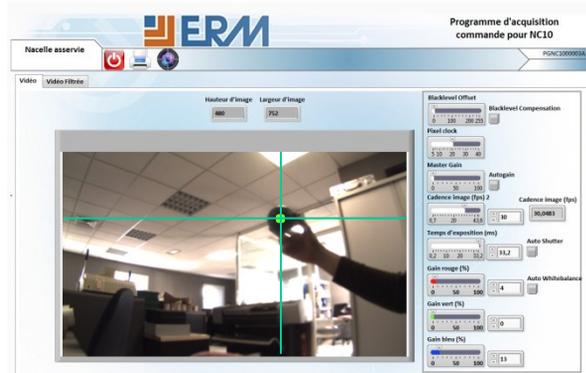
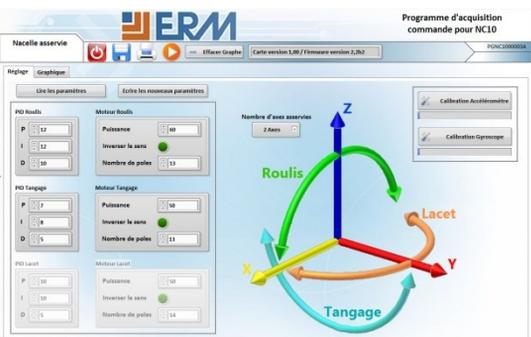
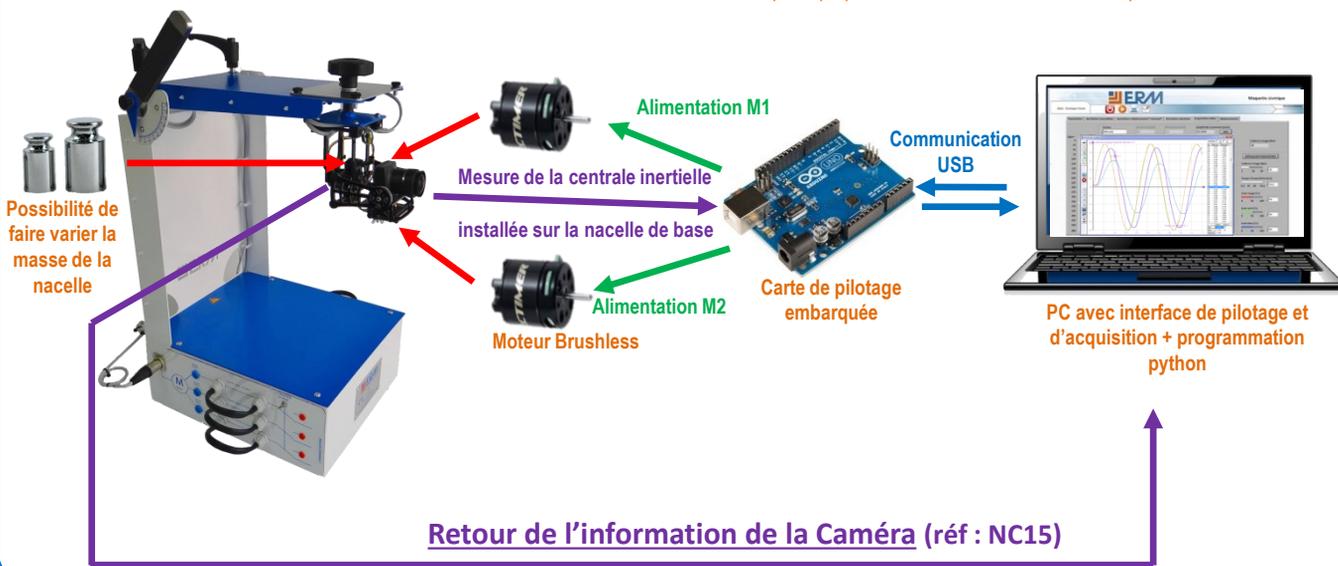
Interface de programmation et pilotage avec retour caméra



Synoptique de la Version de base NC10 (partie commande de type « Electronique embarquée de modélisme/drone ») et de la version Evolution 1 NC10 + NC15 (avec caméra vidéo)

Asservissement avec centrale inertielle OU caméra

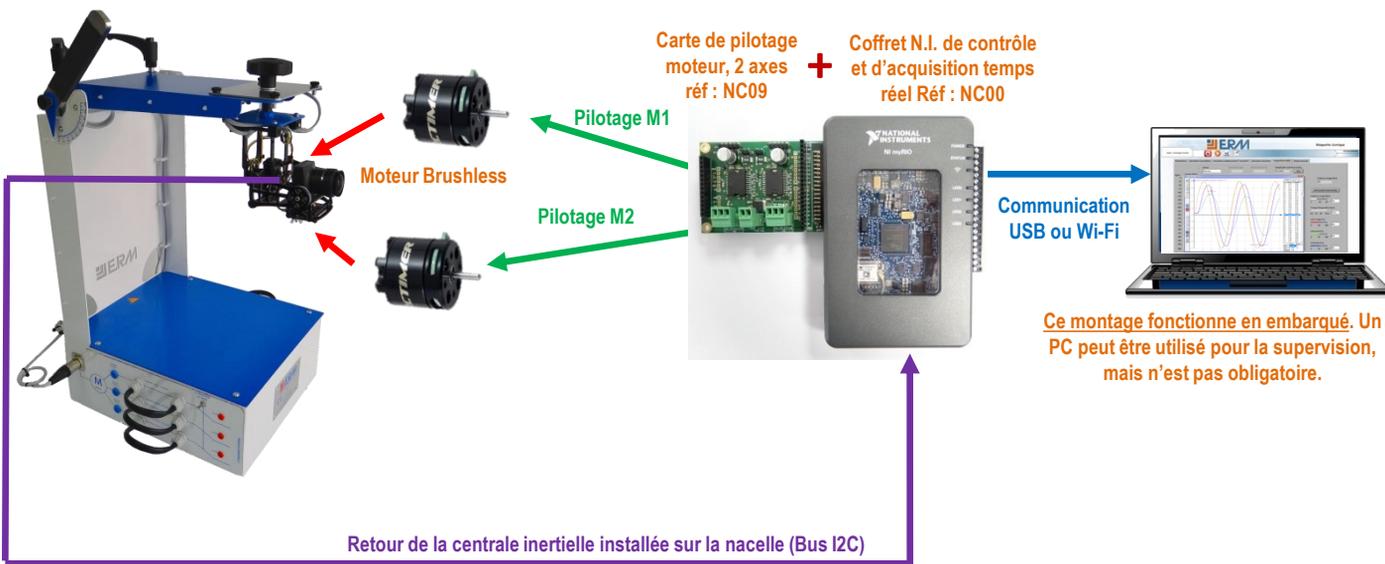
La réf: NC11 (Nacelle avec moteurs plus puissants) peut être montée sur le support mécanique et propose ensuite la même structure d'acquisition / commande



Synoptique de la version Evolution 2 NC10+NC00+NC09 (partie commande de type « Plateforme de prototypage électronique temps réel »)

Asservissement avec centrale inertielle

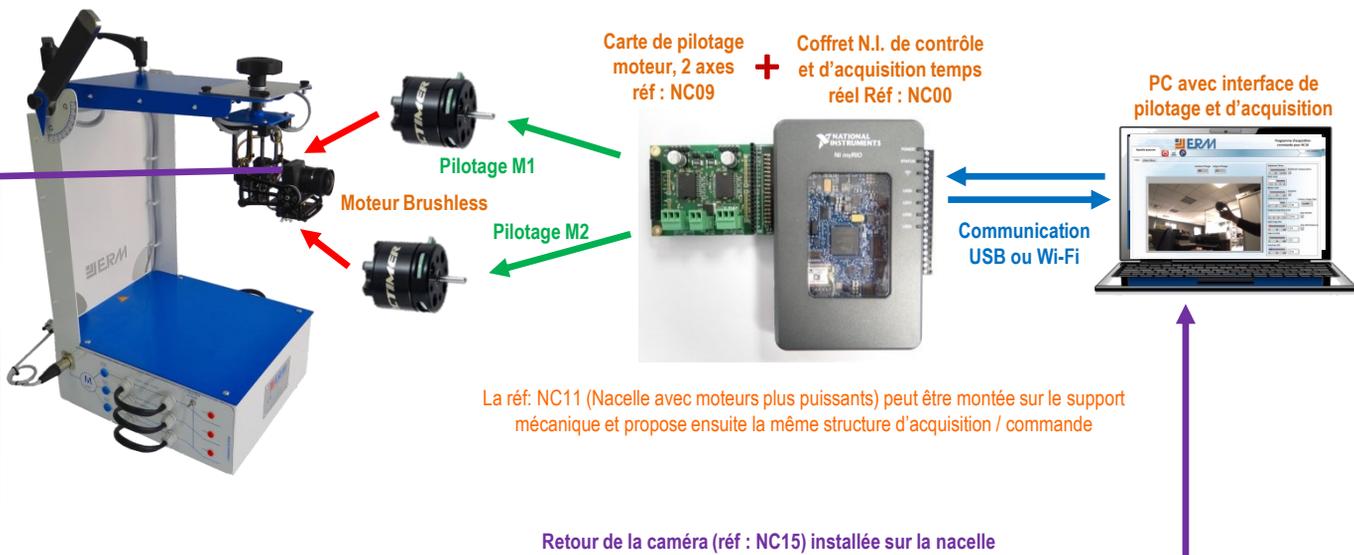
La réf: NC11 (Nacelle avec moteurs plus puissants) peut être montée sur le support mécanique et propose ensuite la même structure d'acquisition / commande





Synoptique de la version Evolution 3 NC10+NC15+NC00+NC09 (Partie commande de type « Plateforme de prototypage électronique temps réel »)

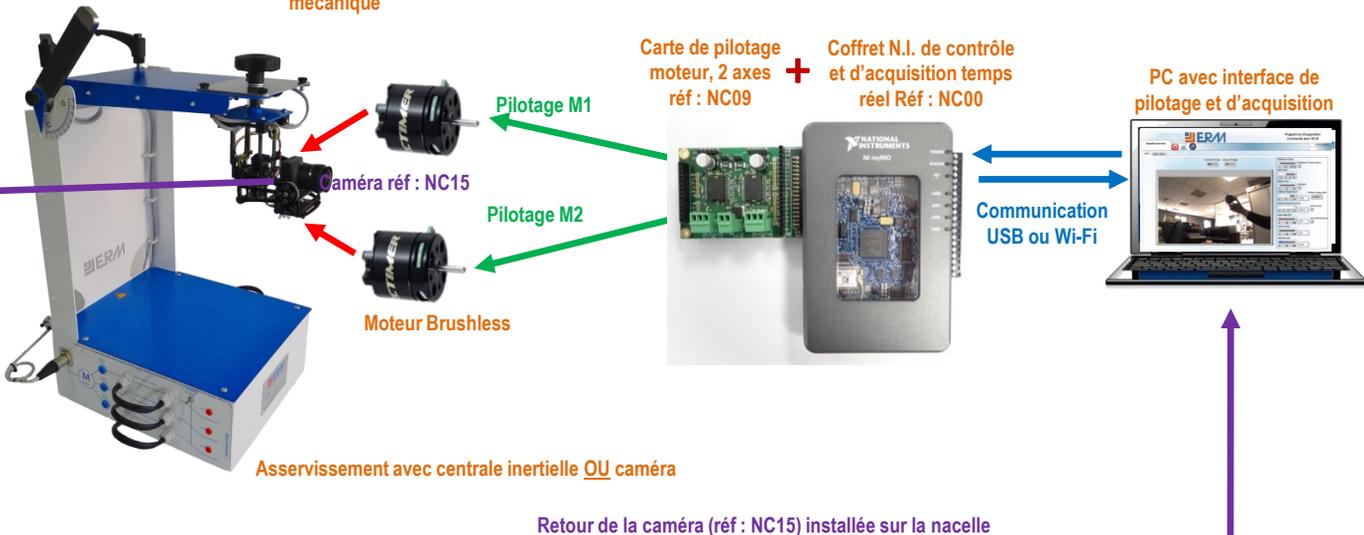
Asservissement avec centrale inertielle OU caméra



Synoptique de la version Evolution 3 NC10+NC15+NC00+NC09 (partie commande de type « Plateforme de prototypage électronique industrielle temps réel » et caméra vidéo)

La réf: NC11 (Nacelle avec moteurs plus puissants) peut être montée sur le support mécanique et propose ensuite la même structure d'acquisition / commande

Nacelle + fixée au support mécanique





Programme d'acquisition commande pour NC10

Nacelle asservie

Reglage: Graphique Vidéo Vidéo filtrée

Lire les paramètres Ecrire les nouveaux paramètres

Nombre d'axes asservis: 2 Axes

Calibration Accéléromètre
Calibration Gyroscope

Diagramme 3D montrant les axes X, Y, Z et les mouvements de Roulis, Lacet, et Tangage.

Paramètres PID pour Roulis, Tangage, et Lacet.



Programme d'acquisition commande pour NC10

Nacelle asservie

Reglage: Graphique

Acc X, GYRO X, Acc Y, GYRO Y, Acc Z, GYRO Z, RC Roll, RC Yaw, Angle Roll, Angle Pitch, Angle Yaw

Position angulaire du support (°)

Manuel Echelon Sinus Rampe

Graphique de l'Amplitude vs Temps.

Programme d'acquisition commande pour NC10

Nacelle asservie

Vidéo Vidéo filtrée

Hauteur d'image: 480 Largeur d'image: 752

Blacklevel Offset: 200 Blacklevel Compensation: 200

Pixel clock: 200

Master Gain: 50 Autogain: 50

Cadence image (fps) 2: 30,0483

Temps d'exposition (ms): 13,2

Gain rouge (%): 4

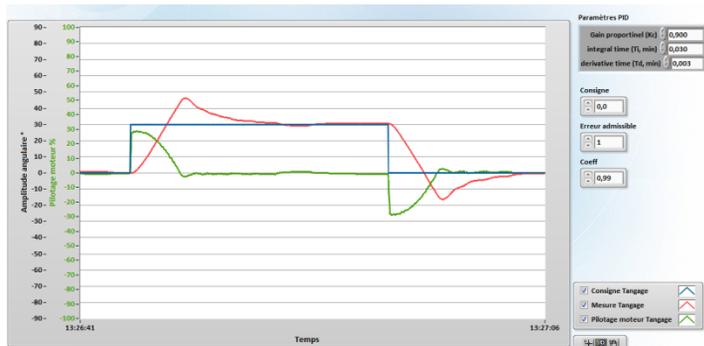
Gain vert (%): 0

Gain bleu (%): 13

Auto Shutter: 4 Auto Whitebalance: 0

Image en cours de capture avec une croix verte.

Consignes possibles « Manuel », « Echelon », « Sinus » et « Rampe »



Comparaison de réglages PID - Courbes: Consigne tangage (Bleu), Mesure tangage (Rouge), Pilotage moteur tangage (Vert)

Programme d'acquisition commande pour NC10

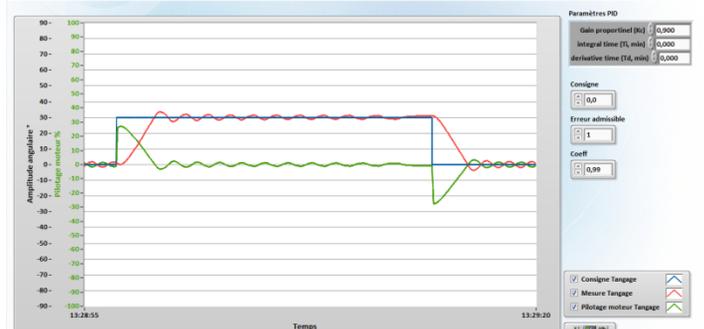
Nacelle asservie

Vidéo Vidéo filtrée

Choix du mode de couleur: RGB (Red, Green, Blue), YSA (Yuv, Saturation, Luma)

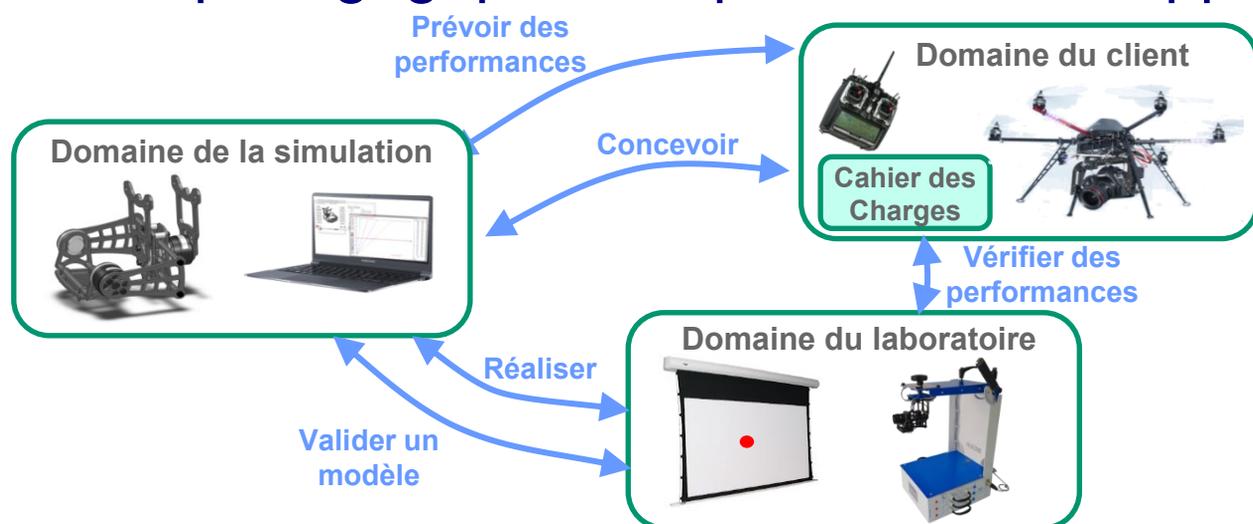
Red or blue: 0-255, Green or saturation: 0-255, Blue or luminance: 0-255

Image en cours de capture montrant un point rouge.





Activités pédagogiques et spécificités du support

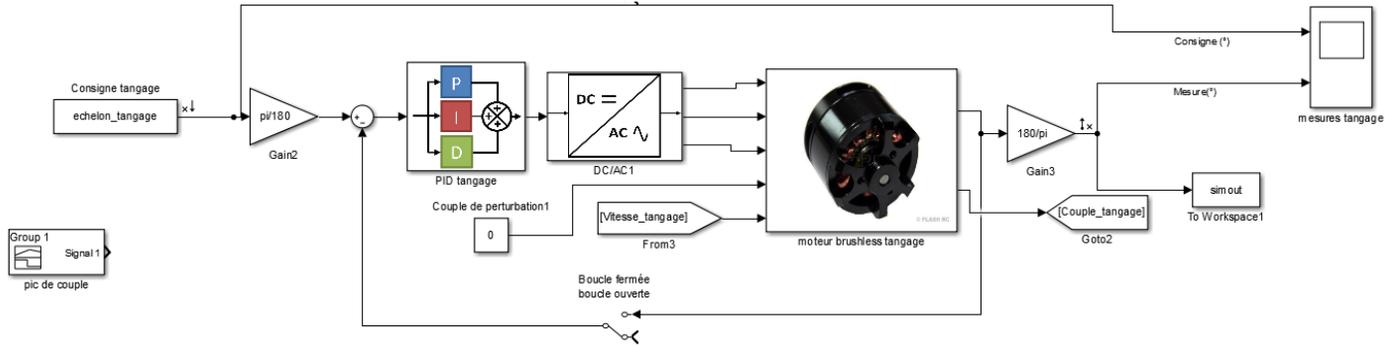


Thèmes	Activités pédagogiques fournies	Spécificités de cette nacelle	Niveau
Analyse fonctionnelle	Vérifier les performances annoncées par le constructeur de la nacelle	Nacelle équipée d'une centrale inertielle	S SI
Asservissement	Vérifier les performances de l'axe de tangage asservi en position	Par identification du comportement, valider un modèle de simulation et ajuster les correcteurs pour respecter un cahier des charges.	S SI
Dynamique	Modéliser les résistances passives sur l'axe de tangage	Identification de l'inertie et des frottements - Analyse de l'influence – Essais et Mesures à l'aide de la centrale inertielle	CPGE
	Vérifier les performances de la nacelle en suivi vidéo	Etude de l'asservissement par reconnaissance d'image	CPGE
Asservissement	Régler un correcteur PID avec des études temporelles et fréquentielles	Réglage du PID vis-à-vis du cahier des charges Modification de la consigne (échelon, sinusoïde ...)	CPGE
	Identifier de façon temporelle la Boucle Ouverte	Mesure de position par centrale inertielle sur entrée échelon Mise en place d'un modèle de la Boucle Ouverte	CPGE
	Identifier de façon fréquentielle la Boucle Ouverte	Mesure de la position par centrale inertielle sur entrée sinusoïdale Mise en place d'un modèle de la Boucle Ouverte	CPGE
	Identifier de façon temporelle la Boucle Fermée	Mesure de la position par centrale inertielle sur une entrée échelon Mise en place d'un modèle de la Boucle Fermée	CPGE
	Identifier la BO en mode Vidéo	Mesure de position par vidéo sur entrée échelon et Sinus Mise en place d'un modèle de la Boucle Ouverte	CPGE
Génie électrique	Analyser l'influence du moteur Brushless sur les performances de la nacelle	Modélisation des moteurs Brushless sans capteurs Mesures sur banc moteur	CPGE
Informatique	Concevoir un algorithme de détection du centre de la forme reconnue (Python)	Projection d'une forme sur un écran -Accès aux données fournies par la caméra - Programmation Python	CPGE
Modélisation	Obtenir et valider un modèle le plus pertinent possible du système étudié	Créer un modèle par des approches théoriques et expérimentales puis valider le modèle par comparaison avec les résultats d'expériences sur le système réel	CPGE
	Modéliser un SLCI et Valider le modèle obtenu	Créer un modèle de comportement de la nacelle en asservissement vidéo puis valider le modèle par comparaison avec les résultats d'expériences sur le système réel	CPGE

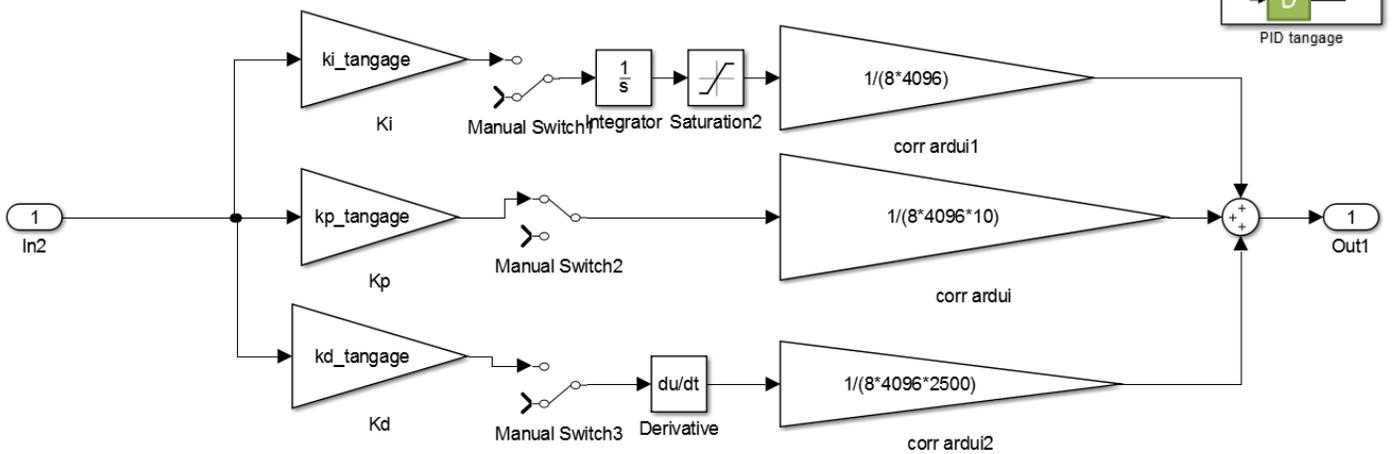


Présentation des modèles

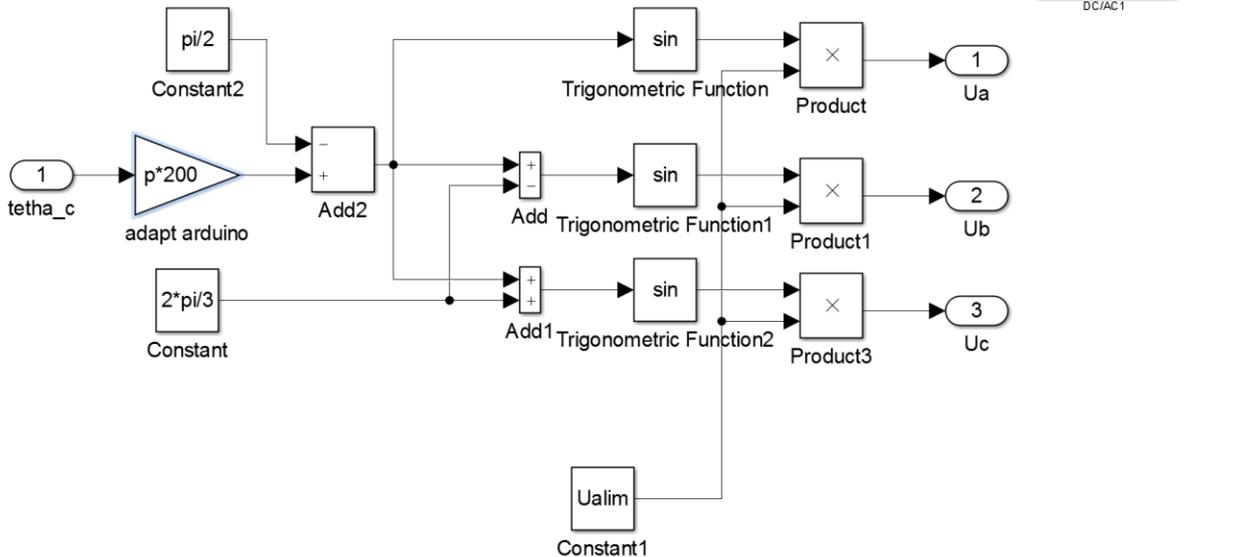
Présentation Générale :



Correction par correcteur PID :

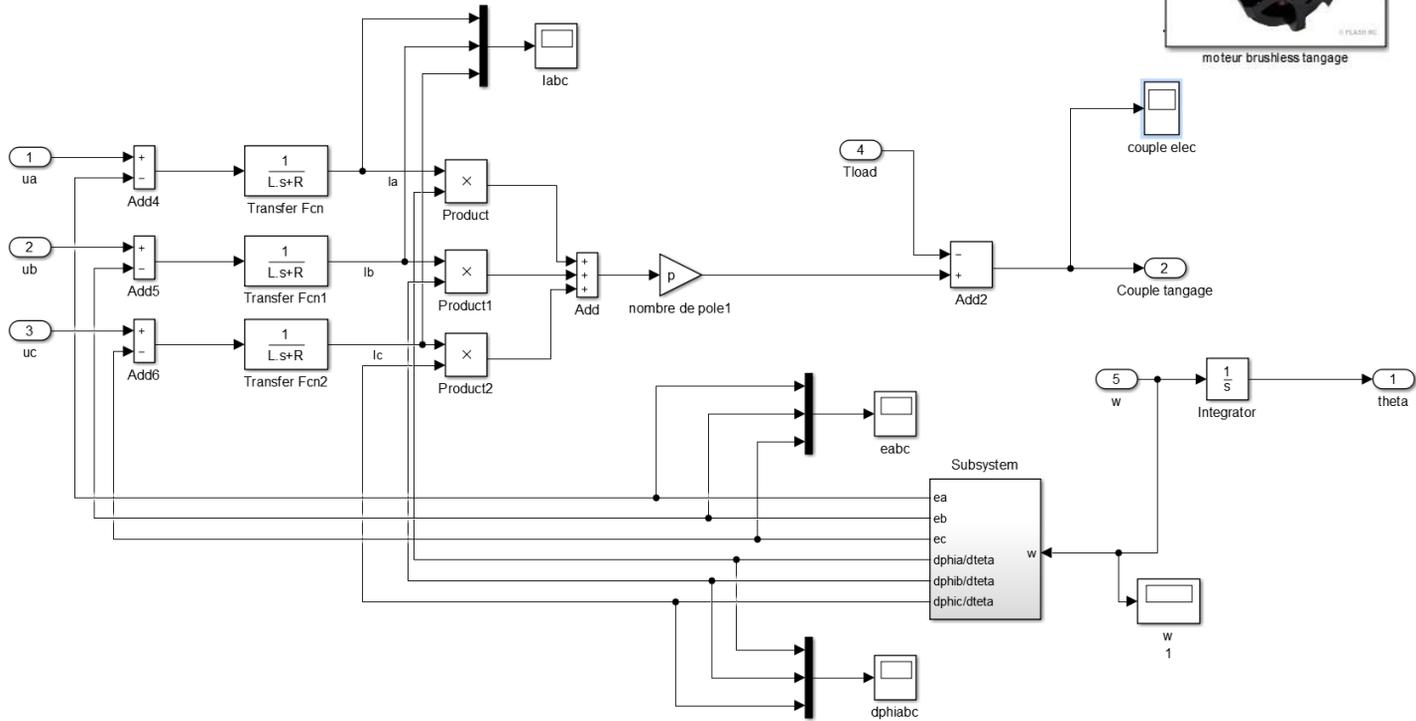


Elaboration consigne moteur (Onduleur) DC/AC :





Vue du moteur Brushless :



SubSystem :

