

# *Stabilisation Canon IS (Image stabilizer)*



*( Que personne ne bouge, c'est un IS )*

# Table des matières

<b><i>Stabilisation IS</i></b>	<b><i>1</i></b>
<b>Principe de fonctionnement</b>	<b>1</b>
Flou de bougé et mouvement de l'image sur le capteur	1
Degrés de liberté	1
Flou de bougé angulaire	2
Correction angulaire Canon	3
Régulation et détection de mouvement	4
Détection angulaire	4
Déplacement lentille mobile	5
Boucle de régulation	5
Stabilisateur hybride Canon	6
Autres modèles de stabilisateurs d'image	7
<b>Conséquences pratiques et utilisation</b>	<b>8</b>
Performances et générations d'IS	8
Technologies employées	9
Utilisation et modes de fonctionnement	9
Rappels de base	9
Sélecteurs et modes de fonctionnement	10
Exemples d'utilisation, tests et résultats obtenus	11
Initialisation et arrêt système	11
Temps de pose longs - Dérive statique	12
Efficacité IS en fonction de la focale et du temps d'exposition	12
Pied et monopode	15
Vibrations	16
Is et autofocus	17
Bruit	18
Consommation et Autonomie	18
Pannes et durée de vie	19
Fiabilité	19
Types de défaillance et usure	20
Diagnostic et Test d'un ensemble IS	20
Réparation et Coûts d'interventions.	21

<b><i>Solutions Technologiques</i></b>	<b>22</b>
<u>Ensemble stabilisateur standard génération I et II</u>	<u>22</u>
Bloc mécanique	22
Lentille fixe	23
Système de verrouillage lentille mobile	23
Actuateurs lentille mobile	23
Commande électrique	24
Capteurs Gyroscopiques	26
Entretien dépannage	27
Réglages	27
Problèmes et pannes	27
<u>Ensemble stabilisateur bas de gamme ( EFs 18-55, Efs 55-250 .....)</u>	<u>28</u>
Bloc mécanique	28
Système de centrage	28
Actuateurs lentille mobile	28
Capteurs gyroscopiques	29
Commande électrique	29
<b><i>Révisions document</i></b>	<b>31</b>

# Stabilisation IS

Si à l'origine ce document devait être inséré dans celui dédié aux technologies utilisées par Canon sa longueur et l'ajout d'informations d'utilisation non purement technique ont fait que j'ai préféré le séparer complètement.

Les informations contenues s'adresseront donc à plusieurs publics, aussi bien les utilisateurs photographes de base que les geeks auxquels je m'adresse habituellement, chacun choisira son chapitre en fonction de sa chapelle. La compréhension des origines des flou de bougé et des principes de base de leur compensation permettra d'utiliser le matériel au mieux de ses capacités.

## Principe de fonctionnement

### Flou de bougé et mouvement de l'image sur le capteur

#### Degrés de liberté

Principe de base de tout système mécanique les degrés de liberté représentent les mouvements possibles d'un ensemble par rapport à un référentiel. Dans un espace tridimensionnel le déplacement de cet ensemble pourra toujours se décomposer en mouvements élémentaires sur les axes de translation  $T_x, y, z$  et de rotation  $R_x, y, z$ .



Dans le cas d'un système de prise de vue constitué par un boîtier et un objectif ces mouvements pourront être empêchés ou atténués par l'utilisation de supports ou différents type de rotule. Selon le degré de liberté considéré les effets seront plus ou moins prononcés sur l'image obtenue.

- **$T_x$**  : Un mouvement sur cet axe va provoquer un rapprochement ou un éloignement du plan de netteté par rapport au point souhaité géré par l'autofocus. Plus le sujet sera proche plus l'effet de ce mouvement sera prononcé ceci étant amplifié par l'utilisation de grandes ouvertures provoquant de faibles largeurs de la zone de netteté (PDC).
- **$R_x$**  : Ce mouvement de roulis va provoquer une inclinaison du sujet. L'utilisation d'un collier de pied permettra d'intervenir sur cet axe de rotation sans intervenir sur les autres.
- **$T_y, T_z$**  : Ces mouvements de translation vont décaler l'image verticalement ou horizontalement sur le capteur. L'effet est direct et constant quel que soit le matériel utilisé un mouvement de 1mm provoquera un décalage de 1mm de l'image.
- **$R_y, R_z$**  : Ces mouvements de tangage et lacet (Déplacement du bout de l'objectif vers le haut ou le bas pour  $R_y$ , a droite ou a gauche pour  $R_z$ ) seront les principales sources de flou de bougé. Leur effet sera proportionnel à la focale de l'objectif utilisé.

En fonction de la méthode de tenue de l'appareil chaque degré de liberté sera impacté de façon plus ou moins importante. Par exemple une tenue main levée influera peu l'axe Tz (sauf cas de colonne vertébrale en caoutchouc), un peu les axes Ty et Tx (C'est pourquoi il est conseillé d'écartier et décaler les pieds pour augmenter sa base de sustentation), les mouvements de rotation Rx seront réduits par la tenue coudes collés au corps, les axes de rotation Ry et Rz par contre mettront à mal notre morphologie surtout dans le cas d'objectifs longs et lourds (les muscles abdominaux et dorsaux seront fortement sollicités avec un 600/4). Sur un ensemble trépied/rotule les mouvements dépendront fortement des effets de porte à faux du montage, l'axe de rotation Ry étant particulièrement sollicité par la position excentrée de l'objectif, d'où l'utilité d'un montage équilibré à l'aide d'un collier de pied pour les optiques longues.

## Flou de bougé angulaire

---

Les mouvements de bougé dus au photographe sont principalement basés sur les axes de rotation des plans verticaux et horizontaux Ry et Rz, ces mouvements angulaires vont provoquer un déplacement de l'image sur le capteur qui si il intervient lors de la prise de vue va provoquer ce que l'on nomme un flou de bougé.

L'importance de ce flou sera proportionnel à :

- L'amplitude de ce mouvement par rapport à l'angle de champ (inverse à la focale) de l'objectif. Par ex un sujet de 1m de côté cadré plein cadre se verra appliqué un mouvement apparent de 1.5mm avec un objectif grand angle d'une focale de 17mm soumis à un mouvement angulaire de 0.1°, et un décalage de 3cm avec un téléobjectif de 400mm.
- La vitesse de variation angulaire par rapport à la vitesse de prise de vue. Une vitesse de mouvement de 2° par seconde provoquera un déplacement de 1° pour une prise de vue ayant un temps d'exposition de ½ seconde, et une valeur cinq cent fois inférieure pour une photo rapide au 1/1000°. Dans le premier cas la photo sera considérée comme floue, dans le second nette.
- La résolution demandée. Un capteur à haute densité (poids image élevé ou petit format) demandera une stabilité angulaire bien supérieure à un capteur de moindre résolution. Par ex un capteur d'un 750D d'une définition verticale de 4000 pixels au format ApSC demandera une stabilité presque deux fois supérieure à celle demandée par un vieux 1DsII ayant une définition verticale de 3300pixel. C'est pourquoi l'ancienne règle de choix de vitesse de prise de vue égale ou supérieure à  $1/focale$  valable du temps de l'argentique est dépassée et devra être adaptée en fonction du boîtier, par exemple il sera préférable d'utiliser une vitesse de prise de vue au moins égale à  $\frac{1}{2 \times focale}$  avec un boîtier ApSC récent comme le 7D.

Une image dénué de tout flou de bougé peut donc nécessiter une stabilité très importante de l'optique. Par exemple en combinant les paramètres cités précédemment avec un ensemble Tamron 150-600 monté sur un 7DII pour garder une erreur de bougé inférieure à un pixel l'optique ne devra pas bouger d'une valeur angulaire supérieure à 0.00037°. Pour une prise de vue au 1/100° la vitesse de déplacement de l'optique devra être inférieure à 0.037°/s. Pour être plus explicite cette déviation angulaire représente un déplacement du bout du pare-soleil de l'optique de 0.25mm toutes les secondes ce qui est très peu.

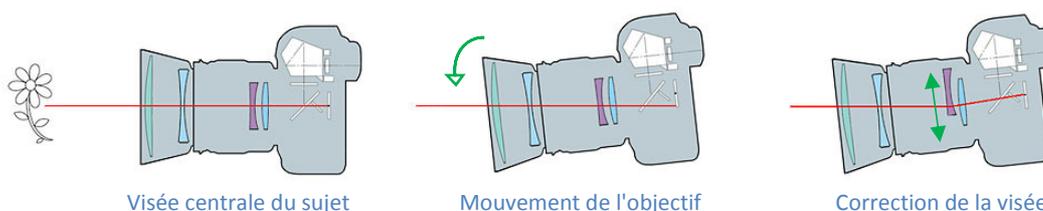
### Détail du calcul précédent :

- Focale 600mm = Angle de champ vertical 2.2° en FF
- Définition verticale 7D mark II : 3648 pixels
- Longueur de l'optique avec pare soleil : 400mm
- Résolution angulaire 1 pixels =  $(2.2/1.6) / 3648 = 0.00037°$
- Vitesse de déplacement maxi =  $0.00037 * 1/100 = 0.037°/s$
- Flexion en bout d'optique =  $400 * \tan(0.037) = 0.25mm/s$

Dans le but de réduire le flou de bougé a conditions de prise de vue égales (Le cadrage et la distance du sujet déterminant la focale) il ne sera donc possible d'agir que sur la vitesse d'exposition ou sur l'amplitude du mouvement de l'objectif. Modifier la vitesse d'exposition n'étant pas toujours possible, ni mêmes dans certains cas souhaité (la prise de vue d'un avion a hélice en vol est réalisée a basse vitesse avec l'utilisation d'un longue focale) seule l'action sur la tenue de l'appareil photo est universelle. Ceci peut être réalisé soit par réduction directe des sources de mouvement (Entraînement du photographe, mise en appui, ficelle tendue, relevé du miroir, trépied, steadycam ....) soit par compensation active (stabilisation) ce qui est le sujet de ce document.

## Correction angulaire Canon

Comme expliqué précédemment une inclinaison de l'ensemble boîtier objectif va provoquer un décalage de l'image initiale sur le capteur (Images de gauche et centrale ci dessous).



La solution adoptée par Canon pour corriger cet effet consiste à agir au niveau de l'objectif grâce a une lentille pouvant se déplacer sur un plan parallèle au capteur. En fonction de la position de cette lentille les rayons lumineux sont déviés pour décaler l'image sur le plan film. Deux capteurs positionnés en croix détectent le mouvement initial de l'objectif, un système de régulation calcule alors la valeur du déplacement de la lentille mobile permettant la correction de ce décalage initial (Image de droite).

La vidéo suivante montre l'effet de déviation obtenu avec une lentille mobile récupérée d'une optique EFs 55-250 :

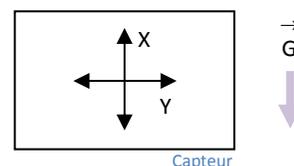


[http://jp79dsfr.free.fr/\\_Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon\\_Deviation%20lumiere.mp4](http://jp79dsfr.free.fr/_Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon_Deviation%20lumiere.mp4)

D'autres constructeurs utilisent un principe différent en agissant directement au niveau du capteur image CMOS, soit physiquement en le déplaçant, soit virtuellement lors de l'échantillonnage en décalant informatiquement l'image.

Si ces solutions en n'intégrant le système de correction qu'en un exemplaire dans le boîtier peuvent limiter les couts pour le possesseur d'un parc d'objectif important l'efficacité est moindre à la solution lentille mobile. L'implantation de la correction optique dans chaque objectif permet d'adapter et optimiser l'emplacement de cette lentille et les paramètres de régulation en fonction des caractéristiques de l'optique et en particulier sa focale.

Si le mouvement de l'optique est possible sur trois axes de rotation seuls seront corrigés les mouvements dans les sens vertical et horizontal, la rotation du boîtier autour de l'axe de visée n'étant pas considéré comme important (et d'ailleurs peu facilement corrigé). Si pour permettre le mouvement de la lentille mobile sur un plan deux axes de motorisation perpendiculaires sont nécessaires leur orientation de base importe peu. La logique, la simplification des boucles de régulation (mode 2) font que le constructeur a aligné ces axes de motorisation X et Y sur ceux du capteur image, ce qui entraîne la plupart du temps l'alignement d'un de ces axes avec la gravité.



## Détection angulaire

La détection du mouvement de rotation d'un ensemble peut être réalisée de plusieurs façons, soit de façon absolue en mesurant sa position dans l'espace, la différence entre deux mesures donnant alors l'amplitude du mouvement, soit indirectement par mesure de l'accélération de l'ensemble et la durée celle-ci.



La première méthode nécessitant non seulement une référence stable mais aussi une précision de mesure incompatible avec les capteurs existants, la seconde solution a été adoptée grâce à l'utilisation de petits capteurs gyroscopiques inertiels.

## Dérive et précision

Cette méthode largement utilisée dans tout système où une référence de base est impossible est néanmoins soumise à un défaut important, si les erreurs entre deux mesures peuvent être extrêmement faibles elles vont s'additionner au fil du temps provoquant une dérive pouvant être importante. Les centrales de navigation inertielle utilisées en aéronautique fonctionnant de cette façon ont été remplacées par des systèmes absolus comme le GPS. Cette erreur de positionnement va s'amplifier et provoquer un mouvement aléatoire limitant la réponse en fréquence basse de notre système de stabilisation.

### Progression de l'erreur de stabilisation dans le calcul de l'angle de déviation :

- Valeur initiale : $\alpha_0$	Erreur / valeur initiale = 0
- Mesure 1 = Déplacement $\delta_1$ , erreur mesure $\epsilon_1 \Rightarrow \alpha_1 = \alpha_0 + \delta_1$	Erreur / valeur initiale = $\epsilon_1$
- Mesure 2 = Déplacement $\delta_2$ , erreur mesure $\epsilon_2 \Rightarrow \alpha_2 = \alpha_1 + \delta_2$	Erreur / valeur initiale = $\epsilon_1 + \epsilon_2$
- Mesure 3 = Déplacement $\delta_3$ , erreur mesure $\epsilon_3 \Rightarrow \alpha_3 = \alpha_2 + \delta_3$	Erreur / valeur initiale = $\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3$
.....	
- Mesure n = Déplacement $\delta_n$ , erreur mesure $\epsilon_n \Rightarrow \alpha_n = \alpha_{n-1} + \delta_n$	Erreur / valeur initiale = $\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 \dots + \epsilon_n$

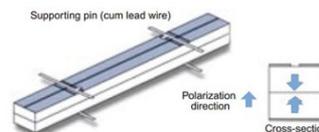
La vidéo suivante montre le décalage provoqué par un système IS de première génération en l'absence de tout mouvement de l'objectif (zoom x2), sur un temps plus long le décalage vers le bas visible ici est compensé par un mouvement vers le haut pour obtenir une moyenne globale proche du zéro (Mouvement Brownien aléatoire).



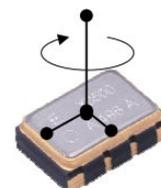
[http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon\\_Derive%20statique.mp4](http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon_Derive%20statique.mp4)

## Capteurs gyroscopiques angulaire

Les capteurs utilisés dans les objectifs ont évolués au fil des versions mais sont toujours des gyroscopes angulaires piézo électriques. Leur fonctionnement est basé sur les forces de Coriolis et la déformation d'un barreau constitué deux plaques de céramique piezo. Cette déformation en provoquant une modification de la fréquence de résonance de base du barreau laquelle est exploitée par l'électronique du capteur. Généralement les capteurs sont distribués sous plusieurs versions avec des fréquences de résonance propres différentes pour éviter tout souci d'interférence ou de couplage de l'un avec les autres, par exemple les ENC-03A et 03B utilisés dans les premières versions de modules IS possèdent respectivement une fréquence de résonance de 22.4 et 25 kHz.



Les barreaux piézoélectriques et leur électronique de contrôle sont intégrés dans des boîtiers métalliques, le positionnement de ces boîtiers étant réalisé en fonction de l'axe de rotation à mesurer.



L'information de sortie est généralement fournie sous la forme d'une tension évoluant par rapport à une valeur de référence en fonction de l'accélération angulaire en mv/deg/s. La réponse en fréquence maximum du système est variable suivant la génération du capteur et reste relativement faible, ce n'est néanmoins pas très gênant au vu des performances du système mécanique et de l'application.

Le tableau suivant donne les caractéristiques de sortie du signal fourni par les capteurs Murata ENC-03 (Utilisé sur les 100-400, 24-105, 17-85 par ex) et Seyko XV-3500 (Efs 18-55, 55-250 ...).

	U alim	Uref out	Sensibilité	Résolution	Linéarité	Précision	F. min	F. max
ENC-03	2.7 to 5v	1.35v	0.67 mv/°/s	+/-300°/s	5%	20%	0Hz	50Hz
XV-3500	2.7 to 3.3v	1.35v	0.66 mv/°/s	+/- 100°/s	5%		0.3 Hz	200Hz

## Déplacement lentille mobile

La lentille mobile est commandée par deux actuateurs linéaires du même type que ceux permettant le déplacement du bras d'un disque dur. Une bobine plate est insérée dans un champ magnétique uniforme, un courant positif ou négatif la traversant permet son déplacement dans un sens ou dans l'autre.

Le système fonctionnant en aveugle la quantité de mouvement étant dépendant de sa résistance (gravité par exemple) une contre réaction est obligatoire par détection du mouvement réel de l'actuateur. Dans ce but des capteurs de positionnement soit optiques, soit magnétiques (capteurs hall) sont utilisés. Ces derniers permettent en plus d'obtenir la position repos de l'ensemble lentille mobile au centre de l'axe de visée.

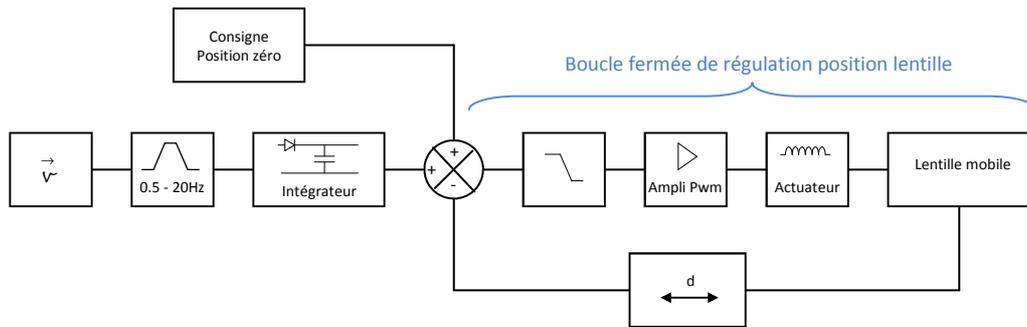


[http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon\\_Fct%20interne.mp4](http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon_Fct%20interne.mp4)

## Boucle de régulation

Chaque axe est donc asservi par deux régulations, une en boucle ouverte gérant la correction angulaire de l'optique, une en boucle fermée agissant sur le déplacement de la lentille mobile.

Au vu des réactions et de la conception du système la boucle de régulation d'un des deux axes doit ressembler a celui décrit par le schéma fonctionnel suivant :



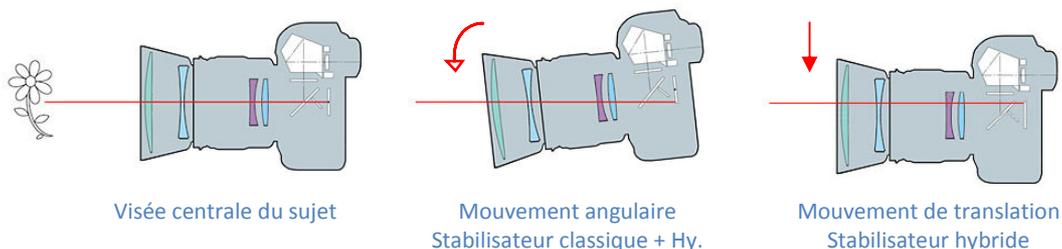
Le mouvement de la lentille est gérée par une régulation classique, constituée d'un filtre passe bas évitant les oscillations du système, un amplificateur de puissance commandant en Pwm (Modulation par largeur d'impulsion) la bobine de l'actuateur, et un bouclage assuré par le capteur optique ou magnétique de positionnement de la lentille mobile.

La consigne de cette boucle est définie d'une part par une valeur statique constante définie lors des réglages en usine permettant le de garder la lentille flottante centrée sur l'axe optique de l'objectif lors du déverrouillage de sa came de mise en position repos, d'autre part par la valeur de correction calculée par le capteur gyroscopique.

Cette valeur de correction est établie a partir de la tension de sortie du capteur gyroscopique proportionnelle a l'accélération angulaire, celle-ci est suivie d'un filtre passe bande pour éliminer les dérives et les risques d'oscillation (0.5hz a 20hz selon un doc Canon), amplifiée sans doute avec un gain réglable en atelier, puis suivie d'un intégrateur pour en mémoriser la valeur, l'accélération étant alors transformée en une valeur d'angle. Cette valeur mémorisée est atténuée avec une constante de temps importante pour revenir tout doucement en position centrale et ne pas à force de décalages successifs dans le même sens envoyer la lentille mobile en butée. Il peut arriver comme lors d'un filé que cette valeur de butée soit atteinte provoquant alors un rattrapage par la régulation en position centrale ce qui est visible par un saut brusque de l'image dans le viseur.

## Stabilisateur hybride Canon

Comme il a été vu précédemment les principales sources de bougé sont dues aux mouvements angulaires de l'objectif ceux-ci étant amplifiés par sa longueur de focale. Dans certains cas les mouvements de translation Y et Z peuvent être prédominants, or ces derniers n'étant pas détectés par les capteurs gyroscopiques angulaires classique ne sont pas corrigés. La stabilisation nommée "hybride" par Canon apparue en 2010 avec l'objectif 100 macro Is par l'ajout de capteurs inertiels permet de corriger ce problème. Le fonctionnement global du bloc stabilisation reste identique avec un module mécanique similaire aux autres versions, seule la régulation diffère en prenant en compte les mouvements Ry, Rz et Ty, Tz en provenance des 4 capteurs. Il est a noter que cette technologie peut dire merci au monde des Smartphones, le développement et la baisse des couts des capteurs inertiels 3 axes devant beaucoup a leur expansion.



## Autres modèles de stabilisateurs d'image

---

Si la gamme Nikon utilise des systèmes similaires à son grand rival en intégrant la stabilisation dans les objectifs de type VR d'autres constructeurs comme Olympus utilisent un système intégré au capteur image. Comme cela l'a été évoqué précédemment le grand avantage de ce système est d'être compatible avec tout type d'objectif ce qui par l'élimination du système de lentille mobile en limite le coût, et simplifie la formulation optique.

Avec ce système la correction de roulis sur l'axe Rx est possible comme le montre cette vidéo promotionnelle du boîtier OM-D E-M5 mkII.

[https://www.youtube.com/watch?v=qDJNL3s\\_dEU](https://www.youtube.com/watch?v=qDJNL3s_dEU)

En contrepartie la régulation devra prendre en compte la focale exacte de l'objectif ce qui augmentera les calculs et l'imprécision de la correction. La position des capteurs gyroscopique plus proche des centres de rotation ne facilitera pas forcément une bonne détection des mouvements. Quand aux actionneurs vu la taille et le poids du capteur image non seulement leur consommation sera accrue mais leur réactivité sera diminuée par l'inertie plus importante de l'ensemble mobile.

# Conséquences pratiques et utilisation

## Performances et générations d'IS

Les performances des stabilisateurs Canon ont évolués au fil du temps principalement grâce à l'amélioration de la sensibilité des capteurs gyroscopiques et de la puissance de traitement des processeurs associés. Le seul indice de performance fourni par Canon est un rapport donnant le gain en vitesse que le module IS considéré peut offrir par rapport à un objectif équivalent qui en serait démunie pour obtenir un pourcentage de photos nettes identiques. Cette valeur étant exprimée en IL, chaque unité correspond donc à une division de la vitesse par deux, un gain de 2 IL étant équivalent à une vitesse 4 fois inférieure, un gain de 4 IL à une vitesse 16 fois plus faible.

Cette valeur de gain est toute théorique et dépendra de l'amplitude, de la fréquence et vitesse de la perturbation à corriger et bien sur du temps d'exposition considéré. Par exemples de faibles temps d'exposition plus impacté par la dérive statique ou des vibrations de haute fréquences auront plus de mal à faire respecter cette valeur théorique du gain. D'ailleurs les optiques ayant des possibilités macro comme le 100/2.8 L ou le 24-70/4 voient la performance officielle de leur module IS évoluer en fonction du rapport d'agrandissement utilisé, le gain à la distance de map minimale n'est que de moitié celui de la valeur à quelques mètres.

Il est possible de classer les modules Is en fonction de cette valeur de gain, les premières générations ne permettaient qu'une division de la vitesse de prise de vue d'une valeur de 2 IL, les générations actuelles d'une valeur de 4. En utilisation réelle les gains attendus seront toujours inférieurs aux résultats annoncés surtout pour les objectifs bas de gamme dotés de modèles largement simplifiés mécaniquement.

Le tableau ci-dessous reprend les caractéristiques des blocs stabilisateurs pour les objectifs qui en sont dotés à la date de ce document.

Modèle	Date sortie	Gain	Modes
EF 75-300 f/4.5-5.6 Is Usm	1995	2	
EF 300 f/4 L Is Usm	1997	2	1, 2
EF 100-400 f/2,8 L Is Usm	1998	2	1, 2
EF 28-135 f/3,5--5,6 Is Usm	1998	2	1
EF 300, 400 f/2,8 L Is Usm	1999	2	1, 2
EF 500, 600 f/4 L Is Usm	1999	2	1, 2
EF 400 f/4 L DO Is Usm	2001	2	1, 2
EF 70-200 f/2,8 L Is Usm	2001	2	1, 2
EF 28-300 f/3,5-5,6 L Is Usm	2004	3	1, 2
EF-s 17-85 f/4-5,6 Is Usm	2004	3	2 auto
EF 70-300 f/4-5,6 Do Is Usm	2004	3	1, 2
EF 24-105 f/4 L Is Usm	2005	3	1
EF 70-300 f/4-5,6 Is Usm	2005	3	1, 2
EF-s 17-55 f/2,8 Is Usm	2006	3	1
EF 70-200 f/4 L Is Usm	2006	4	1, 2
EF-s 18-55 f/3,5-5,6 Is (II)	2007	4	2 auto
EF-s 55-250 f/4-5,6 Is	2007	4	2 auto

Modèle	Date sortie	Gain	Modes
EF 200 f/2 L Is Usm	2008	5	1, 2
EF 800 f/5,6 L Is Usm	2008	4	1, 2
EF-s 18-200 f/3,5-5,6 Is	2008	4	2 auto
EF 100 f/2,8 L Is Usm Macro	2009	4 Hy.	2 auto
EF-s 15-85 f/3,5-5,6 Is Usm	2009	4	2 auto
EF-s 18-135 f/3,5-5,6 IS	2009	4	2 auto
EF 70-200 f/2,8 II L Is Usm	2010	4	1, 2
EF 70-300 f/4-5,6 L Is Usm	2010	4	1, 2
EF 300, 400 f/2,8 II L Is Usm	2011	4	1, 2, 3
EF 24 f/2,8 Is Usm	2012	4	2 auto
EF 28 f/2,8 Is Usm	2012	4	2 auto
EF 35 f/2 Is Usm	2012	4	2 auto
EF 500, 600 f/4 II L Is Usm	2012	4	1, 2, 3
EF-s 18-135 f/3,5-5,6 IS Stm	2012	4	2 auto
EF 24-70 f4 L Is Usm	2012	4 Hy.	2 auto
EF 200-400 f/4 L Is Usm	2013	4	1, 2, 3
EF-s 55-250 f/4-5,6 Is Stm	2014	4	2 auto
EF-s 10-18 f/4.5-5.6 Is Stm	2014	4	2 auto
EF 400 f/4 DO IS Usm II	2015	4	1, 2, 3
EF 100-400 ... Is Usm II	2015	4	1, 2, 3

L'indication 2 *auto* dans la rubrique mode indique que l'objectif dispose du mode de fonctionnement "2" mais ne possède pas d'interrupteur de sélection, l'objectif décidant du choix du mode 1 ou 2 automatiquement.

Il est souvent coutume de classier les modules IS en terme de génération suivant leur performances, les modules de première génération offrant un gain de 2 vitesses, ceux de seconde un gain de 3 vitesses et les derniers de troisième génération un gain de 4 ou plus, une quatrième génération devrait sans doute être évoquée pour les optiques apparues avec les nouveaux super-téléobjectifs 300 a 600mm VII.



En pratique cela n'a pas grande importance, pour l'utilisateur il est préférable de connaître le système employé pour maintenir la lentille mobile du système IS objectif au repos ce qui a une influence directe sur son utilisation. Deux technologies sont utilisées, soit un système à ressort servant en même temps au centrage de la lentille, soit un système de verrouillage mécanique la lentille étant entièrement libre de mouvement en l'absence de commande sur ses actuateurs. Dans ce dernier cas si les performances sont accrues le système de verrouillage mécanique engendre un léger temps de retard à l'initialisation du système et un risque accru de panne. La solution de centrage par ressort n'est utilisé que sur les modèles d'objectifs bas de gamme comme les 18-55, 55-250, la différenciation entre les deux systèmes est facilement réalisable de façon auditive, la came de verrouillage et son moteur produisant un bruit caractéristique en début et fin de fonctionnement de l'IS.

## Utilisation et modes de fonctionnement

---

### Rappels de base

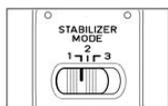
---

La stabilisation est un outil comme les autres qui obéit a des règles d'utilisation, et n'est ni magique ni la solution ultime. Pour utiliser au mieux cette fonctionnalité il faudra toujours penser aux points suivants qui seront détaillés dans le reste du chapitre.

- L'is ne stabilise que les mouvements de l'objectif, pas ceux du sujet visé.
- Le système augmente les chances d'obtenir un sujet net et atténue les effets d'un bougé, il ne garanti pas un résultat.
- Les mouvements de fréquence supérieure à 20Hz seront filtrés par la régulation et donc non traités, cela qui implique qu'un impact en forme d'échelon (mouvement brusque de forte amplitude) ne sera corrigé qu'avec un temps de retard et progressivement. Des phénomènes de résonance peuvent aussi se produire.
- Les modules IS du fait de leur fonctionnement provoquent une légère dérive statique, les mouvements lents auront donc eux aussi plus de mal a être corrigés. La stabilisation devra être coupée si le temps d'exposition dépasse la seconde ou en mode bulb.
- Le système nécessite un délai pour s'initialiser, il ne faudra donc pas réaliser de prises de vues pendant un court laps de temps suivant sa mise en route.
- La stabilisation corrige les mouvements non seulement au niveau du capteur image mais aussi a celui de la visée ou de l'autofocus. Une image plus stable arrivant sur les capteurs CCD du module AF permettra une mise au point plus facile et précise, surtout en Ai-Servo et cela indépendamment de la vitesse de prise de vue.
- Il est interdit de déconnecter un objectif IS en fonctionnement sous peine de détériorer le système de lentille mobile. Ultérieurement la position de l'interrupteur IS n'a aucune importance pour le transport de l'objectif.



**Interrupteur On/Off** : En position off il permet de désactiver entièrement la stabilisation, la lentille mobile n'est pas déverrouillée ce qui dans les cas où les paramètres de prise de vue sont tels que l'is n'a que peu d'utilité permet de gagner du temps au déclenchement en n'attendant pas que le système s'initialise. Dans une moindre mesure cela permet d'augmenter l'autonomie de la batterie et surtout de limiter le nombre de mouvement du système de déverrouillage.



**Interrupteur de mode de fonctionnement** : Cet interrupteur permet de sélectionner le comportement de la stabilisation sur les axes verticaux et horizontaux. Trois modes de fonctionnement sont actuellement disponibles :

- **Mode 1** : C'est le mode standard disponible sur toutes les optiques, l'action des capteurs gyroscopiques sur les axes Ry et Rz est symétrique, les mouvements verticaux et horizontaux sont stabilisés en permanence.
- **Mode 2** : Dans ce mode le processeur du module IS détecte les mouvements réguliers associés à un filé ou suivi du sujet et inhibe la stabilisation dans ce sens pour éviter des corrections intempestives. Dans le cas d'un filé horizontal tel que le suivi d'un avion ou une voiture seuls les mouvements involontaires dans le sens vertical seront corrigés. Les notices en langue anglaise sont un peu plus explicites que la traduction des celle fournie dans la langue de Rabelais ou si l'on interprète mal le texte il peut être compris que c'est la position verticale ou horizontale (portrait/paysage) du boîtier qui importe.  
Dans la pratique il peut être intéressant en fonction de la vitesse de prise de vue de rester en mode 1 le système filtrant alors les micros erreurs de suivi du sujet, en contrepartie il est possible d'obtenir des mouvements de grande amplitude dus à la lentille mobile essayant de corriger le mouvement du filé et se recentrant arrivée en butée. Sur une rafale il sera possible d'avoir une ou deux images totalement floues à cause de ce rattrapage.

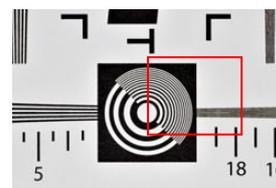
Certains objectifs ne disposant pas d'interrupteur de sélection de mode proposent toutefois ce mode de fonctionnement, la bascule est réalisée automatiquement par l'objectif en fonction du contexte et des mouvements qu'il détecte. Comme pour le mode autofocus AiFocus cette sélection automatique n'est qu'un pis aller ne remplaçant pas un vrai contrôle par l'opérateur.

- **Mode 3** : Ce mode apparu avec les nouvelles versions des super-téléobjectifs 300 à 600mm de la marque est une évolution du mode précédent. Dans le cas de mouvements de suivi aléatoire du sujet tels qu'un oiseau en vol le mode 2 est insuffisant, l'objectif ne sait pas dans quel sens désactiver la stabilisation, va essayer de compenser les mouvements de suivi avec la clé des mouvements de rattrapage brutaux quand la régulation arrive en butée. Outre le fait que ces phénomènes soient désagréables dans le viseur ils peuvent être la cause du décrochage de l'autofocus en AiServo.  
Dans ce mode 3 la lentille mobile est déverrouillée mécaniquement, est maintenue par ses actionneurs mais ne compense les mouvements détectés que pendant l'exposition du capteur. La visée est alors soumise aux mêmes avantages et inconvénients qu'interrupteur IS sur Off tout en gardant la possibilité d'avoir une compensation immédiate des mouvements le système étant actif et initialisé.

Dans ces trois modes la lentille mobile est déverrouillée est maintenue en sustentation par ses actionneurs, le temps d'initialisation à prendre en compte est le même, la consommation électrique ne change pas ou peu. Seul le traitement des informations provenant des gyroscopes est impacté.

### Procédure de test

La plupart des essais qui vont suivre ont été réalisés avec un ancien 300/2.8 Is v1 muni d'un doubleur et d'une bague allonge (le bureau étant encombré en ce moment). L'image ci contre est une réduction de la photo entière donnée à titre indicatif seule la partie encadrée en rouge de celle-ci étant comparée dans la suite du document.



Si le principe des conclusions obtenues avec ces tests devrait rester valable pour toutes les versions de stabilisateur, l'amplitude des différences, leur apparition en fonction de la vitesse de prise de vue seront bien sur impactés par le modèle de l'objectif, sa focale, et bien sur la génération et l'efficacité du module IS concerné.

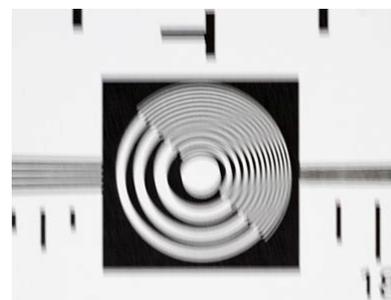
### Initialisation et arrêt système

---

L'initialisation du module IS est lancée par l'action sur le premier niveau du déclencheur, la touche AF ou équivalent et nécessite un certain temps pendant lequel non seulement le système n'assurera pas sa fonction mais pourra avoir un effet négatif sur la prise de vue. Dans le cas des stabilisateurs à verrouillage mécanique utilisé sur la plupart des objectifs la séquence suivante va être effectuée avant d'obtenir un système stable.

- Ouverture du système de verrouillage de la lentille mobile.
- Activation des actuators de la lentille mobile et centrage électrique de celle-ci.
- Activation des capteurs gyroscopiques piézoélectriques.
- Equilibrage du système et mémorisation des conditions initiales.
- Prise en compte des accélérations lues et début effectif de la stabilisation.

Si le temps de déplacement de la came de verrouillage mécanique de lentille mobile dure entre 75 et 100ms, et si le temps d'initialisation des capteurs gyroscopique peut être de l'ordre de 250ms il est difficile d'en tirer un temps global ces étapes se déroulant en partie simultanément. **De façon grossière il est préférable de compter une durée d'au moins une demi seconde entre le moment ou la stabilisation est activée par une action sur le bouton déclencheur et celui ou elle est réellement effective.** Dans le cas contraire un déclenchement trop rapide peut conduire à une image rendue floue par le déplacement initial de la lentille mobile de l'IS.



Si les vidéos suivantes montrent l'effet sur l'image de l'activation de la stabilisation elles ne reflètent pas forcément la réalité, l'action sur l'interrupteur a glissière de l'objectif provoquant un impact et un bougé important de celui-ci.

Sur la première video il est possible de constater un brusque mouvement de l'image suivi par sa stabilisation rapide par le système IS, la dérive statique qui suit subit une atténuation plus lente, l'objectif détectant qu'il est monté sur pied. La seconde video reprend la séquence d'initialisation à une vitesse divisée par 8, le temps de stabilisation réel est d'environ 0.6s sur cet exemple.



[http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon\\_Initialisation.mp4](http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon_Initialisation.mp4)



[http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon\\_Initialisation%20ralenti%20x8.mp4](http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon_Initialisation%20ralenti%20x8.mp4)

## Arrêt système

La stabilisation est mise à l'arrêt deux secondes au maximum après la disparition de sa commande, cette temporisation permet d'éviter les court cycles et de solliciter inutilement le système de verrouillage de la lentille mobile. Lors de la mise à l'arrêt la lentille mobile est immobilisée par sa came de verrouillage et ne peut plus bouger (sauf IS à centrage par ressort).

En cas d'arrêt incorrect du système provoqué par exemple par la déconnexion de l'objectif ou l'éjection de la batterie du boîtier IS en fonctionnement la lentille mobile risque de ne pas être verrouillée correctement. Celle étant totalement libre la manipulation de l'objectif va provoquer son déplacement en butée rapidement ce qui risque de détériorer ses nappes de liaison électrique. Si un bruit de pièce en mouvement important est audible dans un objectif il sera impératif de réalimenter cet objectif par l'intermédiaire d'un boîtier et de provoquer un arrêt de l'IS correct.

## Temps de pose longs - Dérive statique

Comme il l'a été indiqué dans la première partie théorique les mouvements de l'objectif sont détectés de manière relative par des capteurs inertiels, chaque mesure est basée sur la position corrigée calculée précédente, les erreurs vont donc s'additionner provoquant un mouvement aléatoire de l'image dans le viseur. La vidéo suivante qui montre cet effet est légèrement exagérée le mouvement étant du en partie par le recentrage automatique de la lentille mobile l'utilisation d'un pied étant détecté par l'objectif.



[http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon\\_Derive%20statique.mp4](http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon_Derive%20statique.mp4)

Dans le cas de temps d'exposition longs ce mouvement peut devenir gênant et contrebalancer les effets bénéfiques de la stabilisation, il sera alors préférable de désactiver la stabilisation. La valeur limite du temps d'exposition dépendra du modèle de stabilisateur et de sa génération, les capteurs actuels étant nettement plus précis que ceux utilisés sur les premiers modèles l'utilisation de temps d'exposition de l'ordre de la seconde seront possibles.

L'exemple suivant montre les limites en basse vitesse de la stabilisation, l'image centrale réalisée IS coupé est plus nette que celle de gauche IS en fonctionnement à une vitesse de  $1/3^e$  de seconde, avec l'utilisation d'une vitesse de  $1/15^e$  l'inverse se produit.

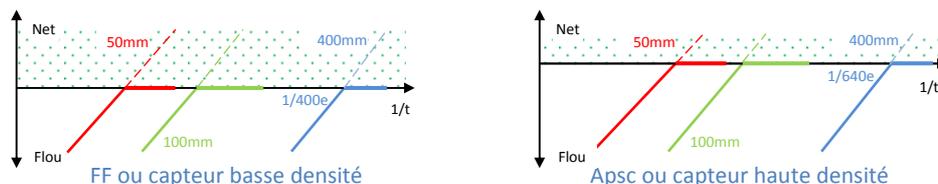


## Efficacité IS en fonction de la focale et du temps d'exposition

### Encore un peu de théorie

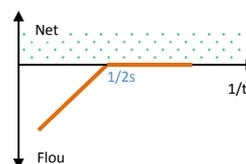
Comme il l'a été vu dans la partie théorique un mouvement angulaire involontaire du photographe va se traduire par un déplacement de l'image visée sur le capteur. La valeur de ce déplacement dépendra de l'angle de champ de l'objectif, et de la durée du mouvement. L'importance d'un flou de bougé sera donc proportionnel à la longueur de focale de l'objectif et du temps d'exposition et bien sûr du mouvement initial et des capacités de tenue du photographe.

Ceci peut être représenté sous la forme d'une série de courbes délimitant les risques d'obtenir une image floue augmentant avec la focale et le temps d'exposition. La zone grisée verte correspond à celle où le mouvement de l'image sur le capteur est inférieure à la dimension d'un pixel et n'est pas détectable, la frontière dépendra donc du type de capteur et de sa densité de pixels.



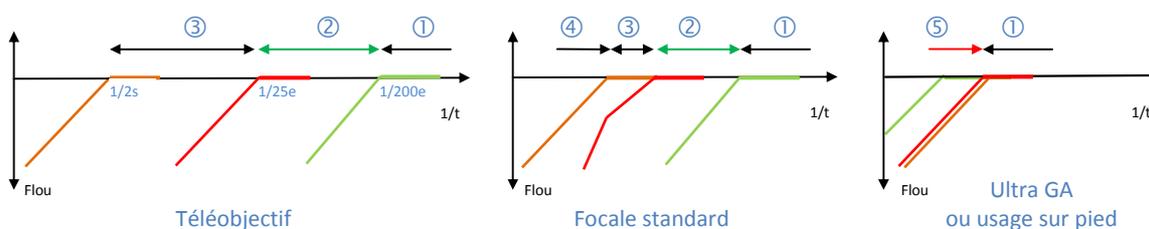
En fonction des performances du photographe ou de l'utilisation d'un support ces courbes seront décalées à droite ou à gauche, la valeur de  $1/400^e$  sur le croquis de gauche correspondant à une valeur communément admise de temps d'exposition où le risque d'obtenir un flou de bougé est faible avec un 400mm à main levée. L'utilisation de l'IS en atténuant l'effet du mouvement du photographe permettra de décaler ces séries de courbes vers la gauche et donc pour la même probabilité d'obtenir des photos nettes permettre l'utilisation d'une vitesse de prise de vue plus basse.

Comme il l'a été vu dans le chapitre précédent la dérive statique d'un système IS en fonctionnement est générateur de flou de bougé pour les temps d'exposition long et cela indépendamment de la focale de l'objectif, ce phénomène peut aussi être représenté sous la forme d'une courbe dépendant des performances du module IS



Si l'on additionne les deux effets la courbe obtenue délimite des zones où la stabilisation n'a pas d'effet utile ①, où l'effet est maximal sans flou ②, où l'IS réduit le flou sans l'empêcher ③, où l'effet est atténué par la dérive statique ④, et où dans certains cas l'utilisation de l'IS peut être néfaste ⑤.

Les croquis suivants montrent de manière simplifiée ce comportement pour plusieurs types d'objectif ou conditions de prise de vue, la courbe verte représentant l'utilisation de l'objectif sans IS, la rouge avec IS et l'orange les risques dus à la dérive statique.



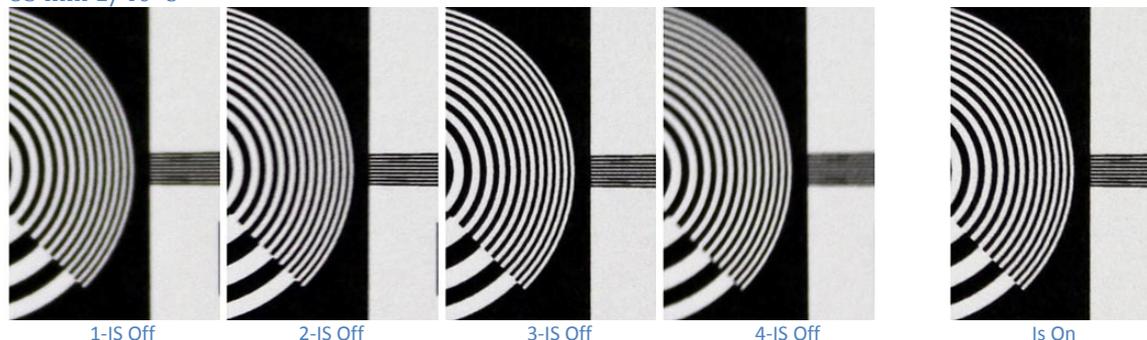
Pour les objectifs de type grand-angle les risques de flou de bougé n'arrivant que pour de faibles vitesses de prise de vue l'influence de la dérive statique va intervenir rapidement et la zone où la stabilisation est vraiment utile sera plus réduite que pour des longues focales. Dans des conditions où les risques de bougé sont faibles (ultra grand-angle, utilisation sur pied) il sera même possible que l'influence de la dérive statique intervienne avant d'arriver au seuil de vitesse déterminé par ces conditions, la mise en service de l'IS aura donc un effet néfaste. C'est une des raisons pour lequel la stabilisation est une option apparue que récemment sur les objectifs grand-angle avec l'amélioration de la précision des capteurs et des méthodes de calcul ... les contraintes marketing n'y sont pas étrangères non plus sans doute.

### De manière plus pratique

Les séries d'images qui suivent montrent le comportement et l'efficacité de la stabilisation lors de prises de vues effectuées à main levée avec un 70-200/2.8 IS II.

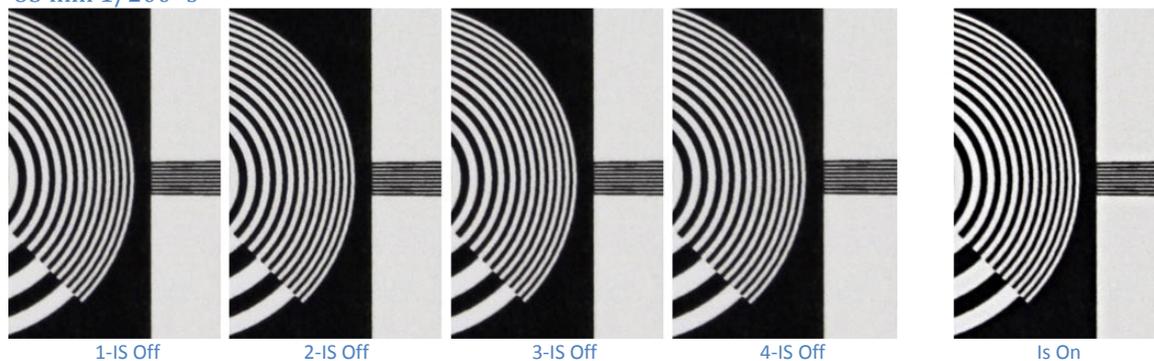
Le jeu de photo réalisé a une focale de 85mm au 1/40<sup>e</sup> montre sur les quatre premiers recadrages une dispersion de la netteté due aux flous de bougé, si l'IS de manière statistique (les autres photos "Is On" n'ont pas été incluses dans le montage) améliore les choses de manière statistique le gain n'est pas exceptionnel par rapport a la meilleure photo prise sans (une visualisation a 100% montre des différences plus importantes que sur cette réduction).

#### 85 mm 1/40<sup>e</sup> s



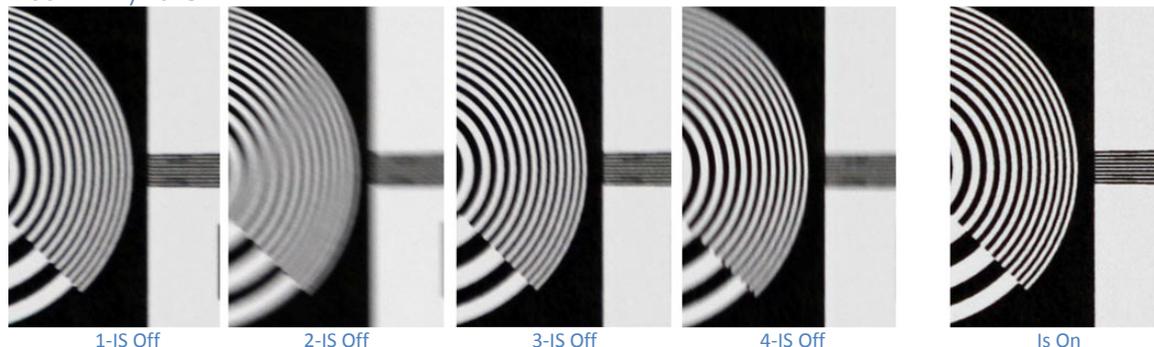
Une série d'essai dans les mêmes conditions mais a une vitesse de 1/200<sup>e</sup> ne montre plus de différences significatives entre les photos prises Is inactif et actif.

#### 85 mm 1/200<sup>e</sup> s



De manière logique et si vous avez lu les chapitres précédents l'utilisation d'une focale supérieure va aggraver les risques de bougé et augmenter l'amplitude du flou sur les images effectuées sans stabilisation, une vitesse de prise de vue inférieure a 85mm aurait eu des effets similaires. Si la stabilisation améliore nettement les choses, elle n'est pas parfaite, sur une série de 5 images quelques différences étaient visibles (y compris sous réserves que l'autofocus pouvait aussi en être la cause).

#### 200 mm 1/40<sup>e</sup> s



En conclusion la stabilisation va améliorer les chances d'obtenir une photo nette, plus la vitesse sera basse et la focale importante plus l'effet sera élevé. Pour des vitesses de prise de vue supérieures a  $\frac{1}{focale}$  en FF ou a  $\frac{1}{2 \times focale}$  en Aps-c son effet sera négligeable (sauf vieillard cacochyme évidemment).

Si les trépieds et les monopodes permettent de supporter du matériel photo leur effet n'est pas du tout identique. En se reportant au premier chapitre de ce document un trépied et sa rotule permettent d'immobiliser un boîtier et son objectif sur les 6 axes de liberté, un monopode n'agira que sur l'axe vertical  $T_z$ , conjuguera  $T_x$  et  $T_y$  à  $R_y$  et  $R_x$ , et n'aura aucun effet sur  $R_z$ . Si un monopode avec un ensemble lourd ( $> 3g$ ) permet effectivement de gagner en stabilité sur certains axes il favorise aussi souvent sauf appui complémentaire des mouvements de bascule en avant et sur les cotés par rapport à une tenue correcte du matériel seul, son principal avantage réside dans le gain en fatigue occasionné par le portage.

Dans le cas d'un ensemble trépied rotule idéal le matériel sera considéré comme immobile, la stabilisation n'aura aucun mouvement à corriger et la dérive statique (encore elle) va donc occasionner des mouvements erratiques de l'image sur le capteur néfastes à la prise de vue.

Les modules IS à partir du 300/2.8 IS VI en 1999 ont été dotés d'une fonction détectant l'utilisation sur pied par l'intermédiaire de leurs capteurs gyroscopique qui alors désactive leur correction à l'instar du mode 2 mais sur les deux axes. La lentille mobile est alors centrée lentement sur sa position centrale à l'aide des ses capteurs de positionnement sans interventions des capteurs gyroscopiques. Ceci est par exemple visible sur la vidéo suivante :



[http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon\\_Derive%20statique.mp4](http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon_Derive%20statique.mp4)

Malgré tout cette détection de l'utilisation d'un trépied ne va intervenir qu'après l'activation du bloc stabilisation et le déverrouillage de la lentille mobile, comme il l'a été vu précédemment ceci élimine les possibilités de déclenchement immédiat un délai de 0.5 à 1 seconde étant nécessaire pour que la lentille mobile se centre et se stabilise. Les dernières générations d'ensemble IS incluses dans le super téléobjectifs VII corrigent ce défaut, l'objectif effectue une détection permanente de l'utilisation d'un pied, lors de l'action sur le déclencheur le bloc IS n'est pas activé, la lentille mobile n'est pas déverrouillée comme si l'interrupteur IS était positionné sur Off.

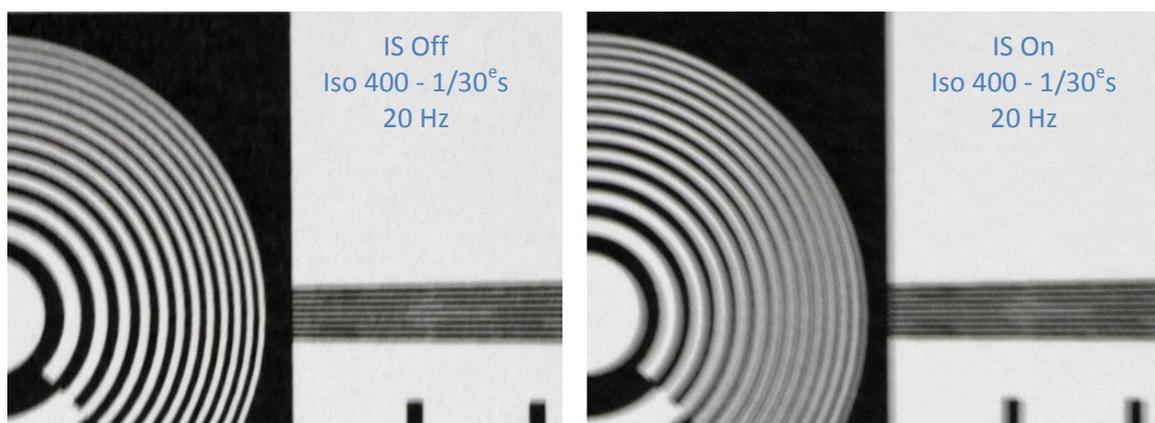
Mes propos précédents supposaient que le trépied était parfait et verrouillé sur les 6 axes. Ceci n'est pas forcément exact, y compris avec un pied et une rotule de qualité les points de flexion sont légion, ne serait ce que le collier de pied. Le 300/2.8 utilisé dans ce document monté avec un doubleur est par exemple affligé de mouvements visibles lors d'une mise au point manuelle en mode liveview avec zoom x10, l'activation de la stabilisation permet d'aider fortement les choses. De même les vibrations dues à la montée du miroir peuvent être amorties dans certains cas, la photo réalisée au 1/15<sup>e</sup> page 11 en est un exemple. La rotule peut très bien ne pas être verrouillée sur tout ses axes comme une pendulaire, la aussi l'utilisation de la stabilisation peut être un plus. Il sera donc nécessaire de bien connaître ses paramètres avant de juger si la stabilisation apporte un gain ou est néfaste quand un trépied est utilisé, le phénomène le plus gênant restant le temps d'activation et d'initialisation de l'IS.

Il sera donc conseillé de désactiver la stabilisation hormis quelques cas particuliers lors de l'utilisation d'un trépied en point fixe et de la laisser activée si un monopode est utilisé.

## Vibrations

Pour réaliser ce test un vibreur agissant dans le sens vertical a été monté à l'extrémité du pare-soleil de l'objectif (300/2.8 x2) lui imprimant des vibrations grâce a la flexion du collier de pied.

Lors d'une prise de vue le vibreur fonctionnant a une fréquence d'environ 20 Hz la photo de gauche montre bien les effets de ces vibrations par l'apparition d'image fantôme dans le sens vertical uniquement. L'activation de la stabilisation sur l'image de gauche montre une très faible atténuation de l'effet de ces vibrations dans le sens vertical (visible sur l'image originale) mais l'apparition d'un fort flou de bougé dans le sens horizontal du a une erreur d'interprétation de la régulation de l'IS.

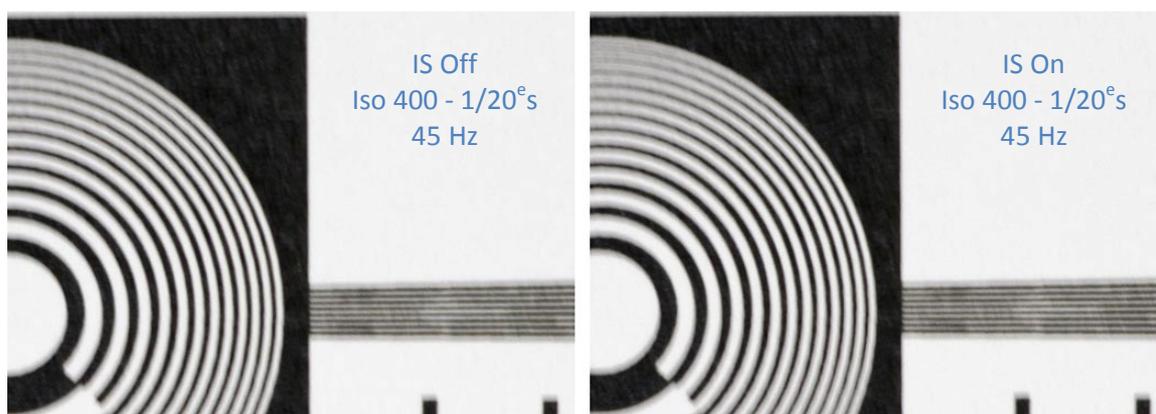


La vidéo suivante montre l'effet de résonance du système IS provoqué par des vibrations à basse fréquence (Toujours a 20Hz environ), l'interrupteur de la stabilisation est activé à mi-vidéo environ.



[http://jp79dsfr.free.fr/\\_Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon\\_Vibrations%2020Hz.mp4](http://jp79dsfr.free.fr/_Docs%20et%20infos/Videos/Is%20Canon_Vibrations%2020Hz.mp4)

En augmentant la fréquence des vibrations a une valeur supérieure (env. 50Hz) l'effet de cette résonance s'atténue, le signal en provenance des capteurs gyroscopiques est totalement filtré la stabilisation n'a plus d'influence notable, ni en bien, ni en mal.



Attention donc a l'utilisation de la stabilisation dans un environnement propice aux vibrations (voiture, avion), en fonction de la fréquence de celles-ci l'effet peut être contraire au but recherché.

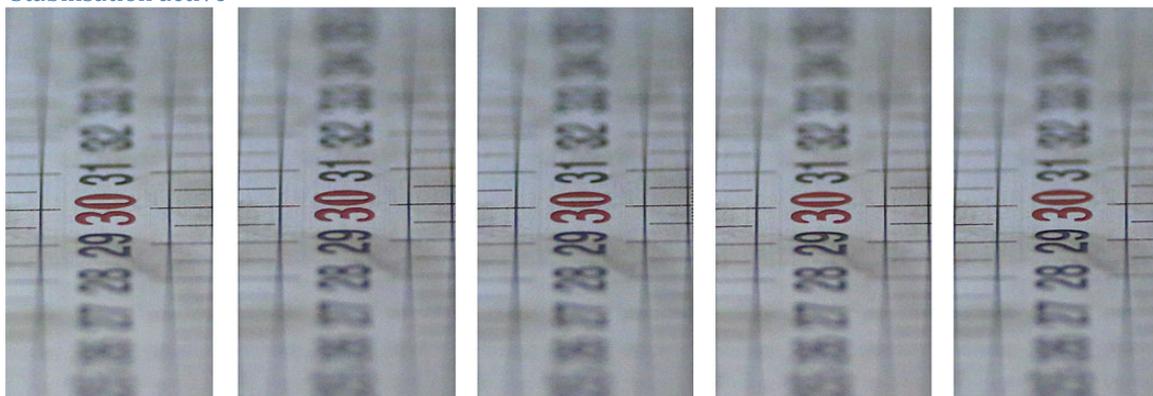
Il a été vu que si la vitesse d'exposition est supérieure à la vitesse de sécurité calculée en fonction de la focale et de la densité du capteur la stabilisation ne sert à rien et peut être désactivée. Ce type de situation arrive souvent en sport ou le flou du aux mouvements du sujet ne pouvant être compensable par un IS impose l'utilisation de hautes vitesse de prise de vue.

Ceci est parfaitement exact, mais le système de stabilisation Canon étant situé dans l'objectif et n'agissant pas au niveau du capteur agit aussi sur la visée et surtout sur le système autofocus. Les capteurs AF de ce dernier analysent eux aussi l'image en provenance de l'objectif, si en mode one shoot en conditions faciles un léger déplacement de l'image analysée n'a que peu d'importance ce n'est pas le cas dans plusieurs situations quand de longues focales sont utilisées.

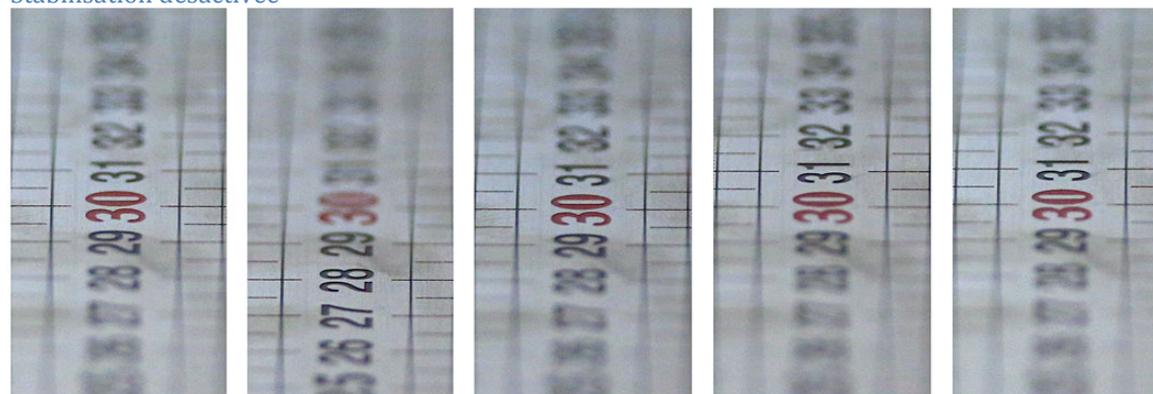
- En rafale haute vitesse : Le système AF ne dispose que de quelques ms pour faire le point, une image non stable peut faire perdre du temps et provoquer une image floue dans la rafale.
- En Ai-Servo : Une image instable dans le viseur peut être interprétée par les capteurs autofocus comme un sujet en mouvement et être propice à des erreurs de mise au point.
- Dans un environnement difficile ou avec une faible profondeur de champ : La mise au point sur la grive perdue dans un taillis ou celle exactement centrée sur l'œil de la gentille demoiselle peut être rendue plus difficile ou être décalée au déclenchement par un mouvement involontaire de l'objectif, et cela indépendamment de la vitesse de prise de vue.

L'exemple suivant a été réalisé avec un 600mm et un 5D mark III tenus à main levée, AF en Aiservo réactivité réglée au maximum, collimateur central spot, rafale de 5 images consécutives. L'effet de la stabilisation est sans équivoque avec une image dont l'autofocus a bien fait le point mais pas à l'endroit choisi sur l'ensemble des photos de la rafale.

Stabilisation active



Stabilisation désactivée



La stabilisation peut donc avoir un effet bénéfique y compris pour les hautes vitesses d'exposition en agissant sur la stabilité de l'image arrivant sur le capteur autofocus, un confort de la visée pourra aussi être apprécié en évitant de croire sur le pont d'un bateau un jour de gros temps. Ceci sera surtout vrai lors de l'emploi de longues focales, et en macrophotographie ou de faibles déviations provoquent des mouvements importants de l'image dans le viseur.

## Bruit

---

Il est tout à fait normal que le module IS génère un peu de bruit par le mouvement de la came de verrouillage de la lentille mobile, ou dynamiquement via la résonance des bobines des acteurs. Ce bruit peut être plus ou moins marqué selon le type et la génération du module IS, les modules bas de gamme sans système de verrouillage seront généralement plus silencieux aussi bien par l'absence de ce mécanisme que par l'utilisation de lentilles de faibles dimensions.

A titre d'exemple le fichier suivant contient un enregistrement du bruit du déverrouillage, du fonctionnement, et du verrouillage pour les objectifs suivants : EF 300/2.8 L Is vI, EF 100 macro L Is, EF 70- 200/2.8 L Is vII.

<http://jp79dsfr.free.fr/ Docs%20et%20infos/Photos Test/Is%20Canon Bruit.mp3>

Si le bruit généré par le module du 300/2.8 est nettement plus important cela s'explique autant par les dimensions et le poids supérieur de son groupe de lentille flottant que par la génération de la technologie employée et en particulier la vitesse de régulation, l'IS du 100-400 de la même époque génère un bruit similaire quoique moins important. Le 70-200/2.8 en dehors de ses séquences de verrouillage est particulièrement silencieux sur le fichier exemple, cela est du aussi à la méthode de prise de vue l'objectif étant posé avec le micro directement placé sur lui, pendant les périodes de mouvement de l'objectif le bruit de la régulation est nettement plus audible sans que cela atteigne le niveau du 300. Je n'ai pas d'explication pour le Tic Tic produit par le 100 macro.

## Consommation et Autonomie

---

La stabilisation que ce soit par le moteur de verrouillage ou par le fonctionnement de ses acteurs va consommer une certaine quantité d'énergie. Il sera très difficile de quantifier l'effet qu'aura la stabilisation sur l'autonomie des batteries, le nombre déclenchement, la durée de fonctionnement et de suivi, le mode autofocus choisi seront des paramètres qui influenceront sur cette différence. Personnellement utilisant beaucoup la stabilisation, et réalisant beaucoup de suivis en AiServo par expérience j'estime que l'IS participe peut être pour 10% de la consommation totale du boîtier. Son influence est certainement largement inférieure à la durée d'affichage des photos sur le LCD du boîtier programmée par défaut.

A titre indicatif le tableau suivant donne la consommation instantanée d'un boîtier 40D à divers moments de son fonctionnement, la durée pendant lequel ce courant est consommé sera bien sur primordiale pour le calcul de l'énergie consommée dans la batterie.

Module Is 100-400	30 a 50 mA
Moteur autofocus 100-400	200 mA
Boîtier actif (Action sur premier niveau déclencheur)	120 mA
Boîtier pendant prise de vue	450 mA
Boîtier enregistrement sur carte (env 2s)	250 mA
Boîtier Afficheur LCD à luminosité maximum	+100 mA

## Pannes et durée de vie

Sujet délicat, Ah la "pièce d'usure" du 100-400 chère a certaines revues et rumeurs du net. Il est très difficile de faire la part des choses entre les faits réels et les racontars de l'homme qui a vu l'homme qui a vu l'IS qui a connu le SAV.

## Fiabilité

Canon ne communiquant pas sur le taux de panne ou durée de vie des ses produits (pas folle la guêpe vu le nombre de personnes qui se font piquer) donner un avis avec certitude me parait risqué, surtout généralisé a un ensemble d'objectifs. Personnellement mon avis serait de dire que la stabilisation est une pièce qui s'use et non pas une pièce d'usure ..... A l'instar du moteur autofocus, des galets de rampe de zoom, des nappes de diaphragme et autres joyeusetés. Bref pas de quoi en faire un fromage et de se priver de ses possibilités par crainte d'une panne.

LensRentals qui est une importante société de location de matériel photographique aux états unis dispose d'un service de maintenance intégré et édite quelques statistiques annuelles permettant de se faire un avis sur le type de défaillances arrivant sur les matériels optiques dotés d'un stabilisateur.

Le tableau suivant reprend leurs données pour les années 2012-2013 concernant les objectifs dotés de stabilisateur. Pour chaque modèle est donné grossièrement le nombre d'interventions et leur type, si le nombre de pannes ne veut rien dire concernant la fiabilité des matériels la distribution statistique des type de pannes donne une bonne indication pour le sujet qui nous préoccupe.

	Stab.	Optics	Meca	AF	Elec
Tamron 17-50 f/2.8 VC	1	4	6		
Tamron 24-70 f/2.8 VC	2	2	4		
Sigma 70-200/2.8 Os	2	1		3	
Sigma 50-500 Os	3	3	3	3	
Sigma 120-300 f/2.8 Os	2			3	
Nikon 70-200 f/2.8 vr II		3	17		2
Canon 70-200 f/2.8 Is II	7	29	13		
Canon 70-200 f/4 Is		5		2	
Total	17	47	43	11	2

Il est possible de constater que les pannes concernant la stabilisation ne sont pas plus importantes sinon moins que celles concernant un blocage mécanique des rampes de zoom ou d'AF, ruptures de galets, de nappe diaphragme ou de moteur autofocus. **Attention, ce propos ne veut pas dire non plus que les modules IS ne sont pas soumis à des risques de pannes, mais que leur présence participe de manière proportionnelle à l'entropie du matériel au même titre que les autres éléments.** Si vous voulez un objectif ayant peu de risques de pannes prenez une focale fixe a diaphragme et autofocus manuel et laissez la dans la boite.

Le grand livre des légendes urbaines veut que certains objectifs soient affublés d'une réputation de fragilité de leurs modules IS, il n'y a pas de fumée sans feu certes mais parfois il faut se poser la question si le 100-400 a une réputation si terrible pourquoi le 300/4 fixe doté d'un module IS de conception similaire ne pose pas de soucis. Si le 120-300 Os vl qui n'est pas un modèle de fiabilité a sans doute a vu celle-ci augmenter de manière considérable avec la sortie du VII alors que les référence de pièces interne n'ont pas changé ? (Bon, il peut y avoir d'autres explications). Ce n'est pas pour défendre absolument cette technologie mais le traitement médiatique surtout dans les débuts de sa commercialisation est sans doute pour beaucoup dans la réputation de fragilité de ce système ..... et l'on trouvera toujours facilement quelqu'un avec une facture SAV pour me contredire ;>)

## Types de défaillance et usure

---

Il ne faut pas non plus se voiler la face, le module IS est un ensemble mécanique et comme tel est soumis à des risques de casse. En se référant à l'analyse technique de la seconde partie de ce document deux ensembles sont à considérer :

- Le système de verrouillage de la lentille mobile : Sans doute le plus gros problème, la came de verrouillage en forme d'anneau vu sa finesse peut se rompre sous le poids parfois important de certaines lentilles mobiles soumises à une forte décélération lors d'un choc. Ce système va aussi connaître une usure à chaque activation de l'IS, quoique sa conception est exactement semblable à la motorisation des diaphragmes activés à chaque photo et ne trainant pas la réputation de fragilité de l'IS.
- Les actuateurs de la lentille mobile : Il est certain que les guides mécaniques de la lentille mobile vont connaître une certaine usure proportionnelle au temps d'activation de l'IS, mais comparé à la course de fonctionnement du système autofocus cela ne va pas poser problème. Les bobines d'actuateur de la même manière sont à comparer à celles de déplacement des têtes d'un disque dur et ne vont pas fatiguer. Le principal risque réside dans les nappes souples de liaison, risque fortement accru par une mauvaise manipulation provoquant un non verrouillage de la lentille mobile, la course du mouvement de celle-ci dépassant les limites normales va solliciter fortement ces nappes pouvant alors provoquer une rupture des pistes souples en cuivre.

## Diagnostic et Test d'un ensemble IS

---

Toujours en gardant le principe des deux ensembles précédents les symptômes de leur défaillance vont se présenter différemment.

- La position de la came de verrouillage étant surveillée par des capteurs un mauvais fonctionnement sera généralement sanctionné par une erreur 99, tout mouvement ou bruit insolite provenant de la lentille mobile sera signe de la rupture probable de cette came.
- Un problème de capteur gyroscopique ou une rupture des nappes interne se traduira la plupart du temps par des mouvements importants (fixes ou aléatoires) sur un axe de l'image dans le viseur.
- Beaucoup plus courant et pas forcément critique un défaut de réglage des capteurs de positionnement de la lentille mobile va provoquer une différence entre le centrage électrique effectué par les actuateurs et le centrage mécanique de la came de verrouillage se qui se traduira par un petit saut de l'image dans le viseur à l'activation de l'IS.

## Test de fonctionnement

Il est beaucoup plus facile de vérifier le fonctionnement et l'efficacité d'un module IS avec un téléobjectif qu'avec un grand angle, si pour le premier l'effet de la stabilisation doit être clairement détectable dans le viseur, les seconds pourront nécessiter la comparaison de deux prises de vue.

Donc placer dans le cas d'un zoom celui-ci à sa focale maximale, suite à une action sur le premier niveau de déclencheur le mécanisme de déverrouillage doit se faire entendre (sauf objectifs bas de gamme qui en sont dépourvus), la régulation et le mouvement de la lentille mobile doivent aussi provoquer un faible grésillement modifié par de légers mouvements de l'objectif. Dans le viseur en regardant un point fixe la différence entre le boîtier au repos et IS actif doit être visible.

Dans de rares cas la défaillance du module IS se traduit plus ou moins aléatoirement par une perte de piqué des photos, dans ce cas laisser comparer des séries de prise de vue effectuées à une vitesse supérieure à celle de sécurité bouton marche IS sur On et Off.

Comme pour la majorité des interventions sur une optique ce ne sont pas les pièces qui coutent cher mais la main d'œuvre associée à leur remplacement. A titre indicatif un module Is de 17-85 coute dans les 80€, celui d'un 70-200/2.8 II : 120€, un 100-400 : 140€, le plus cher que j'ai pu trouver est celui d'un 600/4 a 350€ (négligeable vu le prix de l'objectif). Une ou deux heures étant nécessaire pour le remplacement de ce module la facture totale atteint rapidement un montant de 250 a 350€.

Les modules IS possédant des lentilles leur remplacement nécessite un réglage optique complet de l'objectif ce qui par l'obligation de posséder les bancs de réglage adéquat limite une intervention DIY a domicile. Certaines interventions comme la réparation d'une came de verrouillage a grand renfort de colle pourront en respectant les précautions de démontage et repérage de base pourront néanmoins être réalisées sur du matériel ne valant pas un passage en SAV. Les pannes étant rarement bloquantes la désactivation de la stabilisation interrupteur Is sur Off il sera souvent plus profitable en utilisant l'objectif tel quel que de tenter un démontage olé olé et de se retrouver avec un cul de bouteille (hips).

Pour les mêmes raisons il sera conseillé avant tout envoi en SAV de relever le piqué et la définition maximale offerte par l'objectif en manuel sur une mire, puis au retour de vérifier que l'opération de réparation en atelier n'a pas dégradé cette qualité.

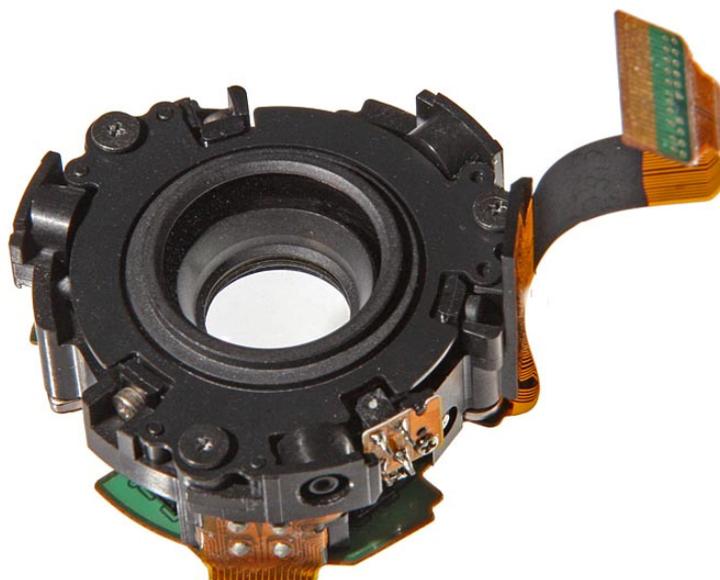
# Solutions Technologiques

## Ensemble stabilisateur standard génération I et II

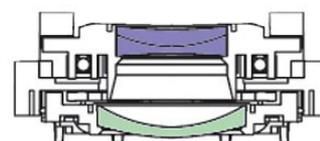
Si le modèle étudié provient d'un Efs 17-85/4.5-5.6 le principe de fonctionnement se retrouve sur beaucoup d'optiques dotées de modules IS de première et seconde génération permettant des gains de 2 à 3 IL. Par exemple on retrouvera des éléments comparables sur le 300/4 L, le 100-400L et le 70-200/4 et /2.8 vI, les 300 à 600 fixe, etc.

Les optiques plus récentes avec stabilisateur de troisième génération ayant un gain de 4 IL comme le 200/2 ou le 70-200/2.8 vII, ou même les versions dites hybride comme le 100/2.8 macro doivent certainement garder un fonctionnement similaire, les différences portant sur l'utilisation de capteurs gyroscopiques bénéficiant de performances accrues et apparemment l'utilisation de lentilles plus légères et de systèmes de guidage différents.

## Bloc mécanique



Le module IS se présente sous la forme d'un bloc fixé par trois galets équidistants sur la rampe comprenant une lentille fixe divergente (verte), la lentille mobile composée d'un doublet (violette), ses actuateurs et leur électronique de puissance. Les capteurs gyroscopiques sont fixés indépendamment à un autre endroit de l'optique.



## Lentille fixe

La lentille fixe maintenue par une petite plaque métallique permet le réglage optique de l'ensemble grâce à trois guides excentriques engagés dans des mortaises du corps.

Lors d'un démontage il sera bien sur indispensable de ne pas toucher a ces vis excentriques ni intervertir la position de la lentille une symétrie a 120° étant présente.



## Système de verrouillage lentille mobile

La dépose de la lentille fixe permet l'accès au système d'immobilisation en position repos de la lentille mobile. Optique non alimentée les mouvements de ce groupe mobile étant totalement libre et non amorti ce système est indispensable pour éviter tout bruit et surtout sa détérioration par l'application de contraintes importantes sur les nappes de liaison électrique lors de la manipulation de l'objectif.

C'est pourquoi la notice de ces optiques stabilisé préconise de ne jamais déconnecter l'objectif ou de retirer la batterie du boîtier IS en fonctionnement ce système ce système ne pouvant alors s'activer. Si cette erreur a été commise et que l'on entend un bruit d'éléments en mouvement important dans l'optique il faudra replacer celle-ci sur un boîtier sous tension au plus tôt pour mettre en place le verrouillage.



Ce système est réalisé avec une came circulaire (en rouge) venant immobiliser quatre bossages présents sur la lentille mobile (en bleu).

La commande de cette came est assurée par un petit moteur pas à pas a pas, le contrôle de sa position en position verrouillé étant réalisé par l'intermédiaire d'un capteur optique fourche. Le déverrouillage de la lentille mobile commençant à intervenir au bout de quelques pas le temps de réponse de l'ensemble est très court, certainement largement inférieur a 100ms.

## Détail bossage d'immobilisation lentille mobile



Position travail déverrouillé



Position repos verrouillé

## Actuateurs lentille mobile

La lentille mobile est déplacée par deux moteurs linéaires agissant sur deux axes perpendiculaires. Chaque moteur est constitué d'une bobine solidaire de la partie mobile, d'une paire d'aimant néodyme de forte puissance et d'une culasse métallique commune fermant le champ magnétique. Ces aimants situés sous les bobines plates voient leur axe magnétique confondu avec celui du déplacement. L'utilisation d'un couple d'aimants permet d'obtenir un champ magnétique plus uniforme dans la zone de travail des bobines

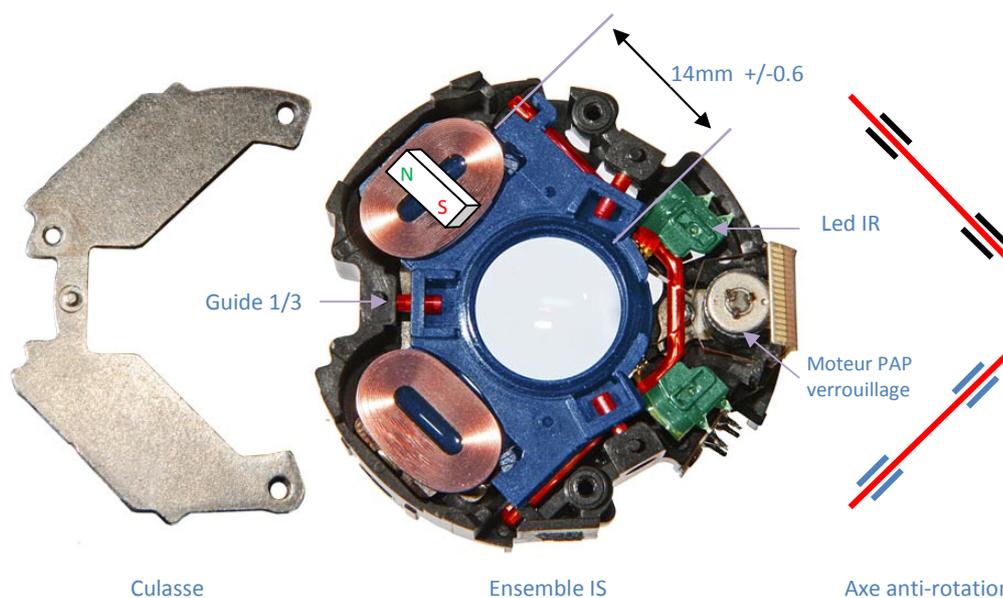


L'ensemble mobile (en bleu) comprend outre les bobines de l'actuateur deux Leds infrarouge (en vert) permettant la mesure de son positionnement. Le circuit imprimé situé au dessus reçoit les deux capteurs optiques de positionnement linéaire.

L'alimentation de ces Leds et des deux bobines est réalisé par l'intermédiaire de deux nappes en circuit imprimé souple pliées en forme de V.

Le guidage sur un plan horizontal est réalisé par trois guides en stub de 1.5mm de diamètre solidaires du châssis et repartis à 120° (en rouge). Un dernier axe plié à 90° empêche tout mouvement en rotation sur ce plan, pour ce une des branches est guidée en translation sur le châssis, l'autre sur la partie mobile.

L'amplitude maximale du mouvement sur chaque axe est d'environ +/-0.6mm par rapport a sa position centrale.



## Commande électrique

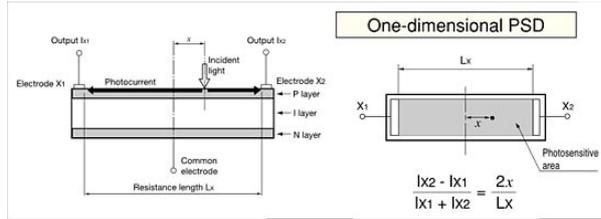
L'intégralité de l'électronique de puissance est intégrée au module IS, seuls le traitement informatique et les alimentations sont situées sur la platine principale. Le schéma du module est constitué de trois blocs principaux :

- **Commande de déverrouillage ensemble mobile** : Le moteur pas à pas est géré par un circuit spécialisé pont en H de type LV8012 Sanyo souvent utilisé par Canon. L'information fournie par le détecteur optique fourche est envoyé directement a la CPU principale.
- **Commande des bobines actuateurs** : Celles-ci utilisent toujours un circuit intégré LV8012 mais ce dernier utilisé en double demi-pont sans freinage. Un des entrées est utilisé en sélection de polarité, l'entrée enable du demi-pont réalisant la modulation de puissance en PWM.
- **Circuit de positionnement** : Le fonctionnement de la mesure est basé sur une Led infra rouge collimatée solidaire de la lentille mobile agissant sur un capteur optique linéaire de

référence S4584-05. Celui-ci constitué d'un barreau photosensible délivre deux valeurs différentielles variant en fonction de l'emplacement de son éclaircment.



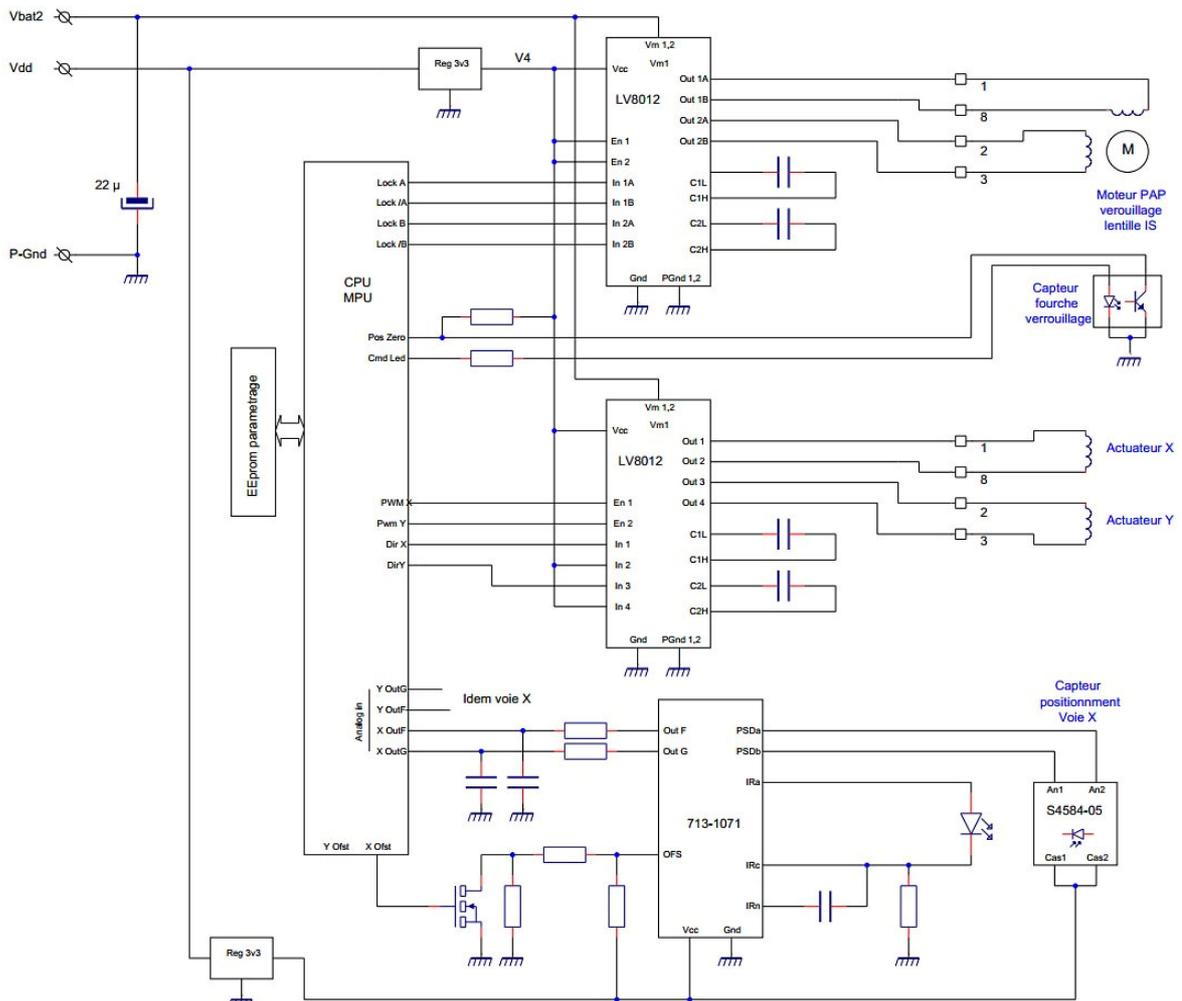
S4584-05



Ce capteur dispose d'une plage de mesure de 3.5mm avec une erreur maximale d'environ 30µm.

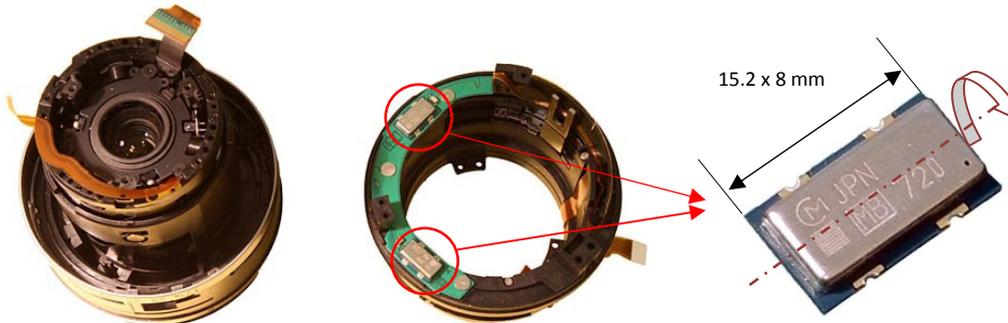
La gestion de ce système est confiée à un circuit spécialisé en boîtier Tsop20 certainement fabriqué spécialement pour Canon, les seuls marquages présents étant 713-1071. Ce circuit envoie les valeurs deux valeurs par l'intermédiaire d'un filtre passe bas sur des entrées analogique de la CPU principale. Un réglage de la valeur de référence de la position repos est certainement réalisée par l'intermédiaire du transistor mos agissant sur un pont diviseur et commandé par la sortie Xofst ou Yofst de la CPU (sortie D/A ?). Chaque voie X et Y est semblable, seule la voie X est représentée sur le schéma suivant.

### Schéma simplifié module IS



## Capteurs Gyroscopiques

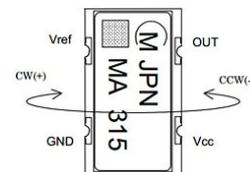
Les deux capteurs gyroscopique angulaires sont situés sur le corps du module USM a environ la mi-longueur de l'objectif. Ces capteurs de référence ENC-03A et B en packaging SMD sont soudés sur un petit circuit imprimé relié par nappe souple a la platine principale. Leur positionnement en bas et à droite de l'optique permet de mesure les mouvements de basculement verticaux et latéraux de l'objectif.



Ces capteurs délivrent sur leur borne de sortie une tension oscillant autour d'une valeur de référence (disponible sur une autre borne) en fonction des accélérations angulaires mesurées.

Leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

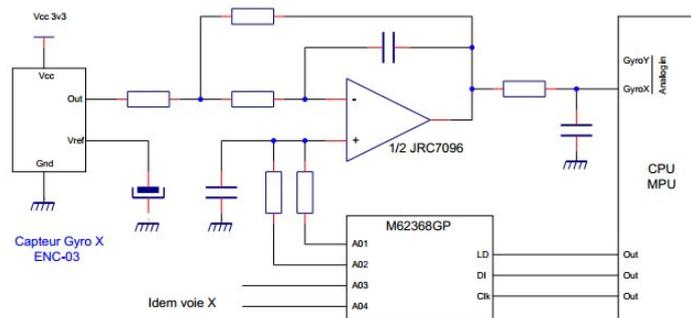
- Vcc : 2.7 to 5.5v (5mA max)
- Vitesse angulaire max : +/- 300°/s
- Tension sortie statique : 1.35v (Vref)
- Variation tension de sortie : 0.67 mv/°/s
- Linéarité : +/- 5%
- Temps de réponse max : 50Hz



Les variations de tension étant extrêmement faible une amplification est réalisée par un ampli opérationnel rail to rail (JRC7096 ou NJU7096) lequel assure en outre une fonction de filtre passe bande. Les fréquences de coupure selon un document Canon seraient de l'ordre de 0.5 et 20Hz.

La valeur de Vref ( $v^{\circ}=0$ ) pouvant varier suivant la dispersion des caractéristiques des capteurs l'étalonnage du zéro accélération est réalisé par l'intermédiaire d'un convertisseur digital analogique, deux voies sont utilisées certainement pour augmenter la précision du réglage. La tension de sortie de l'ampli op est envoyée sur une entrée du convertisseur A/D du processeur principal pour utilisation par l'algorithme de stabilisation.

### Schéma simplifié capteurs gyroscopiques (Une voie)



### Réglages

---

Pour pallier la dispersion de fabrication des différents éléments plusieurs valeurs de paramétrage établies en usine ou en SAV sont mémorisées dans la mémoire flash de l'optique. Ces valeurs seront à ajuster impérativement lors du remplacement de la carte mère, du module IS ou des capteurs gyroscopiques. Quatre valeurs sont citées dans la documentation Canon :

- Référence zero capteurs gyroscopiques : Ce paramètre en agissant sur le convertisseur D/A de l'ampli op des capteurs sera réglé en fonction de la valeur Vref de chaque capteur pour obtenir une dérive nulle.
- IS sensitivity : Réglage du gain global de l'ensemble dépendant de l'efficacité des actuateurs entre autre.
- Center value mecanical et Lock compensation input : Réglages de la position de la lentille mobile sur l'axe optique de l'objectif, dépend des capteurs de positionnement optiques.

### Problèmes et pannes

---

Le module stabilisateur n'est pas plus sujet a panne que tout autre ensemble de l'objectif, les problèmes peuvent arriver par casse naturelle d'un composant ou sans doute plus souvent suite a un choc. Plusieurs symptômes peuvent se produire en fonction de l'élément défaillant.

- Mouvement marqué dans le viseur lors de l'activation de l'IS : Problème de mauvais réglage des détecteurs optique de positionnement. Une reprise des réglages en Sav peut améliorer les choses, si le décalage n'est pas trop important ce n'est pas forcément critique.
- Mouvement violent d'un coté : Mauvaise commande d'une bobine d'actuateur suite a la casse du pont, rupture des nappes de liaison ou problème de détecteur de positionnement. Le remplacement du module sera sans doute la seule solution.
- Erreur 01 ou 99 a l'activation de l'IS : Peut être du a un problème du système de verrouillage en position repos. La rupture de la came en forme d'anneau peut arriver suite à un choc, le 70-200/4 serait particulièrement soumis a ce problème ce qui est très plausible en visualisant des photos de cette came d'épaisseur relativement faible. Cette came peut être réparée avec un fil de corde à piano collé à l'Araldite sur la partie ne frottant pas sur le corps.

En raison des nombreux réglages présent sur le système Is il me parait peu probable qu'un remplacement d'un module IS ou d'un capteur Gyroscopique par une pièce de rechange sans reprise de ces réglages soit une solution viable

## Ensemble stabilisateur bas de gamme ( EFs 18-55, Efs 55-250 ....)

---

Ces modules IS se trouvent généralement dans les optiques grand public de la gamme, si leur principe de fonctionnement reste identique au modèle précédent leur conception est nettement simplifiée avec une durée de vie et des performances en retrait.

### Bloc mécanique

---

Le module stabilisateurs est monté à l'avant du barillet optique et tenu par trois galets excentriques participant au réglage général de l'objectif.

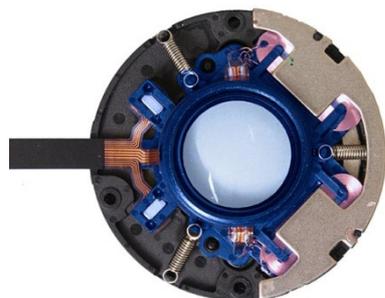
De faible épaisseur il ne comprend que le groupe de lentilles mobile lequel est constitué d'un doublet suivi d'une lentille divergente.

Aucune électronique n'est intégrée au module tout étant déporté sur la carte CPU principale de l'optique. Un capot strié fixé à l'aide d'un adhésif double face permet d'éviter les reflets parasites avec l'ensemble frontal.



### Système de centrage

---



La principale différence avec les modules IS utilisés dans les optiques haut de gamme se situe à ce niveau. L'ensemble mobile (en bleu) est auto centré par trois ressorts placés symétriquement à 120°. Si cette solution en évitant l'emploi du système de verrouillage et d'un contrôle de positionnement absolu de grande précision permet des économies de fabrication importantes elle aura des influences néfastes sur la réactivité et la linéarité de la régulation des actuateurs.

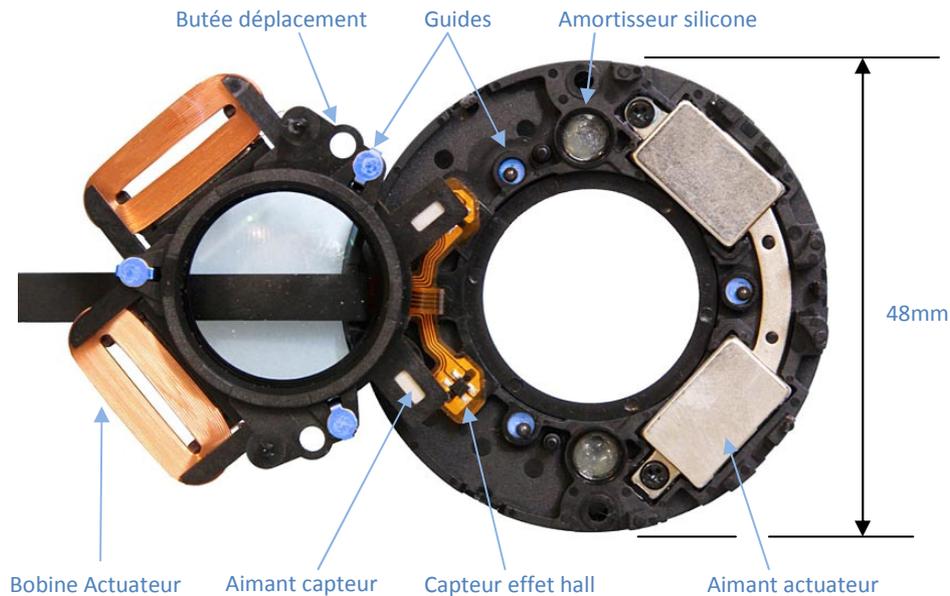
### Actuateurs lentille mobile

---

L'ensemble mobile est déplacé aussi par deux moteurs linéaires similaires à ceux décrits précédemment, le circuit magnétique n'est constitué que d'un seul aimant sans entrefer.

Le guidage sur le plan de mouvement est extrêmement simplifié par l'utilisation de trois portées roulant sur des petites billes en acier d'un diamètre de 1.5mm, les ressorts de centrage plaquant l'ensemble sur le corps du module IS. Deux picots solidaires de la lentille mobile frottent sur deux gouttes de silicone souple formant un amortisseur mécanique. Une limitation du débattement mécanique de la lentille mobile à +/- 0.5mm sur chaque axe est réalisée par un picot solidaire du châssis circulant dans une butée circulaire de l'ensemble mobile.

Le contrôle de positionnement de la lentille mobile est réalisé par deux aimants situés sur celle-ci agissant sur deux capteurs à effet hall fixe, ces deux couples montés à la perpendiculaire l'un de l'autre mesurent les mouvements de chaque moteur linéaire. La précision de la mesure est nettement inférieure à la solution optique précédente et seule une mesure relative peut être réalisée la valeur absolue pouvant être facilement influée par des conditions externes.



## Capteurs gyroscopiques

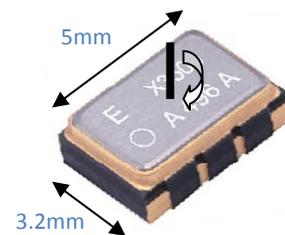
Les capteurs gyroscopiques sont montés à côté de l'ensemble moteur autofocus tout près de la monture. Les deux capteurs soudés sur un petit circuit imprimé souple sont collés sur un support plastique au double-face, un bourrage élastique permet de maintenir leur position.



Ces capteurs fabriqués de référence XV-3500 et fabriqués par Epson sont d'une taille nettement inférieure aux ENC-03 utilisés par les premières générations de modules IS. Leur fonctionnement reste identique avec une tension de sortie évoluant autour d'une valeur de référence selon les accélérations angulaires mesurées. L'axe de mesure est vertical par rapport à leur boîtier.

Leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| ▪ Vcc                         | : 2.7 to 3.3v (2mA max) |
| ▪ Vitesse angulaire max       | : +/- 300°/s            |
| ▪ Tension sortie statique     | : 1.35v (Vref)          |
| ▪ Variation tension de sortie | : 0.67 mv/°/s           |
| ▪ Linéarité                   | : +/- 5%                |
| ▪ Temps de réponse max        | : 200 Hz                |
| ▪ Startup time                | : 240 ms                |
| ▪ Fréquences de résonance     | : A=46.5 , B=50.3 kHz   |



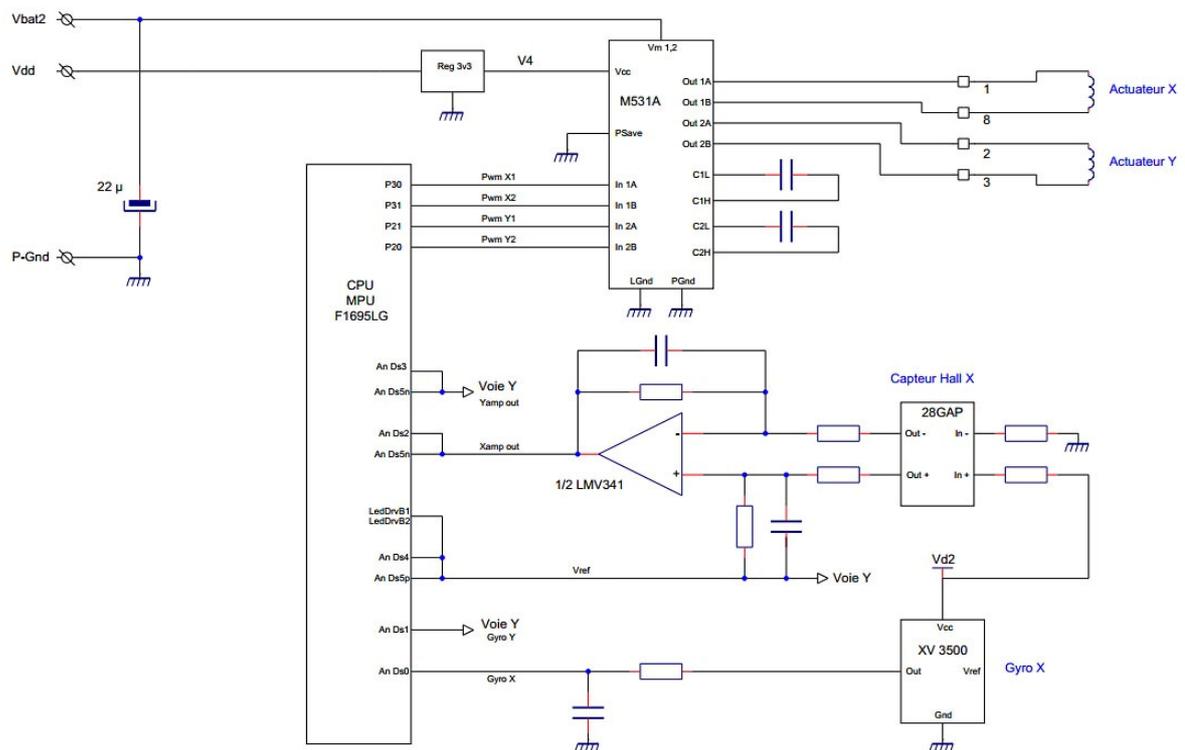
## Commande électrique

Conséquence de la simplification des ensembles mécanique la partie électronique est elle aussi réduite à sa plus simple expression et concentrée sur le circuit imprimé principal.

- Le pilotage des bobines des deux actuateurs est confiée à un driver pont en H au format Plcc 20 broches aux caractéristiques inconnues (datasheet introuvable) lequel est commandé directement par la Cpu principale.

- Les tensions de sortie des deux gyroscopes angulaire sont envoyées directement a des entrées du convertisseur A/D de la même CPU, la résolution de conversion devant être suffisante. Seule une filtration des fréquences haute est réalisée.
- Inversement les sorties du capteur Hall de positionnement de la lentille mobile (certainement de type différentiel) passent par un ampli opérationnel rail to rail effectuant une fonction de filtre passe bas. La tension de sortie est connectée a deux entrées analogique de la CPU (?). La tension statique de référence des deux AOP est elle gérée par des sorties analogique ou digitales en Pwm de la CPU, un réglage de cette consigne est certainement présente dans les paramètres SAV de l'objectif.

### Schéma simplifié ensemble IS



---

## *Révisions document*

---

v0.00	04/03/2015	Ouverture document.
v1.00	22/12/2015	Première diffusion.
v1.01	03/03/2016	Ajout stabilisation capteur Olympus.