

## 1. Présentation

D'une façon générale, une image paraît mieux équilibrée, plus stable si elle est placée en largeur car ce cadrage correspond à une vision humaine.

En effet nos yeux balayent l'espace de gauche à droite, d'où cette impression.

Il faut noter également que la prise en main des boîtiers des appareils est horizontale.

Signification de *cadrage horizontal* :

On appelle le cadrage horizontal, le format « paysage ». Il est vrai qu'il convient tout à fait à la prise de vue d'une scène générale (paysage, groupe de personnes) et toutes les actions qui se déroulent sur la largeur (course de voiture par exemple).

Pour répondre à ce constat, le trépied s'avère très utile pour stabiliser un appareil photo ou caméscope et éviter les flous et ainsi améliorer la netteté des clichés. Cependant, le réglage manuel de l'horizontalité reste fastidieux.

## 2. Énoncé global du besoin

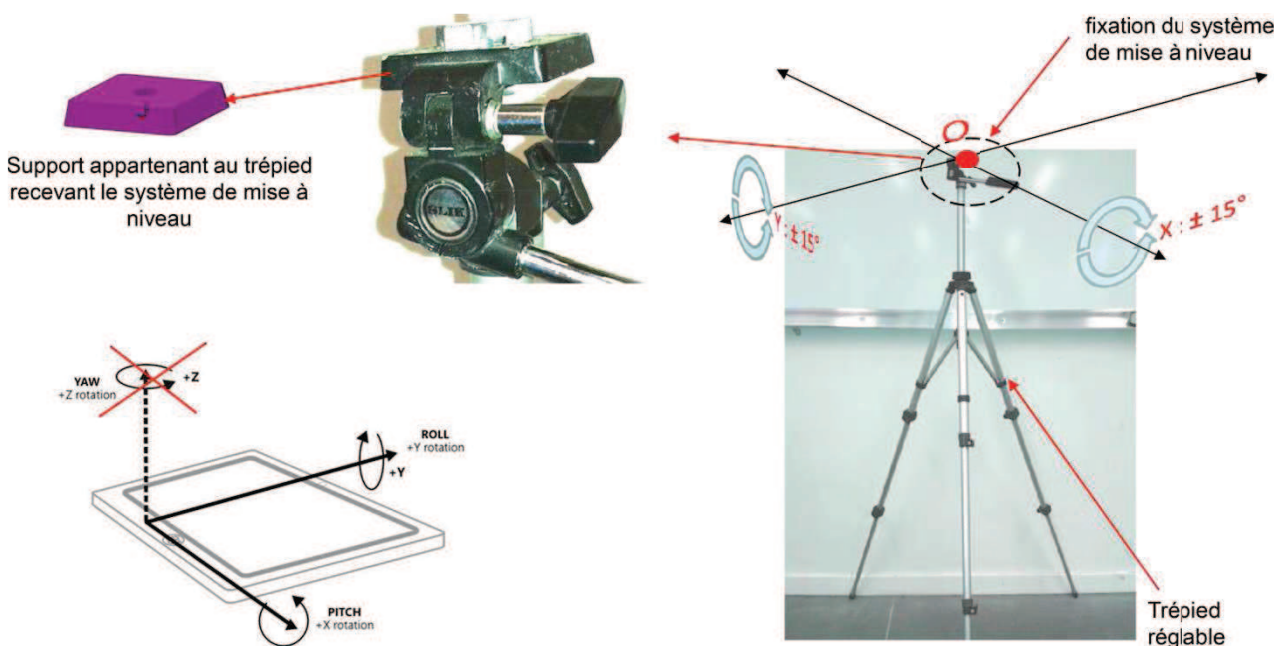
### 2.1. Mise en situation

Dans l'optique de réaliser des photos panoramiques parfaitement horizontales, on se propose de développer un module de mise à niveau automatique d'un appareil photo monté sur son trépied.

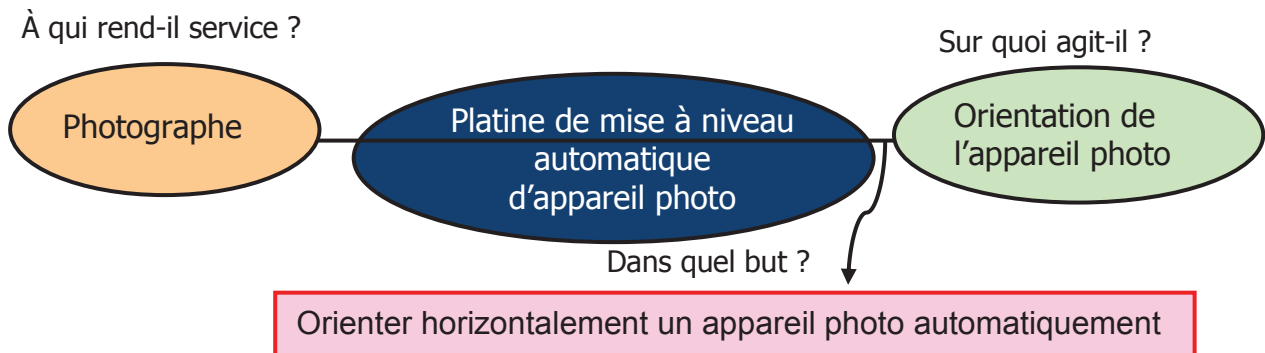
Quelque soit le réglage aléatoire du trépied ou de son « assise », le module doit permettre le rattrapage des défauts angulaires selon les rotations autour des axes (O, X) et (O, Y), et ce, dans des limites de plus ou moins 15° par rapport au support de trépied.

En mode automatique, la commande de mise à niveau horizontale sera réalisée sur ordre de l'utilisateur.

En mode manuel, l'utilisateur pourra obtenir une position aléatoire de l'appareil photo, selon chacun des deux axes, par appuis sur 4 boutons poussoirs (2 boutons poussoirs  $\pm$  / axe).



## 2.2. Expression du besoin



## 2.3. Contrôle de validité

Pourquoi le besoin existe-t-il ?

- Parce qu'il est long et parfois fastidieux de positionner correctement par rapport à l'horizon du paysage un appareil photo fixé sur un trépied.

Pour qui ou pour quoi le besoin existe-t-il ?

- Permettre au photographe une mise en position fiable et rapide de l'appareil photo pour réaliser des photos panoramiques de qualité.

Quels sont les risques d'évolution ou de disparition ?

- Manutention(s) supplémentaire(s) et/ou trop complexe(s).
- Fonction intégrée dans l'appareil photo

**Le besoin est validé.**

## 2.4. Performances globales attendues

- Débattement ascensionnel/support de trépied:  $\pm 15^\circ$ .
- Débattement de déclinaison/support de trépied :  $\pm 15^\circ$ .
- Charge utile supportée par la platine de mise à niveau : 1 kg.
- Commander automatiquement la mise à niveau horizontale de la platine.
- Commander manuellement la platine pour une mise en position quelconque choisie par l'utilisateur.
- Adaptable sur tout trépied standard muni d'une tête à vis 1/4" (vis Kodak) supportant au moins une charge utile de 1,5 kg

### 3. Étude mercatique

#### 3.1. Étude de l'existant

On trouve dans le commerce de nombreux accessoires qui vont du trépied composé de rotules précontraintes types « Gorillapod » de chez JOBY® à partir de \$20 au système très sophistiqué mais très couteux du type « Roundshot VR Drive » de chez SEITZ® qui permet de faire pratiquement des panoramiques hémisphériques (360°x180°) en automatique mais pour un coût de plus de 4000 €. Nous nous limiterons ici volontairement aux accessoires remplissant la fonction de « rotulage » permettant d'assurer l'horizontalité du cadrage avec un appareil photo monté sur trépied.

		
<p>Gorillapod ≈ \$20 Aucun repère de niveau <a href="http://joby.com/">http://joby.com/</a></p>	<p>Rotule 3D Ballhead SLR Niveau à bulle ≈ \$40 <a href="http://www.joby.com/">http://www.joby.com/</a></p>	<p>Rotule 3D Benro HD3 Niveau à bulle ≈ 120 € <a href="http://www.benroeu.com/fr/">http://www.benroeu.com/fr/</a></p>
		
<p>Rotule Ball BBH-100 Niveaux à bulle ≈ 160 € <a href="http://www.vanguardworld.fr/">http://www.vanguardworld.fr/</a></p>	<p>Rotule 3D GITZO GH5750QR Niveau à bulle ≈ 400 € <a href="http://www.gitzo.fr/">http://www.gitzo.fr/</a></p>	<p>Rotule SUPER PRO Niveau à bulle ≈ 800 € <a href="http://www.manfrotto.fr/">http://www.manfrotto.fr/</a></p>

#### 3.2. Marché visé

Photographe amateur (éventuellement semi-pro).

#### 3.3. Cible du prix de vente

Inférieur à 150 €

#### 3.4. Prévision des ventes

10 000 sur 5 ans

### 3.5. Mode et/ou lieu de vente, de distribution, de publicité.

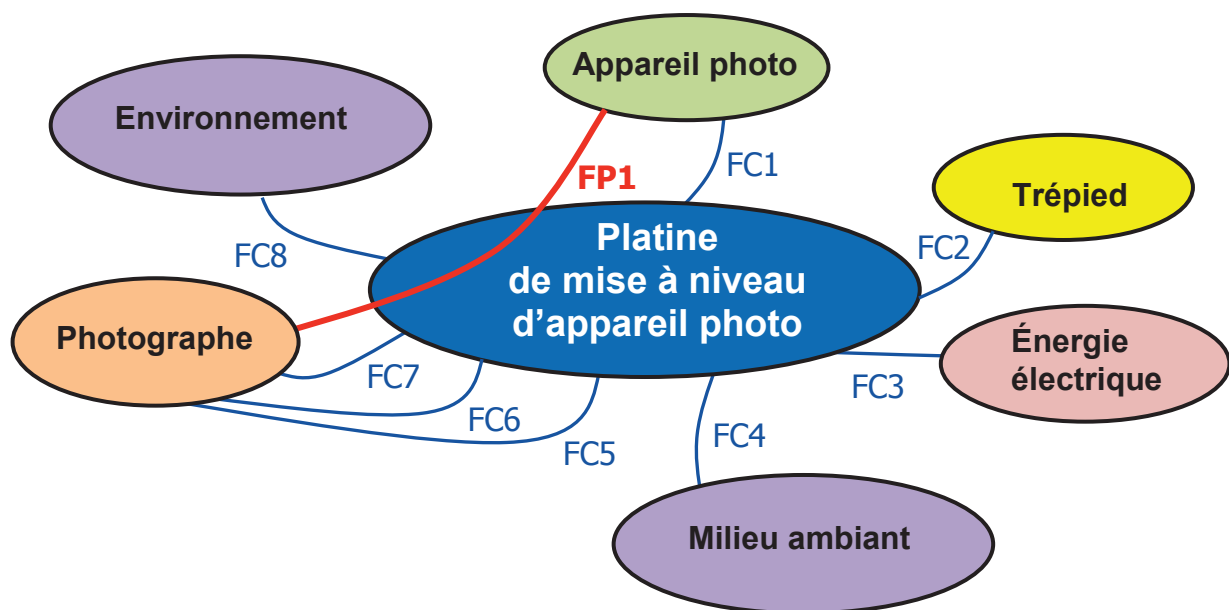
Vente par Internet sur les sites relatifs aux matériels et aux logiciels de montage photo/vidéo.

Magasins spécialisés informatique, numérique, photo et vidéo (type FNAC)

### 3.6. Évolutions à prévoir en cours d'exploitation si succès commercial.

Ajouter la motorisation autour de l'axe (O,z) (axe vertical) pour la réalisation automatique de panoramique.

## 4. Interactions du produit avec son environnement



## 5. Désignation et caractérisation des fonctions de service

Repère	Fonction	Critères d'appréciation	Niveaux	Tolérances	Flexibilité
<b>FP1</b>	Orienter horizontalement un appareil photo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Débattement sur X/sol</li> <li>✓ Débattement sur Y/sol</li> <li>✓ Vitesse angulaire</li> <li>✓ Incrément en mode manuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>± 15°</li> <li>± 15°</li> <li>3°/s</li> <li>± 1°</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mini</li> <li>Mini</li> <li>Mini</li> <li>Maxi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>F1</li> <li>F1</li> <li>F1</li> <li>F2</li> </ul>
FC1	Permettre la fixation de l'appareil photo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Masse appareil photo</li> <li>✓ Rapidité et simplicité de montage</li> <li>✓ Maintien en position</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 kg</li> <li>5' sans outil</li> <li>Vis ¼" (Kodak)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maxi</li> <li>Maxi</li> <li>-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>F0</li> <li>F1</li> <li>F0</li> </ul>
FC2	S'adapter sur un trépied	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Masse du système complet</li> <li>✓ Rapidité et simplicité de montage</li> <li>✓ Maintien en position</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>500 g</li> <li>5' sans outil</li> <li>Vis ¼" (Kodak)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maxi</li> <li>Maxi</li> <li>-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>F0</li> <li>F1</li> <li>F0</li> </ul>

FC3	Être autonome en énergie électrique	✓ Autonomie	2 h	10 %	F1
		✓ Tension	6 V	± 1,5 V	F2
		✓ Consommation courant	À minimiser	-	F1
		✓ Type de batteries	rechargeables	-	F2
FC4	Résister au milieu ambiant	✓ Étanchéité	IP 42	Mini	F1
		✓ Oxydation (eau douce)	Bon niveau	Mini	F1
FC5	Être ergonomique	✓ Marche/Arrêt	Interrupteur	-	F1
		✓ Mode automatique	Par sélection	-	F1
		✓ Mode manuel	Par sélection	-	F1
		✓ Encombrement (L x l x h)	150 x 150 x 100	Maxi	F1
FC6	Être esthétique	✓ Forme	Fluide	-	F2
		✓ Couleur	Sobre	-	F2
FC7	Être compétitif	✓ Coût avec la commande	100 €	Maxi	F1
FC8	Respecter l'environnement	✓ Recyclable	80%	10%	F1
		✓ Matières dangereuses	RoHS	-	F0

Niveaux de Flexibilité :

F0 nulle (impératif)	F1 faible (peu négociable)	F2 moyenne (négociable)	F3 (très négociable)
----------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------

## 1. Antériorité du projet

Ce dispositif a fait l'objet d'une pré-étude en projet collaboratif des BAC STI2D SIN et ITEC. Suivant le cahier des charges imposé les groupes d'élèves ont obtenu un prototype non industrialisé : des pièces pas toujours réalisables industriellement, obtenues uniquement en prototypage rapide et une partie électronique non intégrée.

Ci-dessous le résultat obtenu par l'ensemble des élèves pour la *Platine de mise à niveau automatique d'appareil photo (AP)* :

Platine orientable (support de l'AP)

Rotule (axe de roulis)

Pilier (rotule principale)

Servomoteur (axe de roulis)

Système bielle-manivelle

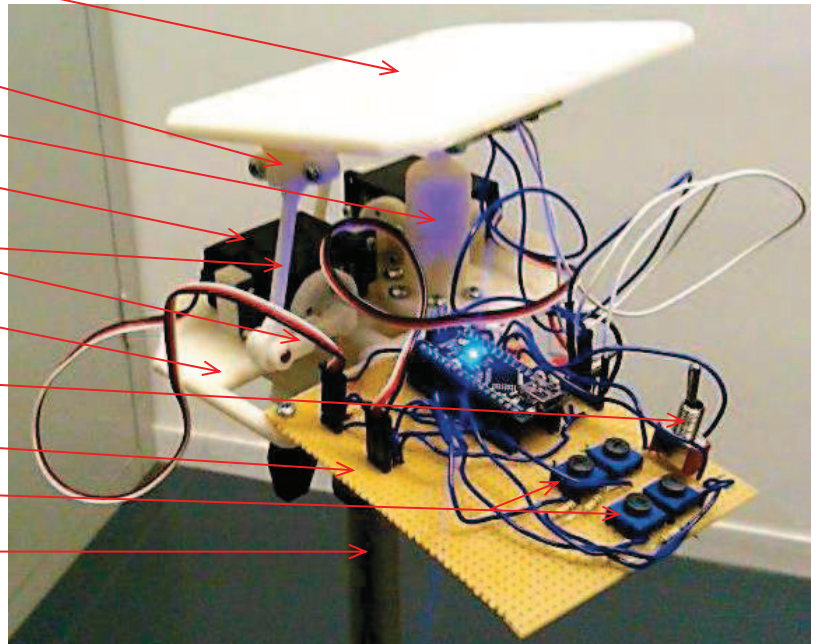
Châssis (lié avec le trépied)

Sélecteur de mode

Carte de commande

Commandes manuelles

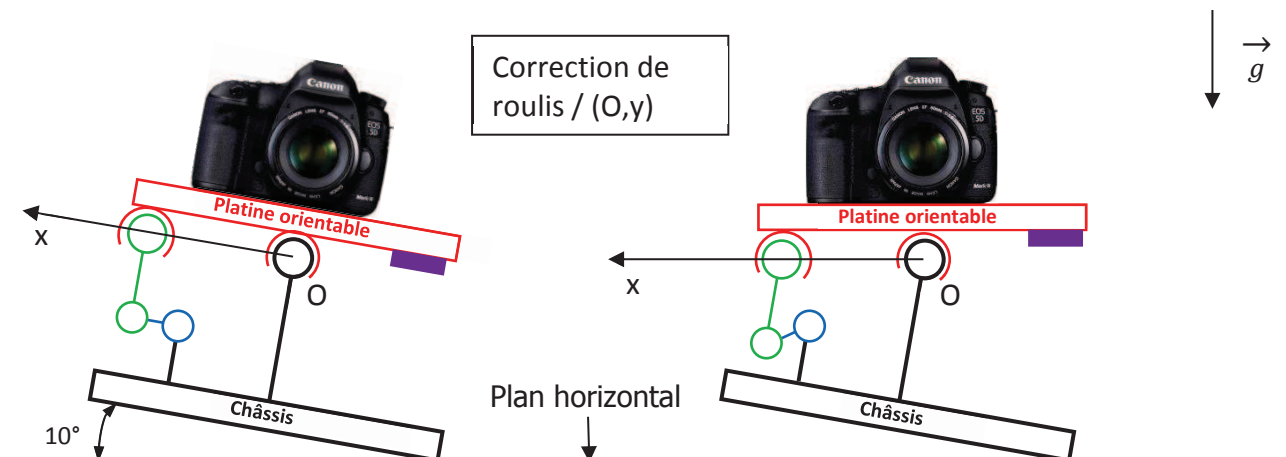
Trépied

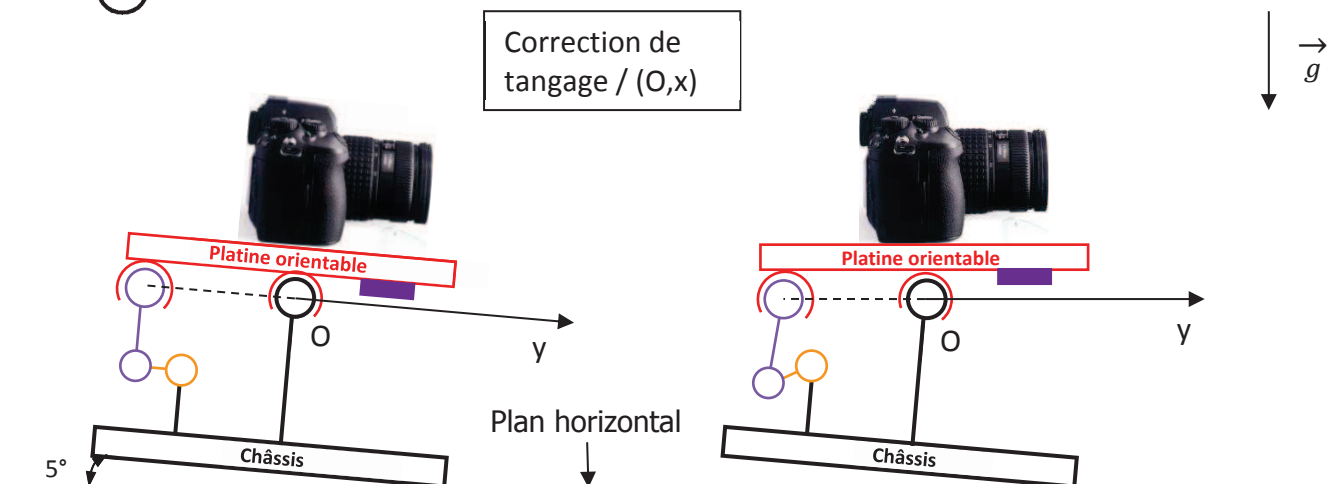


## 2. Principe de fonctionnement

Rappel CdCF : La platine orientable est animée de 2 mouvements de rotation d'axes perpendiculaires respectivement  $(O,x)$  pour le tangage et  $(O,y)$  pour le roulis. L'axe  $(O,y)$  a la direction de l'axe de l'objectif de l'appareil photo.

On notera que ces axes ne sont pas fixes dans l'espace car leur direction est liée à la platine orientable (cf. schémas ci-dessous) :





La correction angulaire autour de chaque axe est effectuée par un système bielle-manivelle motorisé par un servomoteur. Les chaînes d'énergie et d'information de chaque axe motorisé sont indépendantes.

En mode automatique, elles répondent à la consigne d'horizontalité donnée par un microcontrôleur grâce aux informations fournies par un inclinomètre (2 axes mini) lié à la platine orientable (■ sur les schémas).

Le « cœur » de l'inclinomètre est un accéléromètre 2 axes (minimum) capable de mesurer l'accélération dans 2 directions perpendiculaires. L'inclinomètre permettra de convertir ces valeurs d'accélération en écarts angulaires par rapport aux directions de référence. On peut obtenir ainsi l'angle de roulis et celui de tangage.

Cependant, on ne cherche pas à connaître les valeurs d'inclinaison mais on souhaite obtenir l'horizontalité de la platine orientable sur laquelle est fixé l'appareil photo.

Pour cela, il faut modifier l'orientation de la platine jusqu'à rendre coïncident la normale au plan de la platine avec la direction verticale, celui de l'accélération de la pesanteur  $g$ .

En effet, à la surface terrestre, la direction dite verticale est donnée par la direction du champ gravitationnel. On sait matérialiser depuis très longtemps cette direction grâce au fil à plomb...

Dans le cas de la platine de mise à niveau, qui est un objet plutôt statique, l'inclinomètre choisi pourra être positionné telles que  $(O,x)$  et  $(O,y)$  soient les 2 directions de mesure. Ainsi le système mécatronique, un fois calibré, modifiera l'orientation de la platine tant que la mesure de l'accélération sera non nulle sur ces axes. Une fois la consigne atteinte, à la précision près de l'inclinomètre, la platine sera considérée horizontale.

### Remarques importantes :

Le positionnement de l'inclinomètre sur la platine doit être nécessairement rigoureux.

On doit également vérifier que l'amplitude de mesure d'écart angulaire de l'inclinomètre est compatible avec la fonction souhaitée ( $\pm 15^\circ$  sur les deux axes dans notre cas).

Il existe des inclinomètres (ou accéléromètres) à sorties analogiques ou numériques. À choisir en fonction du microcontrôleur.

Les différentes liaisons mécaniques doivent être suffisamment robustes et pratiquement sans jeu pour assurer la stabilité de l'appareil et éviter le « bougé » sur la prise de vue...

### 3. Données de conception préliminaire



#### 3.1. Le trépied

Élément indispensable pour monter la platine de mise à niveau, le trépied utilisé doit disposer au minimum d'une tête de fixation standard à vis 1/4" (vis Kodak) mais on choisira un trépied ayant d'origine une tête disposant d'un plateau rapide. (trépieds à partir de 30 € / 40 €).

En effet, le plateau rapide va permettre de monter plus facilement et plus rapidement la platine sur le trépied.

On s'assurera également de la capacité du trépied à supporter l'ensemble {platine de mise à niveau + appareil photo} soit 1,5 kg minimum.

Exemple :

	
<p>Trépied HAMA STAR 62 ≈ 30 €          Plateau rapide - Charge utile : 3,5 kg  <a href="http://amazon.fr/">http://amazon.fr/</a></p>	<p>Le plateau rapide est monté en glissière (souvent forme en queue d'aronde) puis verrouillé par un levier placé sur le côté de la glissière</p>

#### 3.2. La vis dite « Kodak » ou BSW 1/4" 20TPI

Pour pouvoir fixer le boîtier de l'appareil photo, la platine devra disposer d'un maintien en position par vis 1/4" dite « vis Kodak » d'une longueur adaptée. Cette vis au standard « Imperial » a donc un diamètre nominal de 6,35 mm et un pas de 25,4/20 mm soit 20 tours pour avancer d'un pouce (25,4 mm) (20 TPI en anglais).

On trouve par exemple :

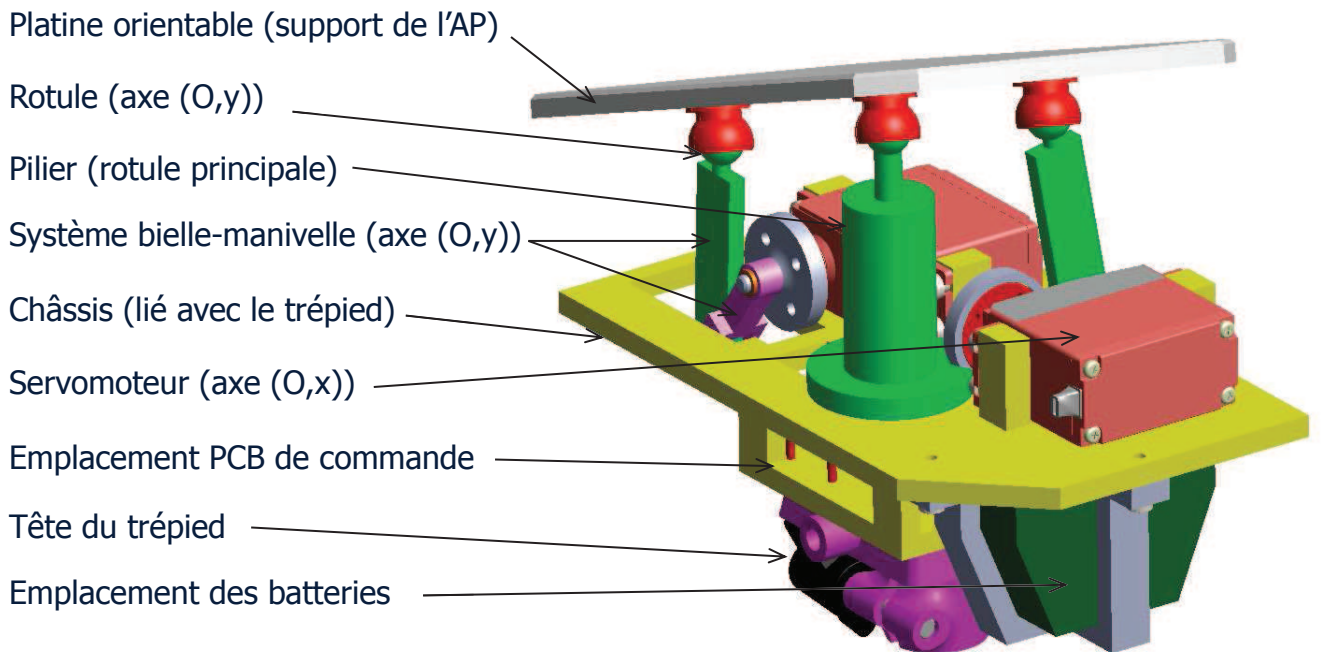
	
<p>Adaptateur Mâle / Mâle 1/4" ≈ 4 €  <a href="http://amazon.fr/">http://amazon.fr/</a></p>	<p>Visserie impériale standard BSW 1/4" 20TPI  <a href="http://www.imperialnutsandbolts.com">http://www.imperialnutsandbolts.com</a></p>

Pour information sur les filetages spécifiques accessoires photo, consultez le site :  
<http://www.alpha-numerique.fr/index.php/3materiel/bricolage/987-dans-le-secret-des-filetages-specifiques-aux-trepieds-photo>



### 3.3. Maquette 3D de conception préliminaire

Une maquette de conception préliminaire définissant l'architecture globale de la platine de mise à niveau sera fournie. Attention, la forme et le nombre de pièces n'est qu'indicative. Il faudra également définir le matériau et le(s) procédé(s) d'obtention des différentes pièces Enfin, il faudra définir correctement les liaisons mécaniques (montables, réalisables,...) et intégrer les éléments de la chaîne d'information (l'électronique).



(Image non contractuelle)

### 3.4. Principales pièces mécaniques à étudier

Carter ou flasque de protection ( <i>non représenté</i> )	1	Thermoplastique	Prototypage (dans le cadre du projet)
Châssis	1	Thermoplastique ou alliage d'aluminium	Prototypage (dans le cadre du projet)
Bride maintien batterie	1	Thermoplastique ou alliage d'aluminium	Prototypage (dans le cadre du projet)
Pilier central	1	Thermoplastique ou alliage d'aluminium	découpage ou découpage-cambrage
Manivelle	2	Thermoplastique ou alliage d'aluminium	Injection ou CN (à valider si thème)
Bielle	2	Thermoplastique ou alliage d'aluminium	Injection ou CN (à valider si thème)
Rotule	3	Thermoplastique ou alliage d'aluminium	Injection ou CN (à valider si thème)
Platine orientable	1	Thermoplastique ou alliage d'aluminium	Injection ou CN (à valider si thème)
<b>Désignation</b>	<b>Nbre</b>	<b>Matière</b>	<b>Observations sur l'obtention</b>

### 3.5. Principe de l'asservissement d'orientation de la platine

Ce système permet d'asservir l'horizontalité d'un trépied photo en commandant 2 actionneurs de type servomoteurs :

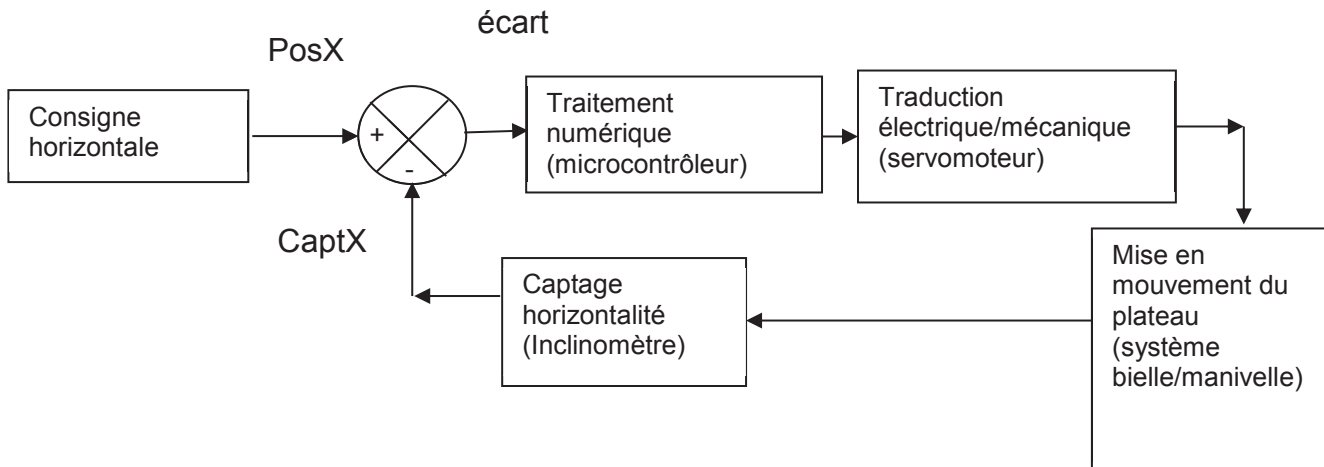
- L'un générant une rotation autour de l'axe (O,x),
- L'autre une rotation autour de l'axe (O,y).

Deux modes de fonctionnement sont proposés à l'utilisateur :

1. Mode manuel :  
2 boutons poussoir permettront la rotation autour de (O,x) sens + noté « X+ » et sens - noté « X- » et 2 autres les rotations « Y+ » et « Y- ».
2. Mode automatique :  
Les réglages d'horizontalité se feront à partir des informations reçues d'un inclinomètre 2 axes lié à la platine orientable support de l'AP.

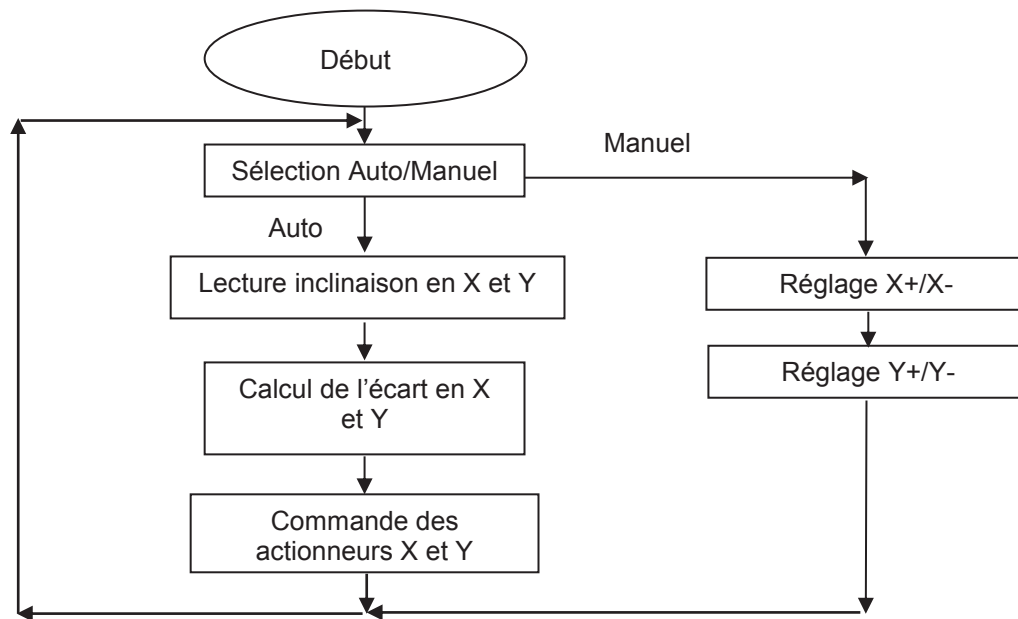
Remarque : La sélection Manuel/Auto se fera par un inverseur (sélecteur).

Schéma bloc de fonctionnement (un seul axe représenté) :









L'état d'équilibre du système correspond à  $\text{CaptX} = \text{PosX}$  donc  $\text{écart} = 0$ . Tout déplacement de l'inclinomètre se traduira par un écart (positif ou négatif) qui, une fois traité, agira sur le servomoteur pour obtenir à nouveau la position d'équilibre.

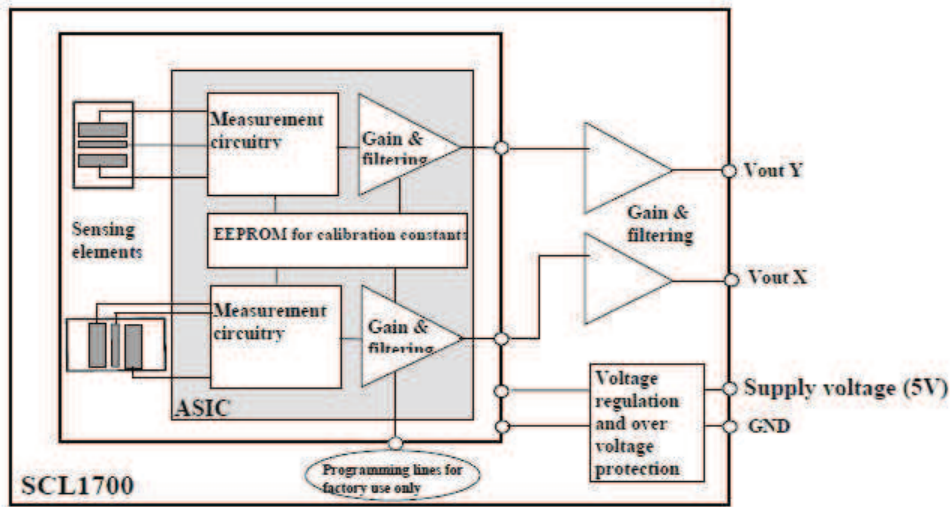
### 3.6. Algorithme de fonctionnement



### 3.7. Composants

Microcontrôleur	1	Radiospares Conrad Farnell Go Tronic	Arduino nano	
Servomoteur	2	Conrad Absolu-modélisme RC-Diffusion LesFanas	À choisir	
Inclinomètre	1	Murata (constructeur)	SCL1700	
Bouton poussoir	4	Radiospares Conrad Farnell	À choisir	
Inverseur	1	Radiospares Conrad Farnell	À choisir	
Interrupteur on/off	1	Radiospares Conrad Farnell	À choisir	
Désignation	Nbre	Fournisseurs	Références	Observations

3.8. Extraits de la documentation constructeur de l'inclinomètre (muRata®)



Parameter	Condition	Min.	Typ	Max.	Units
Supply voltage		4.75	5	5.25	V
Current consumption	No load		4.5		mA
Output load	Resistive	50	20		kΩ
	Capacitive			20	nF
Operating temperature		-40		85	°C

Parameter	Condition	Min.	Typ	Max.	Units
Measuring range <sup>(1)</sup>			± 15		°
Offset <sup>(2,3,4)</sup>	Output @ 0°	2.48	V <sub>dd</sub> /2		V
Offset calibration error <sup>(3,4,5)</sup>			± 0.1	±0.2	°
Offset temperature error <sup>(3,4,6)</sup>	-5...50°C		±0.05	±0.1	°
	-25°C...70°C		±0.1	±0.2	°
Sensitivity <sup>(3,4,7)</sup>	@ 0° (offset position)	148	150	152	mV / °

Connector: Molex 53261-0590, see picture 2.

Pin No.	Name	Function
1	V <sub>cc</sub>	Power supply
2	NC	Not connected
3	GND	Ground
4	Out X	X axis output voltage
5	Out Y	Y axis output voltage

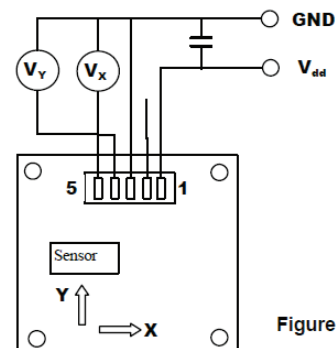
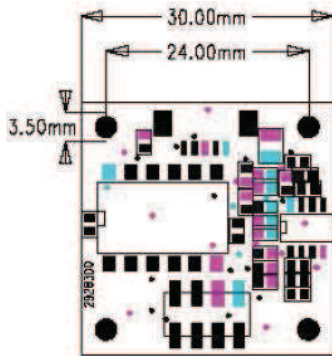
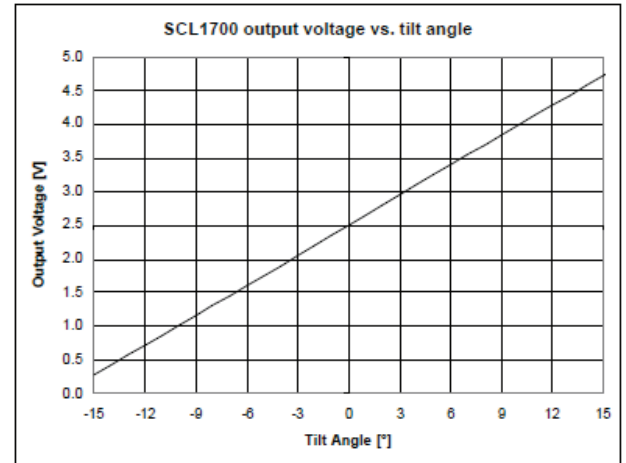


Figure 2. Connection of SCL1700



- PCB Material: FR4
- PCB thickness: 1.6 mm
- Size: 30 mm × 30 mm
- Mounting holes:  $\varnothing$  3.5 mm
- Height: 7mm (with pin header 11 mm)
- Weight: < 10 g
- Connector: Molex 53261-0590, mates with Molex 51021-0500

Picture 3. SCL1700 mechanical dimensions.



SCL1700 output signal.

### 3.9. Schéma électronique structurel

