

NACELLE STABILISEE DE DRONE



DOCUMENTS
RESSOURCES

Table des matières

Fiche 1	Présentation Générale	2
	Objectif principe général	2
	Synoptique	2
	Environnement recréé	3
	Présentation de la maquette didactisé	4
Fiche 2	Chaine d'information/chaine d'énergie	5
	Description de la chaîne d'énergie.....	5
	Description de la chaîne d'information.....	5
Fiche 3	Outils de description SysML	6
	Diagramme de cas d'utilisation	6
	Diagramme d'exigence de la stabilisation.....	6
	Diagramme d'exigence en mode de suivi de cible	7
	Diagramme de définition de blocs	7
	Diagramme de blocs internes.....	8
	Diagramme de séquence.....	9
Fiche 4	Mode de commande de suivi vidéo	10
	Paramétrage.....	10
	Mode de commande	11
	<i>Mode « Video »</i>	12
	<i>Mode « Video + Gyro sans référence »</i>	12
	<i>Mode « VIDEO +GYRO évolué »</i>	12
	<i>Mode « Personnalisé »</i>	13
	<i>Mode « Avec Roll »</i>	13
Fiche 5	Les capteurs	14
	Centrale inertuelle.....	14

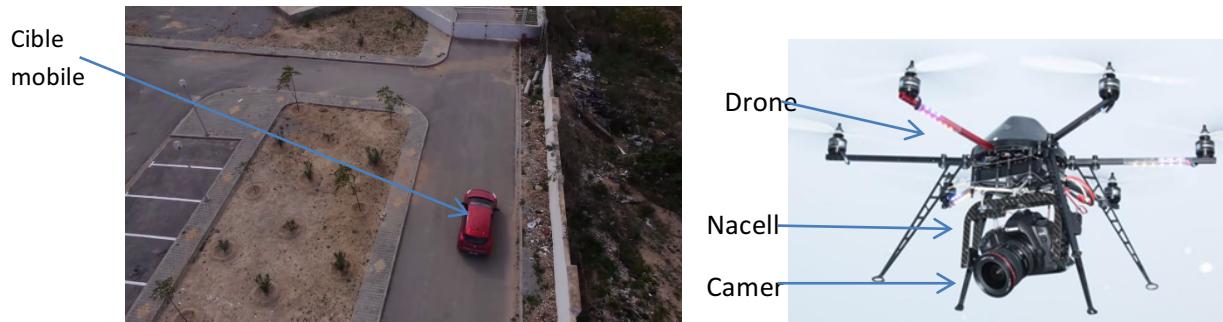
Caméra	18
Ecran.....	19
Fiche 6 Les moteurs brushless.....	20
Fiche 7 Utilisation du logiciel.....	22

Fiche 1 PRESENTATION GENERALE

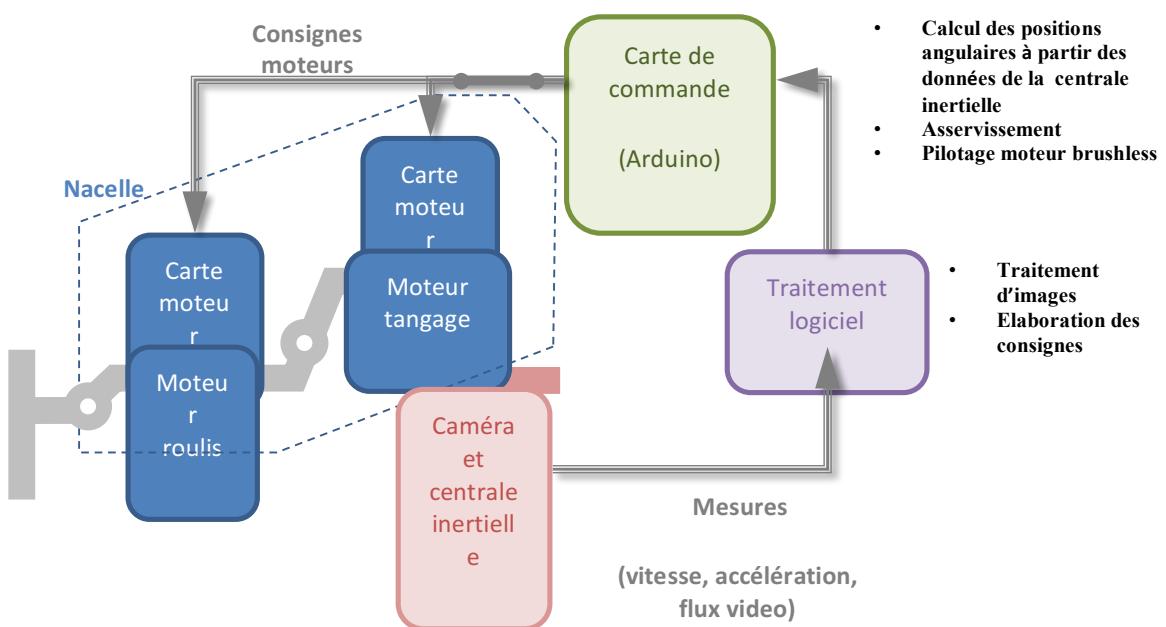
Objectif principe général

La fonctionnalité « **suivi de cible** » permet de placer systématiquement et automatiquement un sujet à filmer (appelé cible) au centre de l'image.

Le retour d'image fourni par la caméra permet de connaître les mouvements de la cible dans l'image et d'en déduire les déplacements à imposer à la nacelle afin de recentrer automatiquement la cible sur l'image.

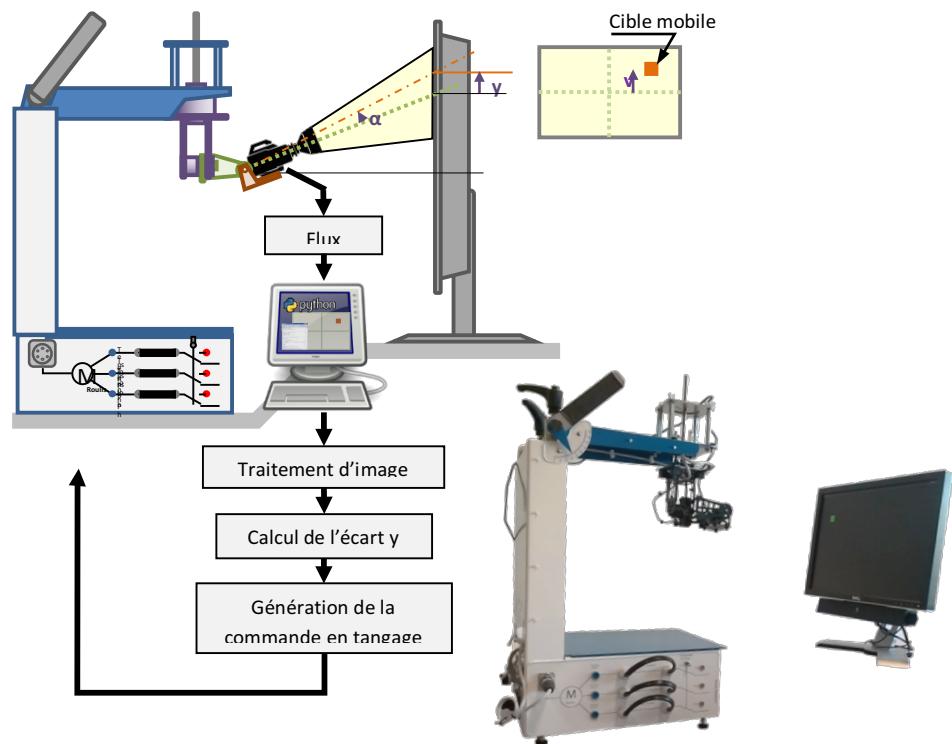


Synoptique

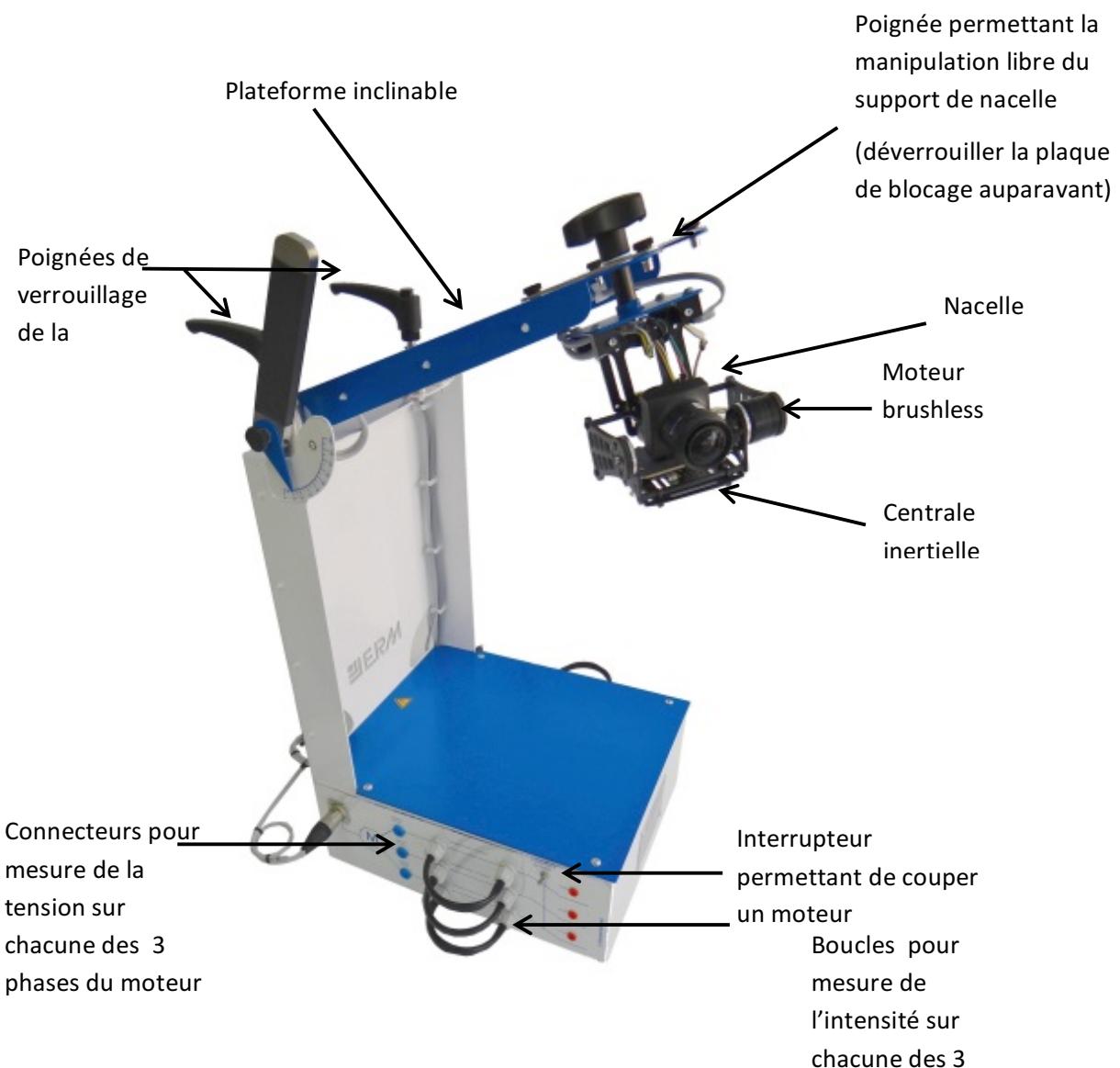


Les consignes envoyées aux 2 moteurs (tangage et roulis) sont élaborées principalement à partir des données issues du flux vidéo restitué par la caméra. Dans certains cas, les données de la centrale inertielle sont aussi prises en compte.

Environnement recréé



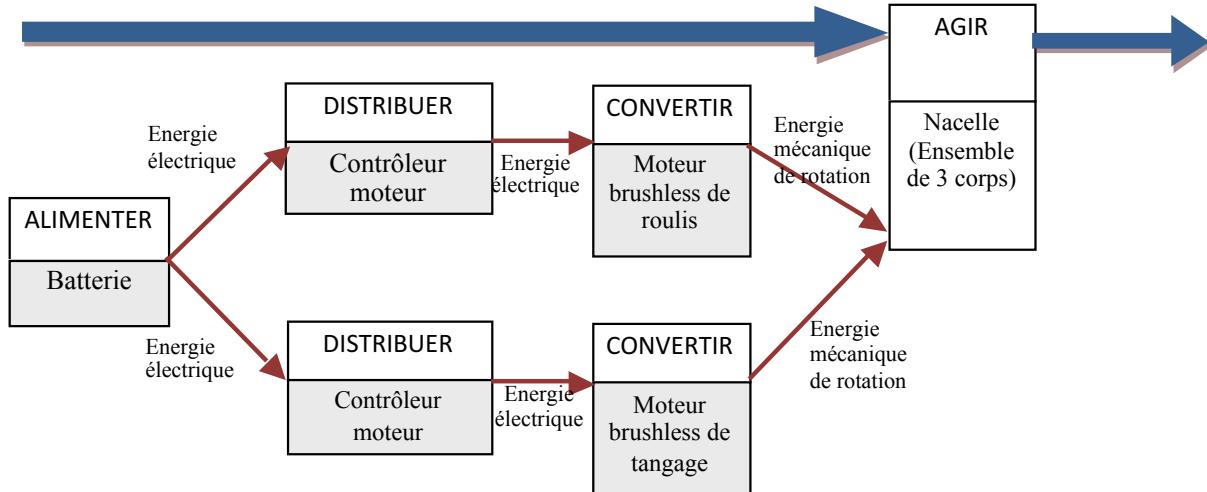
Présentation de la maquette didactisé



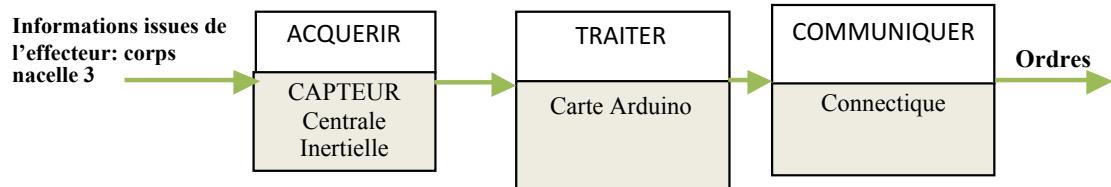
Fiche 2 CHAÎNE D'INFORMATION/CHAÎNE D'ÉNERGIE

Description de la chaîne d'énergie.

MO : caméra mal orientée



Description de la chaîne d'information.



Fiche 3 OUTILS DE DESCRIPTION SYSML

Diagramme de cas d'utilisation

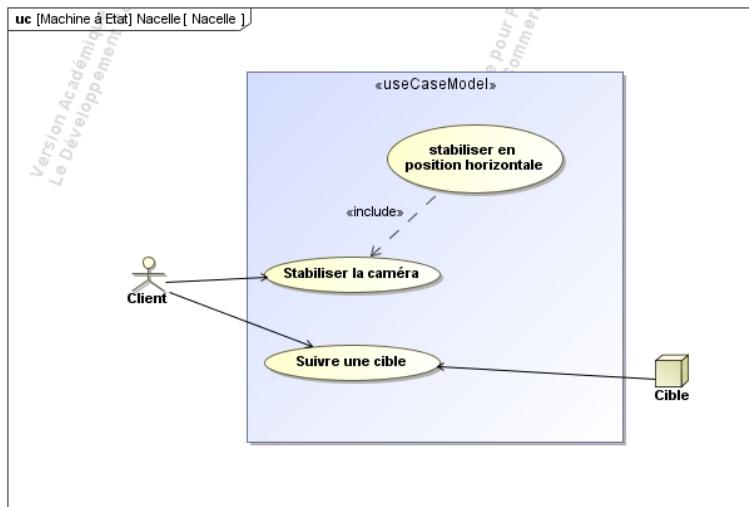


Diagramme d'exigence de la stabilisation

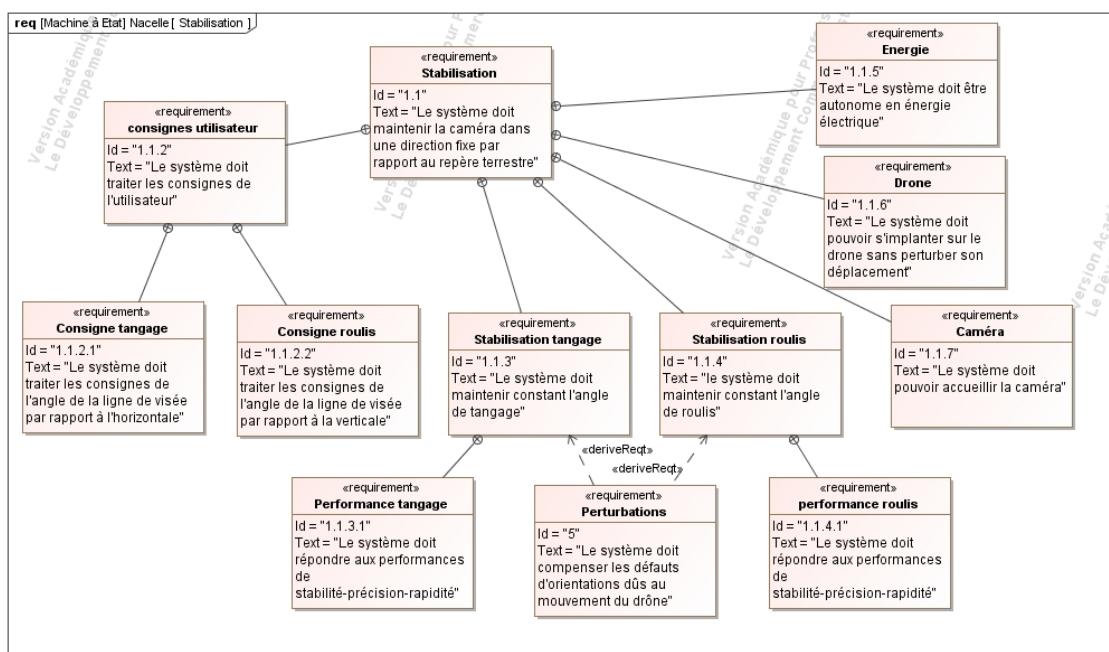


Diagramme d'exigence en mode de suivi de cible

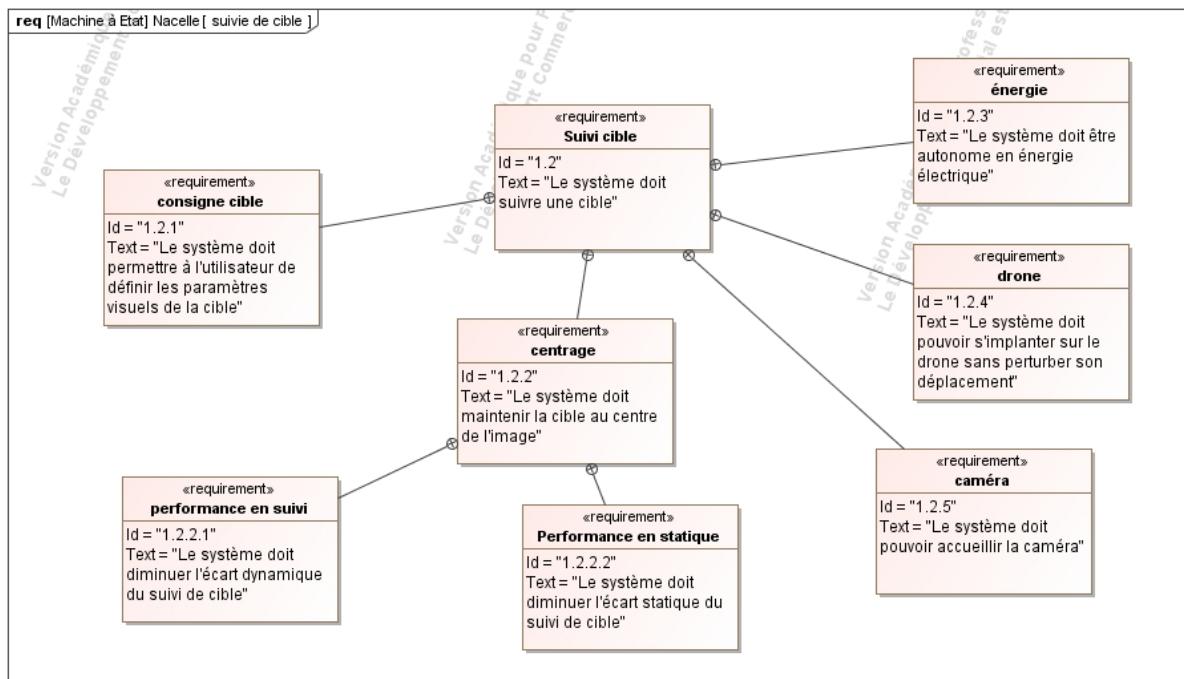


Diagramme de définition de blocs

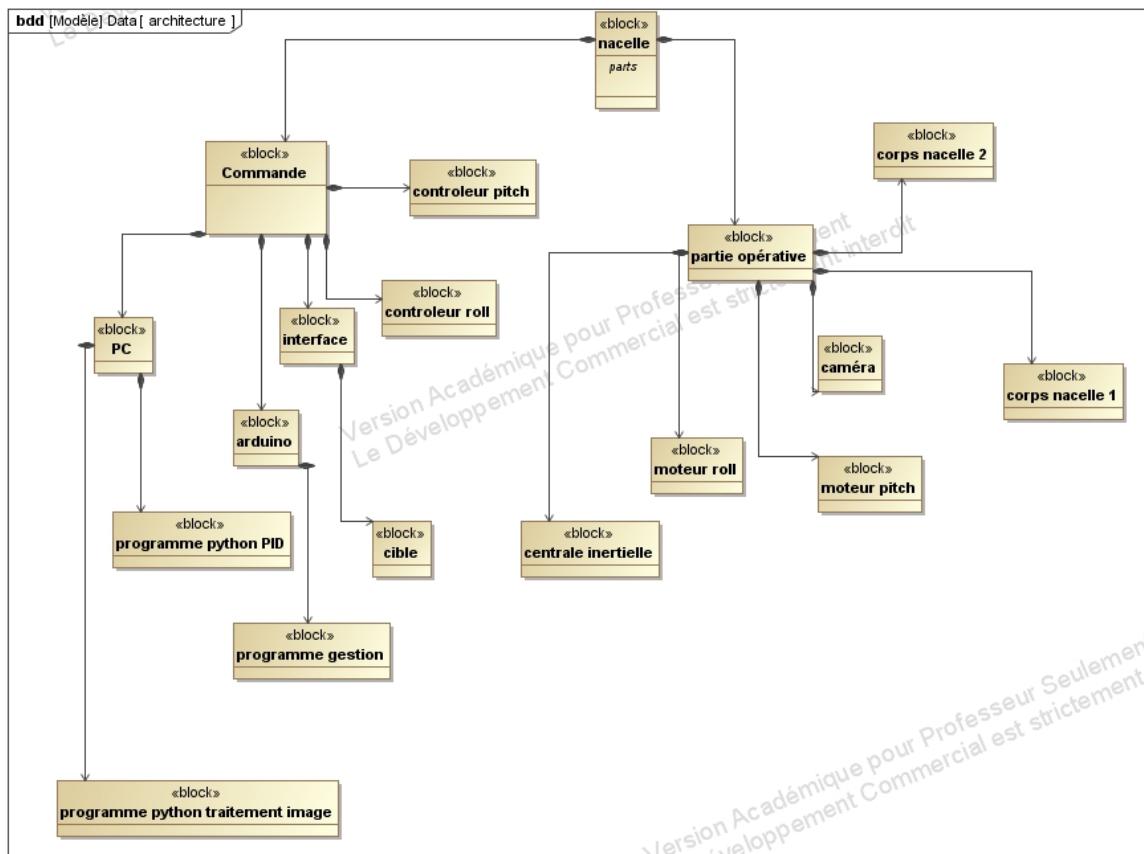
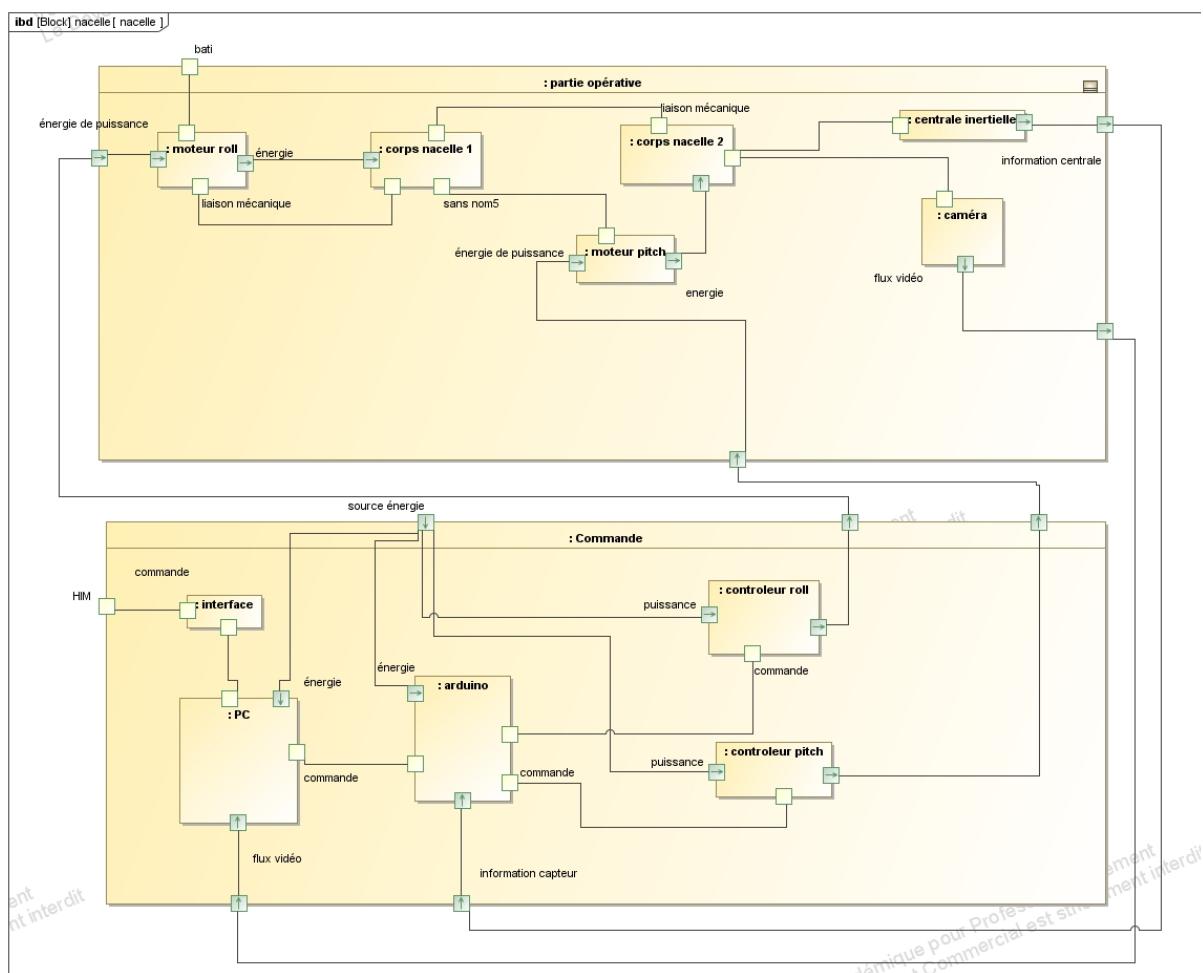


Diagramme de blocs internes



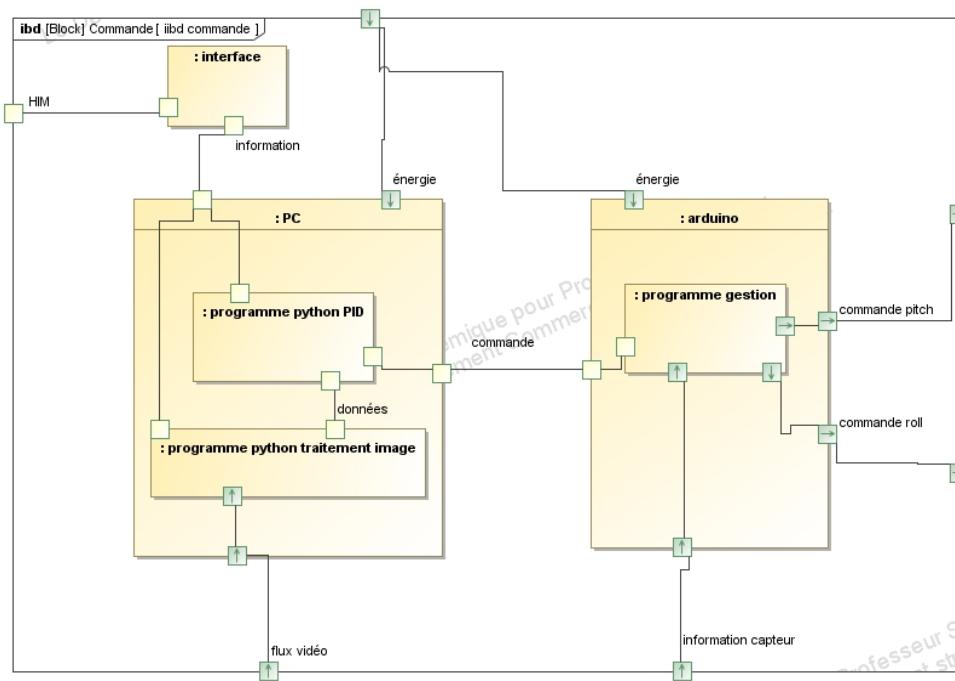
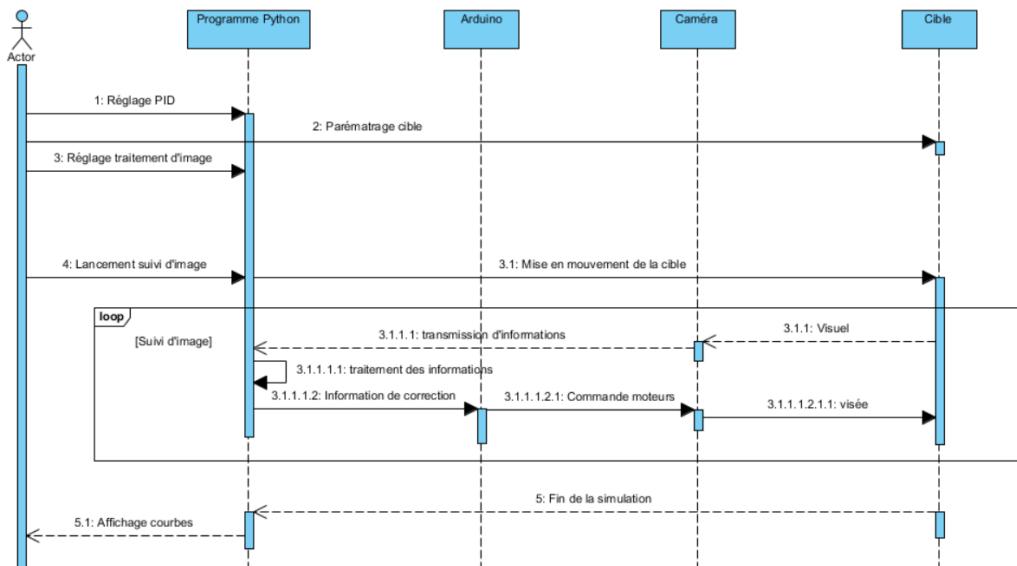
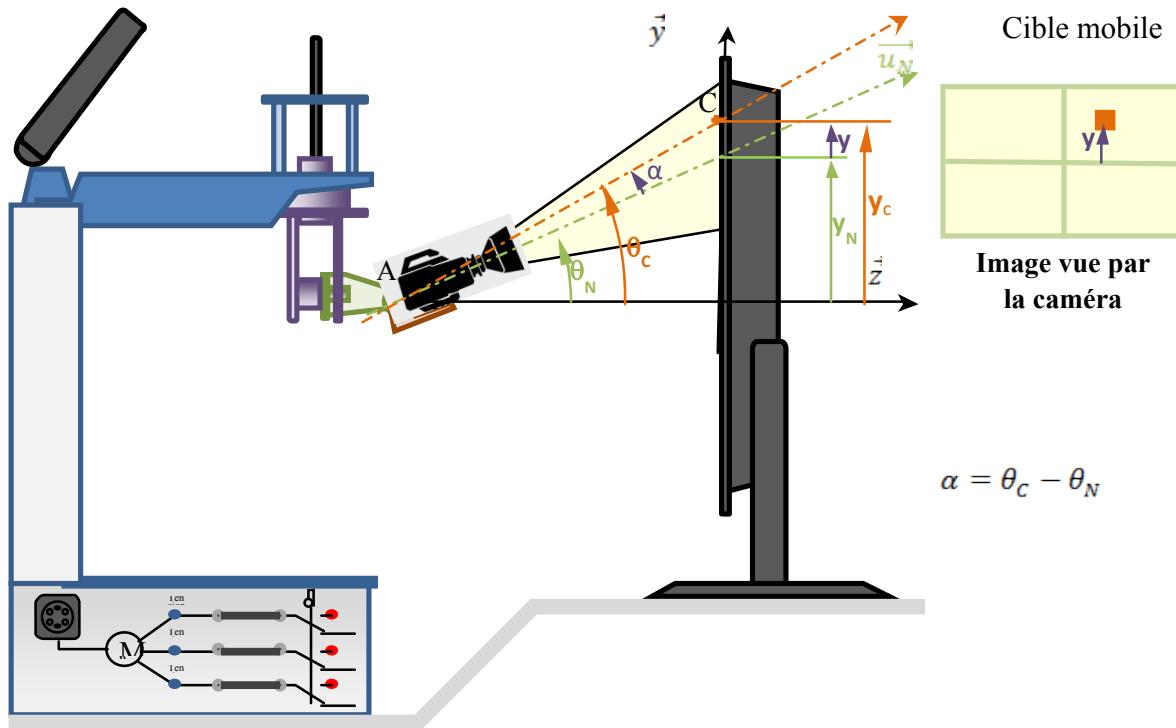


Diagramme de séquence



Fiche 4 MODE DE COMMANDE DE SUIVI VIDEO

Paramétrage



A : point situé à l'intersection de l'axe de tangage et de l'axe de la caméra (A, \vec{u}_N)

C : point situé au centre de la cible

(A, \vec{u}_N)	Axe de la caméra (ligne de visée de la caméra)	
(A, \vec{u}_C)	Axe défini par la droite (AC), droite « nacelle-cible »	
$\alpha = (\vec{u}_N, \vec{u}_C)$	Angle entre l'axe de la caméra et la droite (AC)	(°)
α_{cons}	Consigne d'angle α : nulle dans le cas d'un suivi	(°)
α_{mes}	Image de l'angle α , issue de la mesure par traitement d'image	(°)
Y	Position réelle de la cible dans l'image caméra, en pixel de l'image.caméra	(pixel)
Y_{mes}	Position mesurée de la cible dans l'image caméra, position obtenue par traitement d'image, en pixels de l'image caméra	(pixel)
$\theta_N = (\vec{z}, \vec{u}_N)$	Position angulaire de l'axe de la caméra	(°)
θ_{N_mes}	Position angulaire de l'axe caméra mesurée par la plateforme inertie par rapport à l'horizontale	(°)
θ_{cons}	Consigne d'angle θ_N , envoyée à la nacelle pour corriger l'écart angulaire α	(°)
$\theta_c = (\vec{z}, \vec{u}_C)$	Position de la cible donnée en angle (angle entre l'horizontale et la droite (AC))	(°)
Y_c	Position de la cible dans l'écran de projection, en pixel de l'écran.	(pixel)

Mode de commande

La consigne angulaire θ_{cons} envoyée à la nacelle est une consigne de position en degrés via la carte Arduino. Elle est élaborée à partir de l'angle mesuré α_{mes} grâce à la caméra et au traitement d'image.

Présentation globale

L'asservissement vidéo est réalisé par reconnaissance d'image.

Il permet d'assurer le maintien de l'axe de la camera sur le centre de l'image filmée.

Les mouvements de l'objet à filmer et du drone sont recréés par une cible mobile sur un écran auxiliaire.

On se place dans la configuration de suivi dans la direction Y verticale (rotation de la nacelle autour de l'axe de tangage).

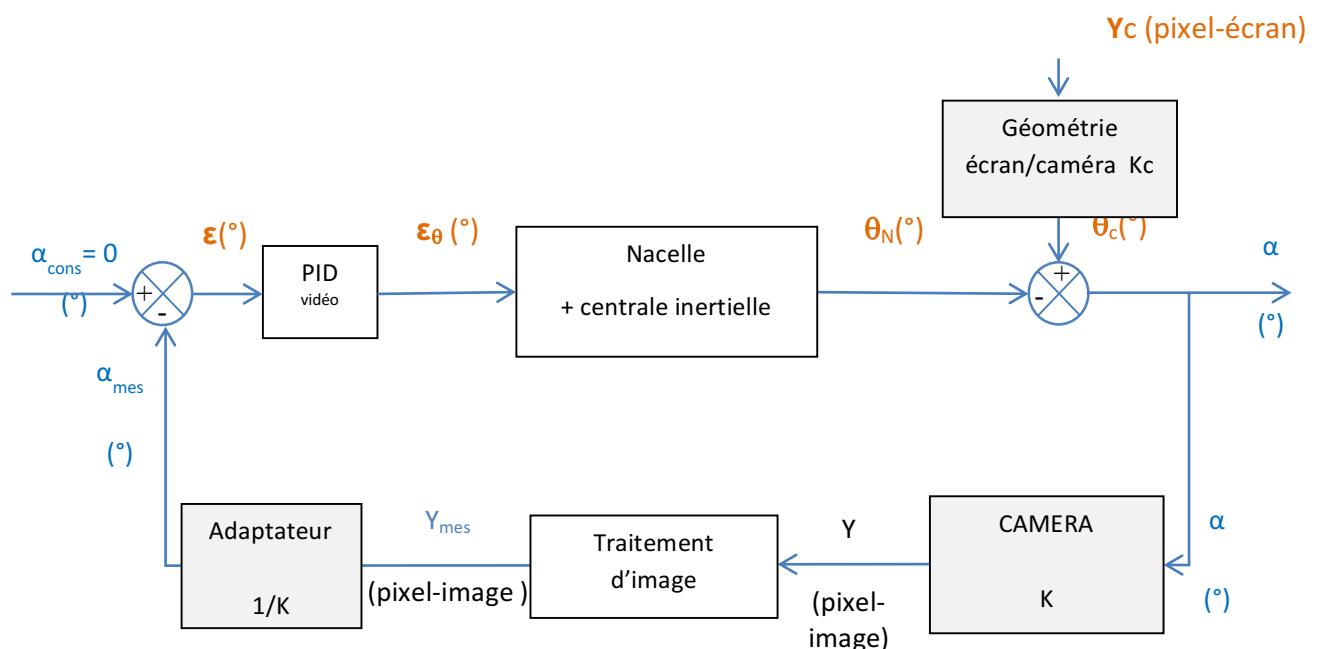
L'angle α entre l'axe de la caméra et la droite passant par A et C (centre de la cible), doit être le plus petit possible .

La consigne α_{cons} est donc nulle. L'écart ϵ entre la consigne et la valeur mesurée α_{mes} est prise en compte par le correcteur PID vidéo pour aller piloter l'axe de tangage de la nacelle.

La perturbation θ_c représente l'angle associé à la position de la cible en mouvement, Y_c représente le déplacement correspondant à l'écran du centre de la cible en pixel écran.

La caméra, le traitement d'image permettent alors de réaliser la mesure de Y en pixel image : Y_{mes}

La centrale inertie permet de réaliser la mesure de θ_N .



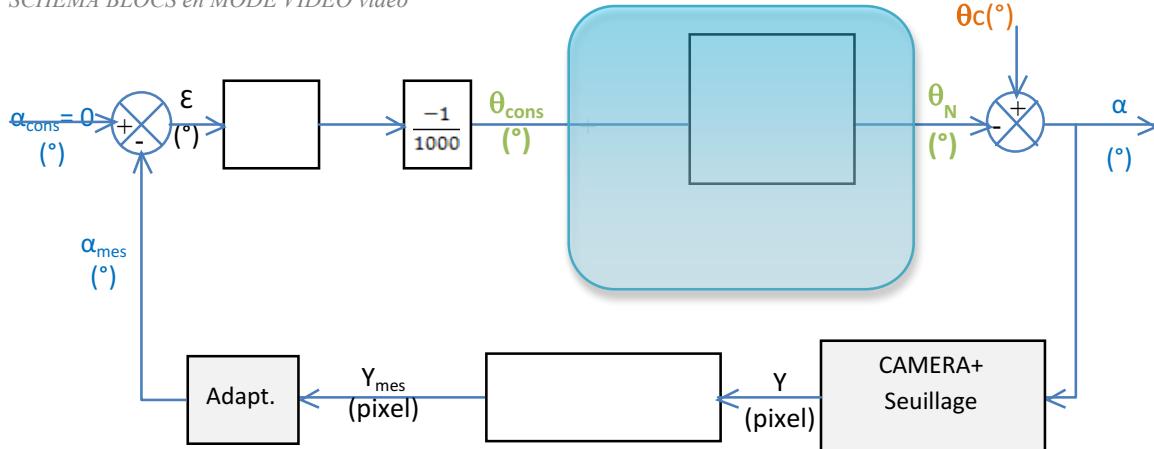
Mode « Video »

La nacelle est placée en boucle ouverte dans ce mode. Le seul capteur utilisé est ici la caméra. La plateforme gyroscopique n'est pas utilisée dans ce mode.

En notant $K(p)$ la fonction de transfert du PID, la consigne est élaborée suivant la relation :

$$\theta_{cons}(p) = -\frac{K(p)}{1000} \cdot (\alpha_{cons}(p) - \alpha_{mes}(p)) = \frac{K(p)}{1000} \cdot (\alpha_{mes}(p))$$

SCHEMA BLOCS en MODE VIDEO video



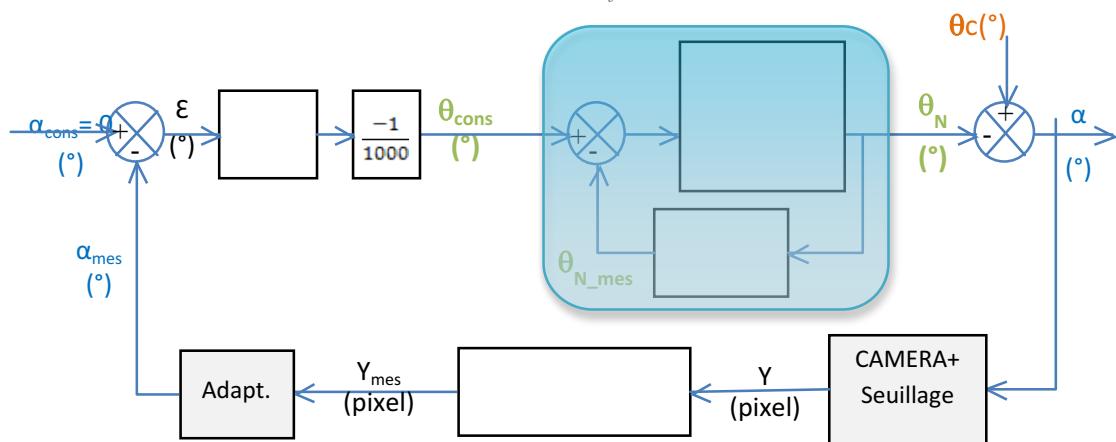
Mode « Video + Gyro sans référence »

La nacelle est asservie en position à l'aide de la plateforme gyroscopique.

En notant $K(p)$ la fonction de transfert du PID, la consigne est élaborée suivant la relation :

$$\theta_{cons}(p) = -\frac{K(p)}{1000} \cdot (\alpha_{cons}(p) - \alpha_{mes}(p)) = \frac{K(p)}{1000} \cdot \alpha_{mes}(p)$$

SCHEMA BLOCS en MODE « VIDEO + GYRO sans référence »



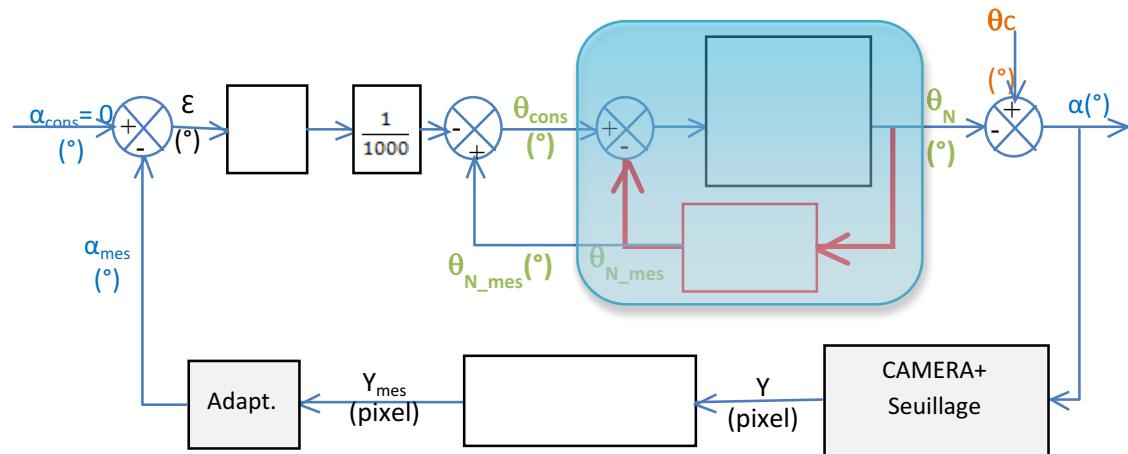
Mode « VIDEO +GYRO évolué »

En notant $K(p)$ la fonction de transfert du PID, la consigne est élaborée suivant la relation :

$$\theta_{cons}(p) = \theta_{Nmes}(p) - \frac{K(p)}{1000} \cdot (\alpha_{cons}(p) - \alpha_{mes}(p)) = \theta_{Nmes}(p) + \frac{K(p)}{1000} \cdot \alpha_{mes}(p)$$

La centrale inertie est utilisée pour mesurer l'angle θ_{Nmes} .

SCHEMA BLOCS en MODE VIDEO + GYRO évolué



Ce schéma est équivalent de manière théorique à celui du schéma bloc «en mode « Video ». Cependant, la boucle d'asservissement par plateforme gyroscopique (en rouge sur le schéma) est beaucoup plus rapide que la boucle d'asservissement vidéo, qui est tributaire du nombre d'image par seconde renvoyées par la caméra.

Mode « Personnalisé »

Ce mode permet de programmer la partie élaboration de la consigne directement en Python et est détaillé dans le paragraphe 3.

Mode « Avec Roll »

Ce mode permet de réaliser un suivi dans les 2 directions, mais nécessite de pivoter la structure supérieure d'un quart de tour. La plateforme gyroscopique se trouve alors inutilisable en l'état car les positions des moteurs ont été modifiées par rapport à l'horizontale. Il a donc été choisi de placer les 2 moteurs en boucle ouverte, et de n'utiliser que le retour caméra.

Fiche 5 LES CAPTEURS

Centrale inertielle

Introduction :

Tous les mouvements d'un corps libre peuvent se décomposer en translations et rotations selon trois axes. Afin d'étudier le comportement du corps en mouvement, on utilise des accéléromètres et des gyroscopes. Les accéléromètres détectent les translations, tandis que les gyroscopes saisissent les variations angulaires dans l'espace.

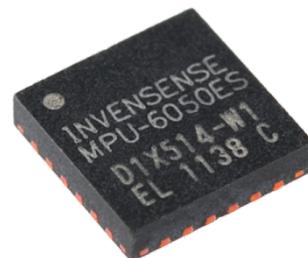
Dans ce qui suit, nous détaillerons les principes de fonctionnement de ces capteurs. De plus, nous exposerons leurs caractéristiques techniques ainsi que leurs différents domaines d'application.

L'accéléromètre :

Un accéléromètre est un capteur qui mesure l'accélération linéaire d'un mouvement, en déterminant l'énergie cinétique restituée par une masse étalon.

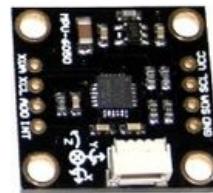
Les applications des accéléromètres sont très diverses :

- la mesure de vitesse (par intégration)
- la mesure de déplacement (par double intégration)
- le diagnostic de machine (par analyse vibratoire)
- la détection de défaut dans les matériaux (en mesurant la propagation d'une vibration à travers les matériaux)



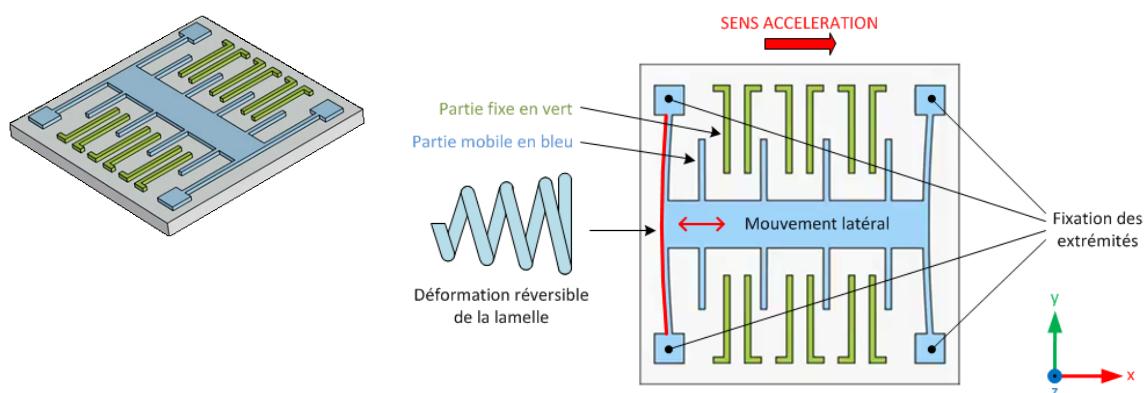
Il existe plusieurs types d'accéléromètres, chacun approprié à une application donnée:

- à détection capacitive
- à détection inductive
- à détection optique
- à poutre vibrante
- à ondes de surface
- A détection piézoélectrique / piézorésistive



Principe de fonctionnement

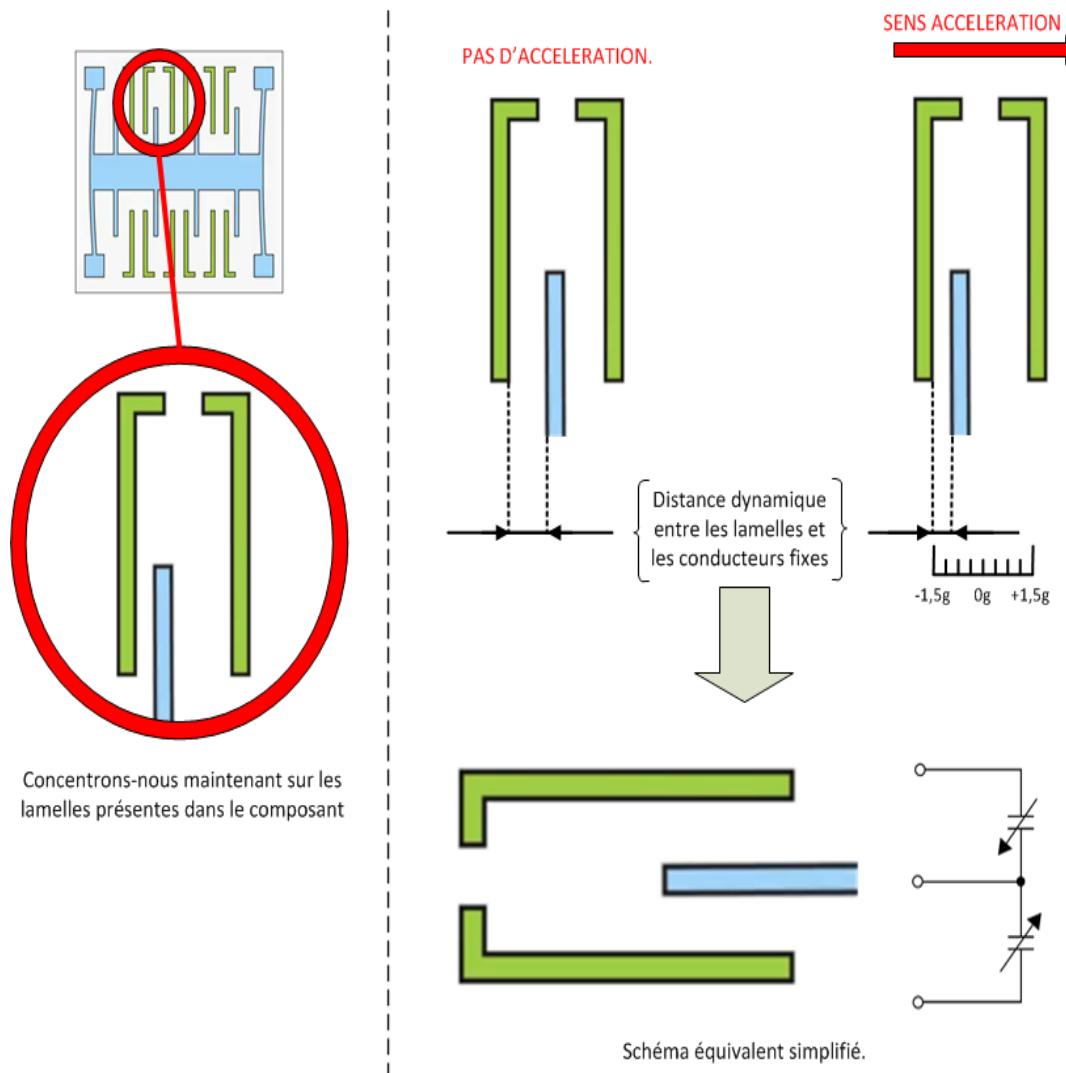
Voici une vue d'ensemble de la partie mécanique d'un accéléromètre :



L'application d'un mouvement sur l'accéléromètre provoque (suivant l'axe concerné) une déformation des lamelles. Si nous prenons l'exemple ci-dessus en tenant compte du sens de l'accélération, on constate un mouvement de la partie bleue qui, bien que liée à l'ensemble, peut se déformer et bouger par rapport au reste du composant.

- Les lamelles qui se déforment sont faites de silicone, d'où leurs propriétés élastiques.

Voici maintenant une explication plus détaillée sur la transformation de l'énergie mécanique en signal électrique :



Le sous-ensemble entouré ci-dessus en rouge se comporte en fait comme un condensateur différentiel. Le principe est en effet le même : on retrouve les deux armatures métalliques (la lamelle verte ainsi que la bleue).

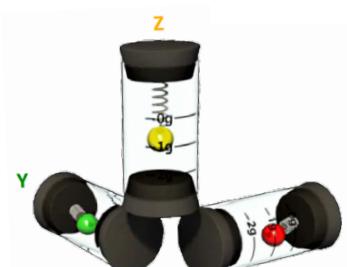
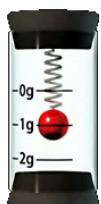
Celles-ci sont alors reliées à un potentiel, or quand des armatures métalliques ont un potentiel non nul, elles se chargent : comme des condensateurs.

Un signal électrique est alors représentatif de l'accélération correspondante.

Voici comment on pourrait modéliser ce système, il est représenté comme une bille attachée à un ressort :

Par conséquent, on peut au final modéliser un accéléromètre donnant des informations sur 3 axes disposés de la sorte:

- Ce schéma représente ce type d'accéléromètre dans le sens où l'on voit que l'axe Z est sensible à la gravité. Ce procédé est par exemple utilisé par les Smartphones ou les tablettes tactiles quand l'utilisateur change l'orientation de l'appareil et appelle une fonction de rotation de l'écran.



Approche intuitive :

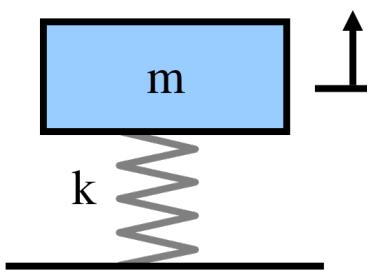
Un accéléromètre peut être schématisé par un système masse-ressort. Considérons ce schéma ci-contre : à l'équilibre, la position x de la masse m sera la référence.

Si le support subit une accélération verticale, vers le haut, deux évènements vont avoir lieu : ce support va se déplacer vers le haut d'une part et, à cause de l'inertie de la masse m, celle-ci va avoir tendance à rester à sa position de départ, forçant le ressort à se comprimer d'autre part.

La valeur x sera fonction de l'accélération appliquée au support.

En mesurant simplement le déplacement de la masse m par rapport à son support, on peut connaître l'accélération subie par ce dernier.

Bien que l'accélération linéaire soit définie en m/s^2 (SI), la majorité des documentations sur ces capteurs expriment l'accélération en « g » (accélération causée par la gravitation terrestre, soit environ $g = 9,81 \text{ m/s}^2$).



Le gyroscope

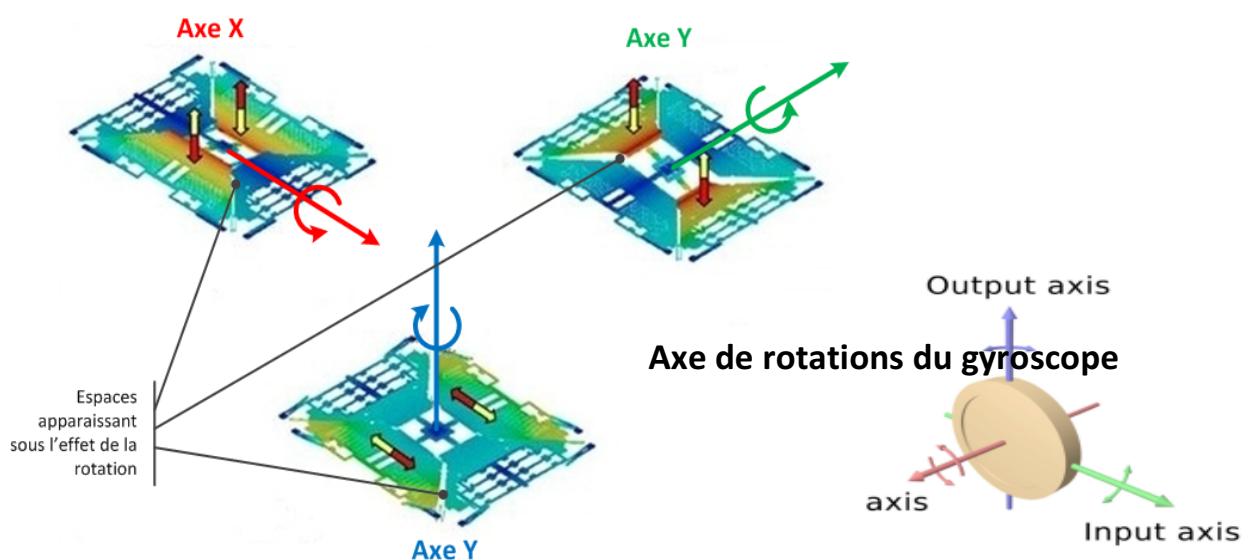
Le gyroscope est un petit capteur de mouvement. Il fournit une information de vitesse angulaire par rapport à un référentiel.

Les gyroscopes sont utilisés :

- Pour la stabilisation d'une direction ou d'un référentiel mécanique. Par exemple, pour la stabilisation d'une caméra, d'une antenne ou d'un viseur infrarouge d'un autodirecteur de missile.
- En association avec des accéléromètres, pour déterminer la position, la vitesse et l'attitude d'un véhicule (avion, char, bateau, sous-marin, etc.). Dans ce cas, il s'agit d'un équipement appelé centrale inertuelle.

Principe de fonctionnement

A l'instar de l'accéléromètre, le gyroscope transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

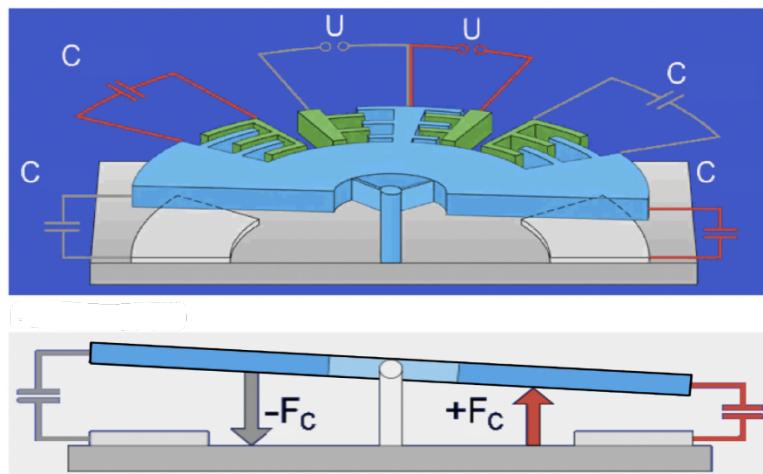


Le composant sous l'effet de la rotation va se déformer suivant ses axes respectifs comme indiqués ci-dessus. L'élasticité joue encore une fois un rôle important puisqu'elle fait apparaître les espaces en question.

Les constructeurs du composant utilisent la même astuce qu'avec l'accéléromètre : le gyroscope a une base fixe où sont reliés des potentiels et les parties qui se déplacent servent de condensateurs différentiels.

Les parties fixes sont en vert et les parties mobiles en bleu sur le schéma ci-dessus.

On peut observer un autre exemple de déformation autour de l'axe X sur le schéma inférieur.

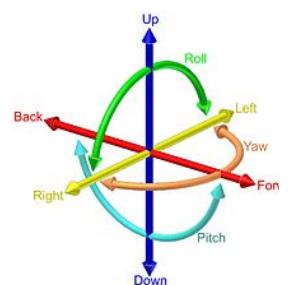


Centrale inertie

On parle de centrale inertie lorsqu'on cherche à mesurer l'ensemble des 6 accélérations.

Mais la centrale inertie à 6 accélérations, comme sur l'iPhone 4, consomme plus d'énergie.

D'autant plus qu'elle est plus coûteuse qu'une centrale réduite à 3 accéléromètres linéaires seulement comme sur de nombreux téléphones mobiles dont l'iPhone 3GS, voire 2 pour une console de jeux comme la WII, voire une seule dimension pour arrêter un disque dur dans le cas d'une chute d'un ordinateur portable (ThinkPad).



Caméra

Microsoft®
LifeCam
HD-3000



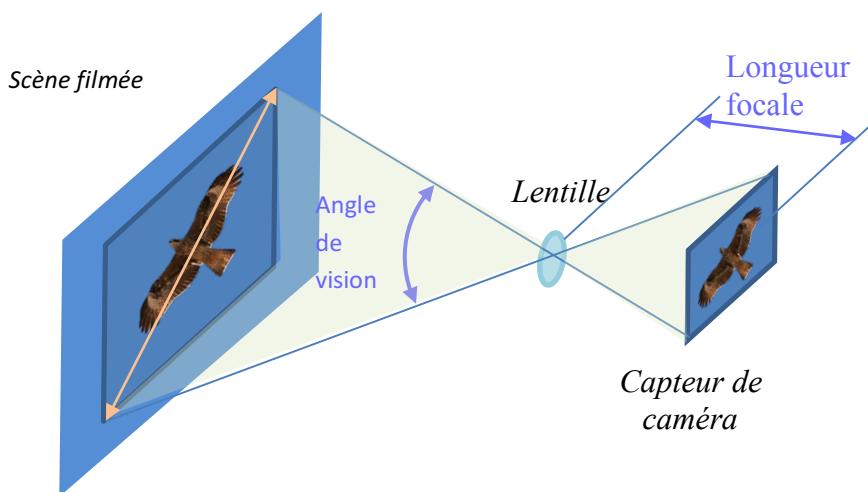
Technical Data Sheet

Version Information	
Product Name	Microsoft® LifeCam HD-3000
Product Version	Microsoft LifeCam HD-3000
Webcam Version	Microsoft LifeCam HD-3000
Product Dimensions	
Webcam Length	1.55 inches (39.3 millimeters)
Webcam Width	1.75 inches (44.5 millimeters)
Webcam Depth/Height	4.28 inches (109 millimeters)
Webcam Weight	3.17 ounces (89.9 grams)
Webcam Cable Length	59.1 inches (1500 millimeters)
Compatibility and Localization	
Interface	High-speed USB compatible with the USB 2.0 specification
Operating Systems ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows® 8.1, Windows 8, Windows RT 8.1, Windows RT 8, and Windows 7 • Macintosh OS X v10.7-10.9 • Android 3.2 and 4.2 <p>¹Advanced functionality not available with all devices and/or operating systems. See compatibility information at: www.microsoft.com/hardware/compatibility.</p>
Top-line System Requirements	<p>Requires a PC that meets the requirements for and has installed one of these operating systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 8.1, Windows 8, or Windows 7 <p>For VGA video calling:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intel Dual Core 1.6 GHz or higher • 1 GB of RAM • 1.5 GB • USB 2.0 required • Windows-compatible speakers or headphones <p>For 720p HD recording:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intel Dual Core 3.0 GHz or higher • 2 GB of RAM • 1.5 GB • USB 2.0 required • Windows-compatible speakers or headphones <p>You must accept License Terms for software download. Please download the latest available software version for your OS/Hardware combination</p> <p>Internet access may be required for certain features. Local and/or long-distance telephone toll charges may apply.</p> <p>Software download required for full functionality of all features.</p> <p>Internet functions (post to Windows Live™ Spaces, send in e-mail, video calls), also require: Internet Explorer® 6/7/8 browser software required for installation; 25 MB hard drive space typically required (users can maintain other default Web browsers after installation)</p>
Compatibility Logos	<ul style="list-style-type: none"> • Compatible with Microsoft Windows 8 and Windows RT • Optimized for Microsoft Lync • Skype Certified
Software Localization	Microsoft LifeCam software version 3.0 may be installed in Simplified Chinese, Traditional Chinese, English, French, German, Italian, Japanese, Korean, Brazilian Portuguese, Iberian Portuguese, Russian, or Spanish. If available, standard setup will install the software in the default OS language. Otherwise, the English language version will be installed.
Windows Live™ Integration Features	
Video Conversation Feature	Windows Live call button delivers one touch access to video conversation
Call Button Life	10,000 actuations
Webcam Controls & Effects	LifeCam Dashboard provides access to animated video effects and webcam controls
Windows Live Integration Features	Windows Live Photo Gallery integration - Take a photo with LifeCam Software, then with one click open Photo Gallery to edit, tag and share it online Windows Live Movie Maker integration - Record a video with LifeCam Software and start a movie project on Movie Maker with just one click to then upload it to your favorite networking site
Imaging Features	
Sensor	CMOS sensor technology
Resolution	<ul style="list-style-type: none"> • Motion Video: 1280 X 720 pixel resolution* • Still Image: 1280 X 800
Imaging Rate	Up to 30 frames per second
Field of View	68.5° diagonal field of view
Imaging Features	<ul style="list-style-type: none"> • Digital pan, digital tilt, vertical tilt, swivel pan, and 4x digital zoom • Fixed focus from 0.3m to 1.5m • True Color - Automatic image adjustment with manual override • 16:9 widescreen • 24-bit color depth
Product Feature Performance	
Audio Features	Integrated microphone
Microphone Technology	Omni directional microphone
Frequency Range	Frequency range 200Hz – 20kHz
Mounting Features	Flexible universal attachment base
Storage Temperature & Humidity	-40 °F (-40 °C) to 140 °F (60 °C) at <5% to 65% relative humidity (non-condensing)
Operating Temperature & Humidity	32° F (0° C) to 104 °F (40 °C) at <5% to 80% relative humidity (non-condensing)
Certification Information	
Country of Manufacture	People's Republic of China
ISO 9001 Qualified Manufacturer	Yes
ISO 14001 Qualified Manufacturer	Yes
Restriction on Hazardous Substances	This device complies with all applicable worldwide regulations and restrictions including, but not limited to: EU directive 2002/95/EC on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment and EU Registration Evaluation and Authorization of Chemicals (REACH) regulation regarding Substances of Very High Concern.
FCC ID	This device complies with part 15 of the FCC Rules and Industry Canada ICES-003. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation. Tested to comply with FCC standards. For home and office use. Model number: 1492, LifeCam HD-3000.
Agency and Regulatory Marks	<ul style="list-style-type: none"> • ACMA Declaration of Conformity (Australia and New Zealand) • ICES-003 report on file (Canada) • EIP Pollution Control Mark, EPUP (China) • CE Declaration of Conformity (European Union) • WEEE (European Union) • VCCI Certificate (Japan) • KCC Certificate (Korea) • GOST Certificate (Russia) • CITC Letter (Kingdom of Saudi Arabia) • UkrSEPRO Certificate (Ukraine) • FCC Declaration of Conformity (USA) • UL and cUL Listed Accessory (USA and Canada) • CB Scheme Certificate (International)
Windows Certification Kit (WCK)	ID: 1608508 (32-bit) and 1608509 (64-bit) Microsoft Windows 8.1

* One megapixel = 1,000,000 pixels. Lower resolution available when sending video via instant messaging.

Results stated herein are based on internal Microsoft testing. Individual results and performance may vary. Any device images shown are not actual size. This document is provided for informational purposes only and is subject to change without notice. Microsoft makes no warranty, express or implied, with this document or the information contained herein. Review any public use or publications of any data herein with your local legal counsel.

©2014 Microsoft Corporation. The names of actual companies and products mentioned herein may be trademarks of their respective owners.



Angle de vision	68°
Fréquence d'acquisition	30 images par seconde
Résolution	1280*720

L'image traitée par l'algorithme de traitement d'image est de taille 640*480.

La fréquence des images traitées est de 15 images par secondes (on ne peut traiter qu'une image sur 2).

Ecran

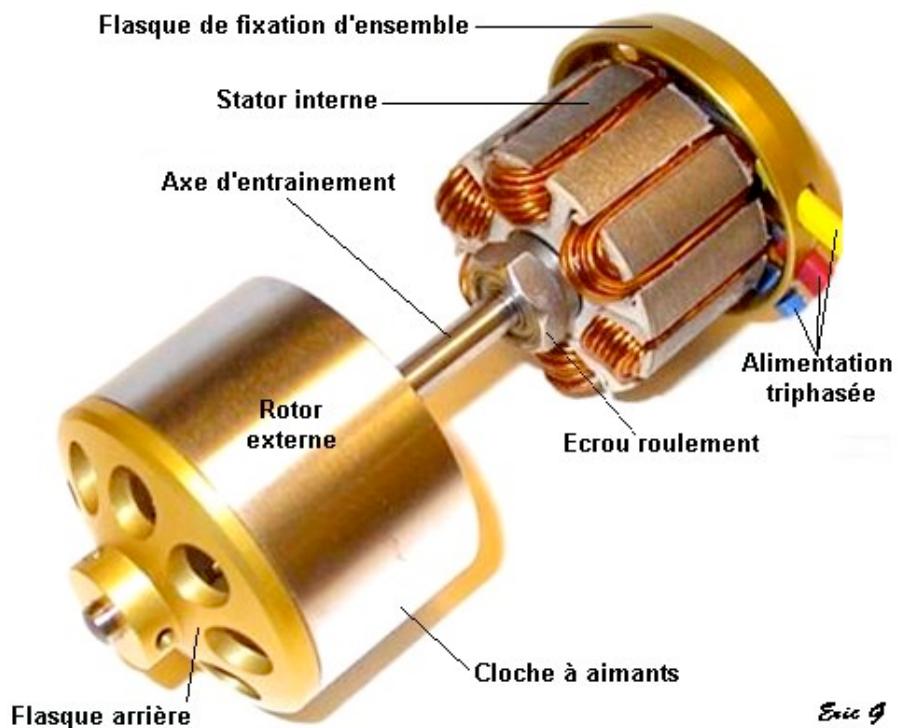
Diagonale en pouces	Diagonale en cm	Format	Largeur x Hauteur (cm)	Surface (cm ²)
17''	43,2 cm	16/9	37,6 x 21,2 cm	796,7 cm ²
17''	43,2 cm	4/3	34,5 x 25,9 cm	895 cm ²
19''	48,3 cm	16/9	42,1 x 23,7 cm	995,2 cm ²
19''	48,3 cm	4/3	38,6 x 29 cm	1117,9 cm ²
22''	55,9 cm	16/9	48,7 x 27,4 cm	1334,3 cm ²
22'	55,9 cm	4/3	44,7 x 33,5 cm	1498,8 cm ²



Fiche 6 LES MOTEURS BRUSHLESS

La technologie « brushless » est de plus utilisée dans les applications récentes, car ce moteur présente plusieurs avantages par rapport au moteur à courant continu :

- **Durée de vie allongée et plus grande fiabilité** (les problèmes liés au frottement du charbon sur le collecteur n'existent plus)
- **Poids plus faible et encombrement restreint** à puissance égale
- **Consommation électrique** plus faible, car meilleur rendement
- **Niveau sonore** plus faible



Un moteur « brushless » est constitué d'aimants permanents sur le rotor (ou le stator) et d'un bobinage triphasé sur le stator (ou le rotor respectivement). Il suffit d'alimenter une partie des bobines pour créer un champ magnétique qui va attirer les aimants et les aligner avec le champ magnétique.

Le bobinage est généralement en triphasé, c.a.d. qu'il est constitué de 3 groupes de bobines reliées entre elles. En alimentant successivement les groupes de bobines, le rotor va à chaque fois s'aligner sur les champs et tourner.

Les illustrations ci-dessous donnent un exemple de loi d'alimentation des bobines:

FIGURE 1: SIMPLIFIED BLDC MOTOR DIAGRAMS

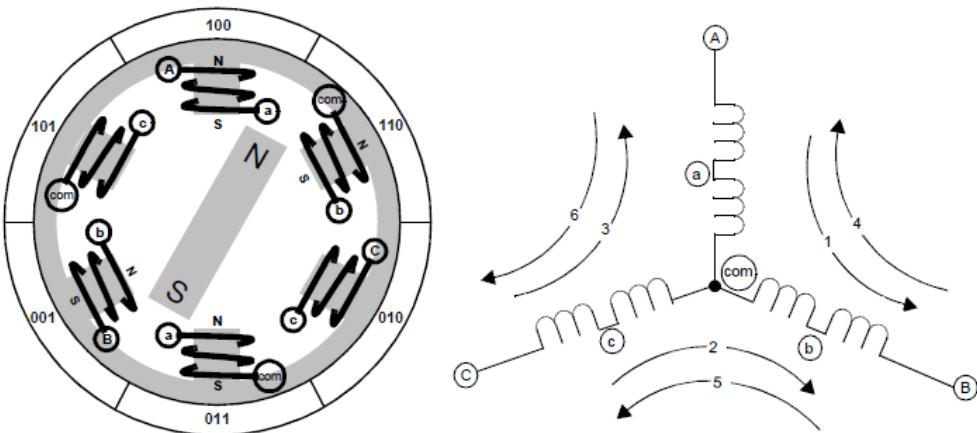
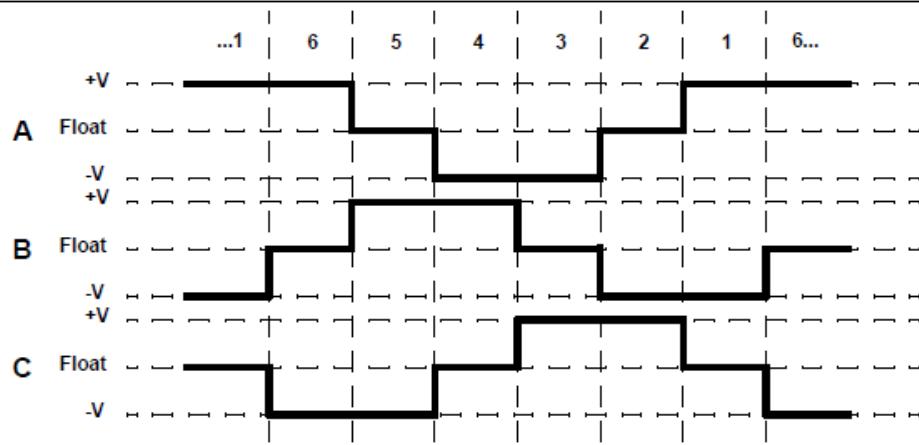
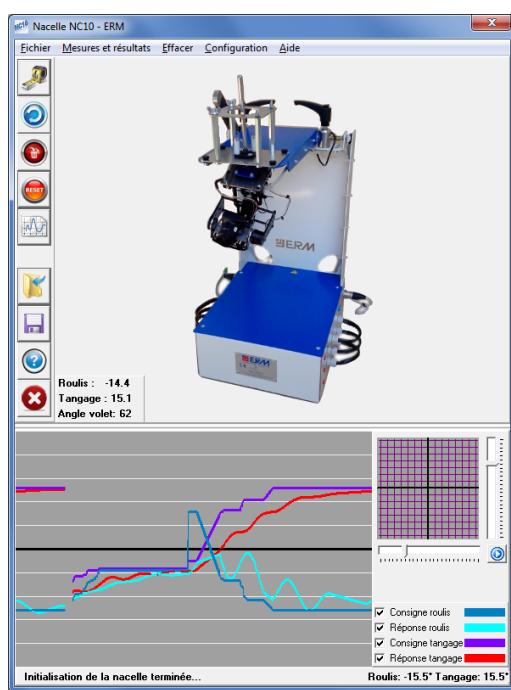


FIGURE 2: SENSOR VERSUS DRIVE TIMING



Fiche 7 UTILISATION DU LOGICIEL DE LA NACELLE SEULE (NC10)

Le lancement du module de pilotage est obtenu par un double clic sur le raccourci placé sur le bureau au moment de l'installation, ou par sélection dans le menu démarrer de [Tous les programmes], [Nacelle NC10 V1], et [Nacelle NC10].



Le pilotage interactif

La partie inférieure propose une commande interactive de la nacelle par déplacement de la souris au-dessus d'une grille.

Le pilotage est activé en cliquant sur le bouton

Dans ce mode de commande, les deux axes de la nacelle sont asservis en position.

Le déplacement du curseur au moyen de la souris dans la zone de la grille, tout en maintenant le bouton gauche enfoncé, définit les valeurs du roulis (axe horizontal) et du tangage (axe vertical), utilisées comme consigne pour les déplacements de la nacelle.

La fin de la phase de pilotage est obtenue au clavier par la touche [Echap] ou en cliquant sur

Barre d'outils

La barre d'outils située à gauche de la fenêtre offre les options suivantes :



a. Mesures et résultats

L'essentiel des fonctionnalités du kit Nacelle NC10 est accessible en cliquant sur ce premier bouton, qui permet la réalisation de mesures et la visualisation des résultats.



b. Calibration de la nacelle

Provoque le calcul des valeurs de commande pour placer la nacelle en position de référence horizontale (offsets).



c. Effacer des mesures

Permet la suppression d'une ou plusieurs mesures.



d. Remise à zéro

Permet de supprimer toutes les mesures de la session en cours.



e. Editeur de courbes

Permet la construction d'une courbe utilisée pour définir la loi d'entrée d'un mouvement, roulis ou tangage.



f. Ouvrir un fichier de mesures

Permet de relire les résultats d'une série de mesures préalablement enregistrée.



g. Enregistrer les mesure en cours

Permet d'enregistrer les résultats de la série de mesures en cours.



h. Aide en ligne...



i. Sortie de l'application

Entrée standard

On accède à la page de mesures du kit nacelle en cliquant sur le premier bouton de la barre d'outils.

La liste déroulante au centre et en haut de la fiche propose les structures de commande :

- asservie,
- en boucle ouverte,
- ou directe des moteurs.

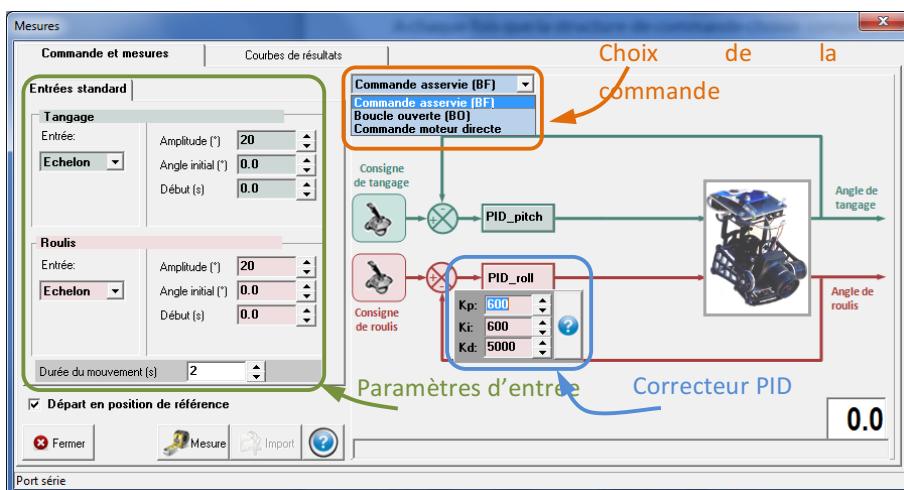
Le schéma affiché en arrière plan illustre la structure du système correspondant à ce choix.

La partie gauche de la fenêtre, [**Entrées standard**], permet de choisir le schéma de commande par choix dans une liste déroulante, parmi les modèles suivants :

- Aucun : aucune consigne n'est envoyée à la nacelle ;
- Echelon ;
- Rampe ;
- Parabole ;
- Sinus ;
- Courbe

A chacun de ces choix correspondent des paramètres de commande définis dans les boîtes de saisie voisines (amplitude, pente, période, début du mouvement, durée...).

A chaque fois que la structure de commande choisie comporte un asservissement, les coefficients du **correcteur PID** associé apparaissent en cliquant sur le bouton représentant ce correcteur sur le schéma-bloc, et leurs valeurs peuvent être modifiées.



properment dite.

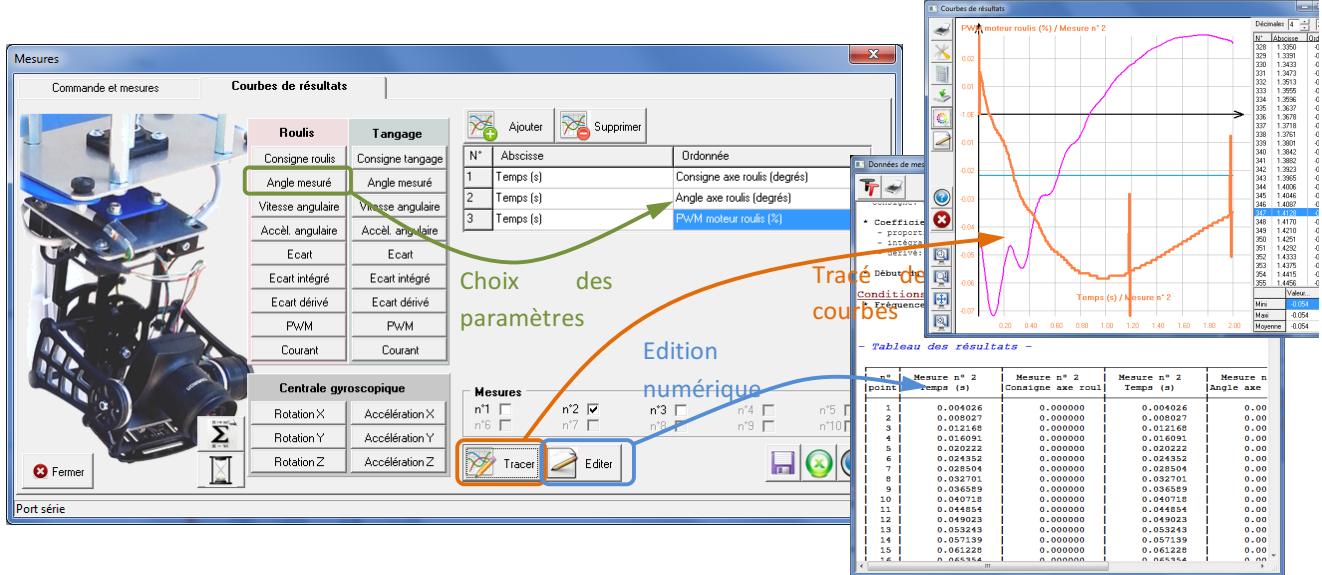
La mesure est activée en cliquant sur le bouton [**Mesure**].

L'afficheur en bas à droite de la fenêtre décompte le temps restant, de la phase de mise en position de référence si la case associée est cochée, puis de la phase de commande

Une fois la commande terminée, les résultats sont sauvegardés en cliquant sur le bouton [**Import**].

FENETRE COURBES DE RESULTATS

Le deuxième onglet supérieur donne accès à la page de consultation des résultats. Elle présente l'aspect ci-dessous :



Utilisation :

- un clic sur le bouton **[Ajouter]** permet d'ajouter une courbe à la sélection figurant dans le tableau de la partie droite de la fenêtre ;
- abscisse et ordonnée sont ensuite choisies en sélectionnant les "capteurs" situés dans la partie gauche, et correspondant aux deux mouvements de la nacelle, roulis et tangage ;
- parmi les mesures importées, sélectionner celles qui doivent être affichées en cochant les cases appropriées de la zone **[Mesures]** ;
- afficher les courbes en cliquant sur le bouton **[Tracer]** ou afficher les tableaux de valeurs en cliquant sur **[Editer]**.

Fiche 8 UTILISATION DU LOGICIEL DE SUIVI VIEDO

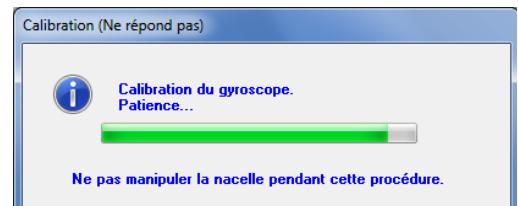
NACELLE_NC10_VIDEO

Le lancement du module de commande vidéo est obtenu par un double clic sur le raccourci placé sur le bureau au moment de l'installation nommé [Nacelle_NC10_video], ou par sélection dans le menu démarrer de [Tous les programmes], [Nacelle NC10 – Suivi vidéo], et [Nacelle_NC10_video].

Au lancement, plusieurs messages successifs indiquent l'établissement de la communication PC↔nacelle :

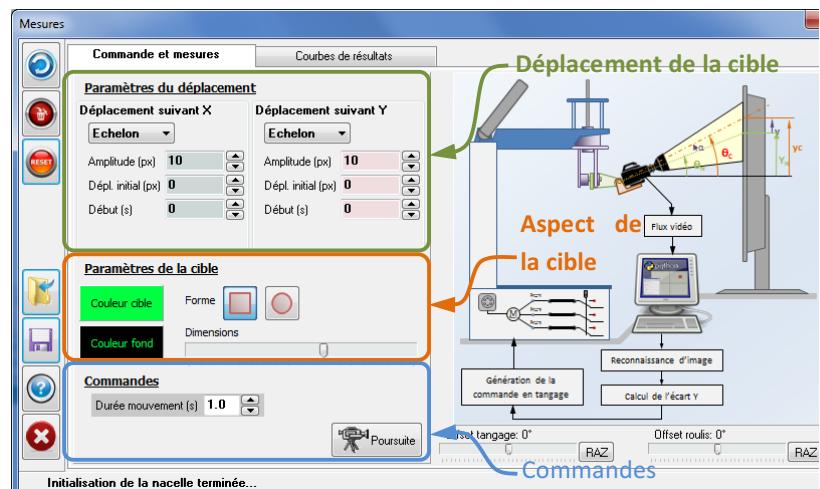
- calibration du gyroscope,
- calibration des accéléromètres,
- initialisation de la commande des moteurs.

Ne pas manipuler la nacelle pendant la phase d'initialisation.



Paramétrage de la commande

La fenêtre de paramétrage de la commande est ensuite accessible, avec l'aspect ci-contre.



Barre d'outils

La barre d'outils située à gauche de la fenêtre offre les options suivantes :



Calibration de la nacelle : provoque le calcul des valeurs de commande pour placer la nacelle en position de référence horizontale (offsets).



Effacer des mesures : permet la suppression d'une ou plusieurs mesures.



Remise à zéro : permet de supprimer toutes les mesures de la session en cours.



Ouvrir un fichier de mesures : permet de relire les résultats d'une série de mesures préalablement enregistrée.



Enregistrer les mesures en cours : permet d'enregistrer les résultats de la série de mesures en cours.



Aide en ligne...



Sortie de l'application...

Déplacement de la cible

La partie supérieure gauche de la fenêtre, [**Paramètres du déplacement**], permet de choisir le type de mouvement de la cible sur l'écran par sélection dans une liste déroulante, parmi les modèles suivants :

- [Aucun] : aucune consigne n'est envoyée à la nacelle ;
- [Echelon] : défini par son amplitude en pixels ;
- [Rampe] : définie par sa pente en pixels/s ;
- [Parabole] : définie par son coefficient en pixels/s² ;
- [Sinus] : défini par son amplitude en pixels, et sa période en s ;

Les paramètres associés aux commandes sont définis dans les boîtes de saisie voisines (amplitude, pente, période, début du mouvement, durée...). Une condition initiale est également proposée, quel que soit le mouvement choisi.

- **Début (s)** : le mouvement débute avec ce retard par rapport au lancement de la commande.

Le déplacement est considéré en partant de la position de la cible à l'instant où débute la poursuite.

Remarque : il est à noter que dans sa configuration standard, la caméra est installée de telle sorte que seul le mouvement de tangage permet de suivre un déplacement vertical, désigné par Y, de la cible.

Paramètres de la cible : aspect de la cible

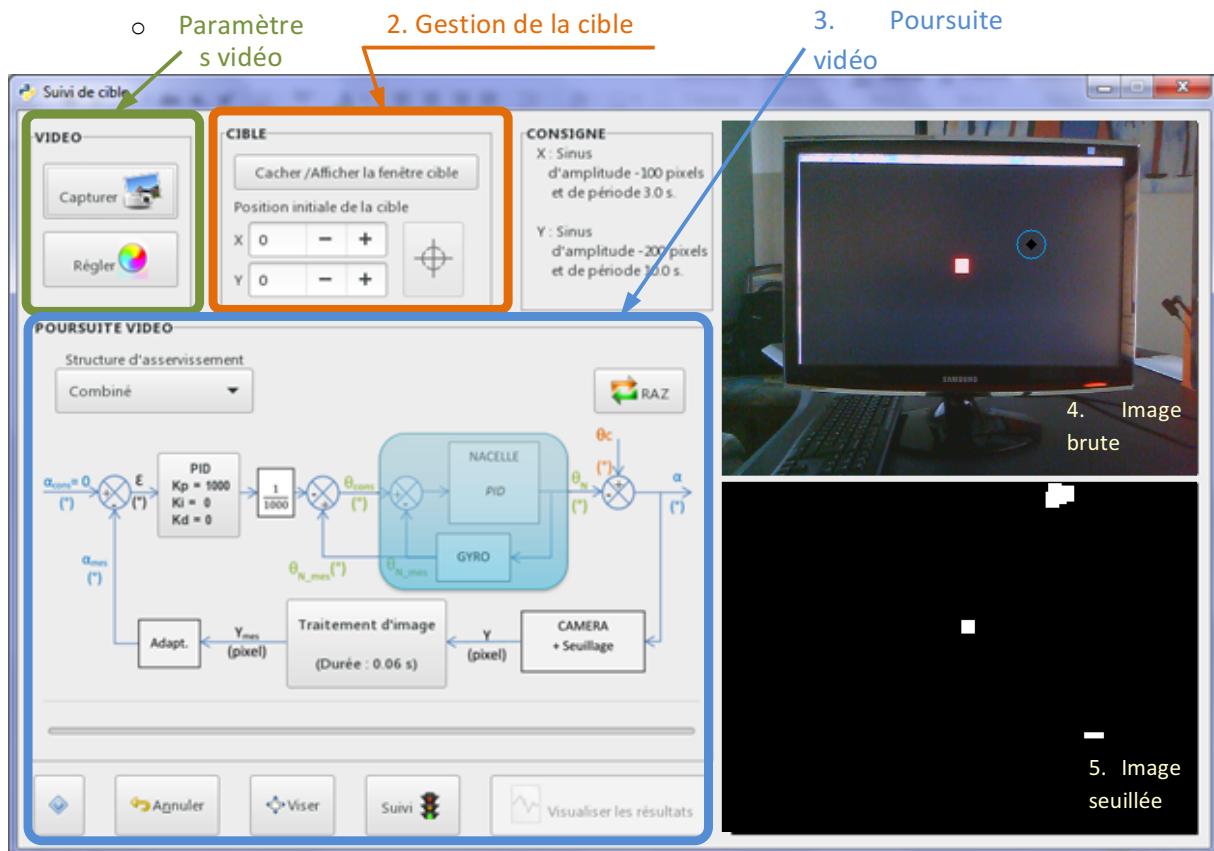
Cette zone permet de choisir la couleur du fond d'écran, la couleur, la forme (carrée ou ronde) et la dimension de la cible.

Commandes

La phase de **commande vidéo** est activée en cliquant sur le bouton [**Poursuite**].

Réglages du suivi vidéo

Au lancement de la procédure de suivi, la fenêtre « **Suivi de cible** » affichée définit 5 zones :



- en haut à gauche (1.) les outils de **capture et de traitement** de l'image;
- en haut au centre (2.) la gestion de la **position initiale de la cible**, en pixels suivant x et y ;
- en bas à gauche (3.) les **paramètres de pilotage de la poursuite vidéo**.
- en haut à droite (4.), **l'image brute** renvoyée par la caméra ; un point cerclé de bleu indique le centre de la forme reconnue
- en bas à droite (5.), **l'image traitée** à partir de ses propriétés de couleur. Le principe consiste à définir des seuils pour isoler la cible en blanc sur un fond noir ;

1. Paramètres vidéo

Le bouton [**Capturer**] permet de capturer l'image caméra et de l'afficher dans la zone [**Image brute**] (et dans la zone [**Image seuillée**], lorsque [**Régler**] ci-dessous a été effectué).

Le bouton [**Régler**] donne accès à la fenêtre de réglage des paramètres de couleur pour isoler la cible.

Le principe repose sur le traitement des couleurs en mode HSV (*Hue-Saturation-Value*), ou **Teinte-Saturation-Luminosité** qui permet de décrire tout le spectre de couleur de la caméra.

A chaque paramètre correspondent deux curseurs pour définir leurs niveaux haut et bas.

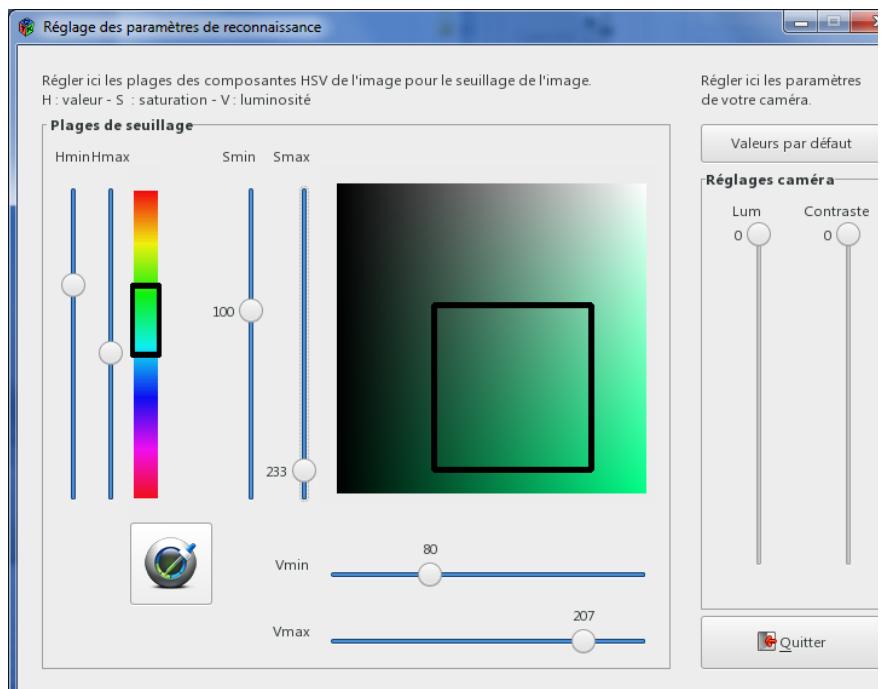
- La première action se fait au niveau de la **teinte (H)**. La couleur correspondant à sa valeur moyenne est affichée dans le carré central.
- La variation de la **saturation (S)** dans la direction verticale et de la **luminosité (V)** dans la direction horizontale permettent de "cerner au mieux" la couleur de la cible pour l'isoler du reste de l'image qui apparaît uniformément noir dans l'image seuillée.
- L'outil [**Pipette**] permet de faire une présélection rapide de la zone de colorimétrie en pointant sur l'image brute la couleur souhaitée.

Pour que ce mode de détection par couleur soit performant, la couleur de la cible doit être très différente de celle de son

environnement...

Ajuster les curseurs précédents pour faire apparaître la cible au plus près de sa forme dans la zone [Image seuillée], la cible doit apparaître dans l'image seuillée en blanc sur un fond uniformément noir.

Les curseurs [**Réglage caméra**] permettent de régler les propriétés de luminosité et de contraste de la caméra.



2. Gestion de la cible

Le bouton supérieur de cette zone propose d'**afficher ou de cacher la fenêtre cible**. Ce bouton permet notamment de retrouver cette fenêtre si elle a été déplacée.

Pour une utilisation souple de l'application, il est souhaitable de disposer de deux écrans, le premier pour agir sur les paramètres, et le second, situé face à la caméra, pour afficher la fenêtre de la cible. **Il sera important à la première ouverture de déplacer avec la souris la fenêtre cible (à mettre en plein écran) vers le second écran.**

Les pavés numériques dans la partie inférieure (X et Y) permettent régler numériquement la position de la cible. On peut aussi utiliser un « glisser lâcher » en cliquant directement sur la cible dans la fenêtre cible.

Bouton initialisation de la position de la cible :

Ce bouton permet, avant de lancer tout suivi, de centrer la cible sur l'axe de caméra (initialement horizontal). Cela réalise l'initialisation complète des positions en X et en Y. **Cette opération est fortement conseillée.**



3. Poursuite vidéo

Le suivi de cible est activé en cliquant sur le bouton [**Suivi**].

Le bouton [**Viser**] permet de centrer la cible sur l'axe de caméra, par déplacement de la caméra en agissant sur l'axe de tangage (et roulis en mode « Avec Roll ») de la nacelle.

Structure d'asservissement

L'objectif de l'asservissement vidéo est de piloter la nacelle de façon à maintenir la cible au centre de l'image filmée par la caméra.

Quatre modes d'élaboration de la consigne sont proposés :

- **Mode Combiné** : on utilise le retour caméra et l'information de position angulaire de la nacelle issue de la centrale inertie ;
- **Mode Direct** : seul le retour caméra est utilisé pour le suivi vidéo;
- **Mode Personnalisé** : la structure d'élaboration de la consigne est définie par l'utilisateur par programmation Python ;
- **Mode Nacelle Boucle Ouverte** : le retour de la centrale inertie de la nacelle n'est pas pris en compte ;
- **Mode avec Roll** : les consignes sont transmises aux moteurs de pitch et de roll, pour un suivi dans les deux directions. Ce mode nécessite de modifier la disposition de la caméra ou de l'écran.

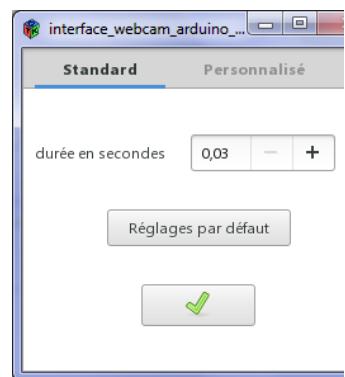
Réglage PID

En cliquant sur le bloc PID, on accède au réglage des 3 coefficients du correcteur PID (proportionnel, intégral, dérivé).

Algorithme de traitement d'image

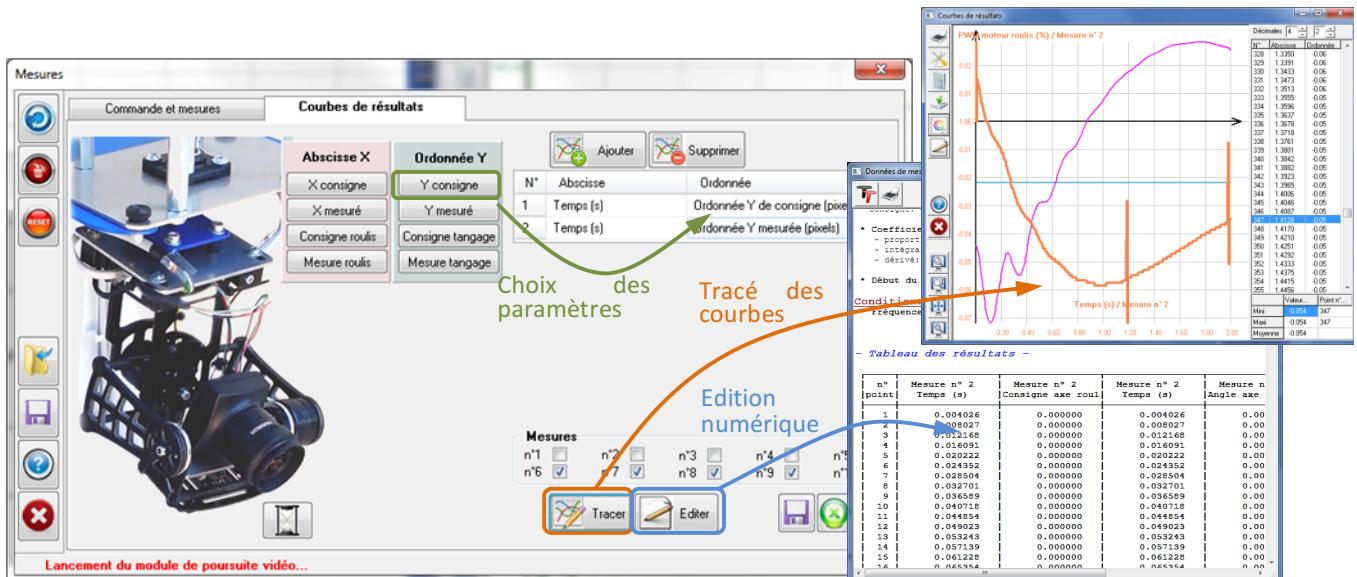
En cliquant sur le bloc **[Traitement d'image]** du schéma bloc, on peut modifier l'algorithme utilisé pour reconnaître la cible sur l'image caméra.

- Dans sa version **[Standard]**, l'algorithme recherche le barycentre de l'image seuillée. Il est possible de ralentir le traitement en augmentant la durée. Pour un réglage de 0,03s, le traitement sera élaboré le plus rapidement possible et sera en général limité par la fréquence d'acquisition de la caméra (30 images/s).
- Dans sa version **[Personnalisé]**, la fonction Python utilisée est celle développée par l'utilisateur. Elle peut s'appuyer sur un autre mode de détection de la cible à partir de l'image seuillée.



Fenêtre courbes de résultats

Le deuxième onglet supérieur donne accès à la page de consultation des résultats. Elle présente l'aspect ci-dessous :



Utilisation :

- un clic sur le bouton [Ajouter] permet d'ajouter une courbe à la sélection figurant dans le tableau de la partie droite de la fenêtre ;
- abscisse et ordonnée sont ensuite choisies en sélectionnant les grandeurs mesurées situées dans la partie gauche ;
- parmi les mesures importées, sélectionner celles qui doivent être affichées en cochant les cases appropriées de la zone [Mesures] ;
- afficher les courbes en cliquant sur le bouton [Tracer] ou afficher les tableaux de valeurs en cliquant sur [Editer].

Grandeurs visualisables :

Pour chacun des axes (tangage, roulis) les 4 grandeurs suivantes peuvent être visualisées :

- **Y consigne (Y_c)** : consigne de position (en pixel de l'écran de projection) de la cible dans l'écran secondaire. L'origine est la position obtenue lors de l'initialisation.
- **Y mesuré (Y_{mes})** : position détectée de la cible dans l'image retournée par la caméra. Cette grandeur est obtenue par traitement de l'image filmée. Elle est donnée en pixels de l'image filmée. L'origine est le centre de l'image.
- **Consigne tangage (θ_{cons})** : consigne angulaire (en degré) envoyée aux moteurs
- **Mesure tangage (θ_{N_mes})** : position angulaire (en degré) mesurée à l'aide de la plateforme gyroscopique