

LIVRE BLANC

Obturbateur global et obturbateur progressif

Choix du capteur d'image convenable en surveillance

Juillet 2026

Table des matières

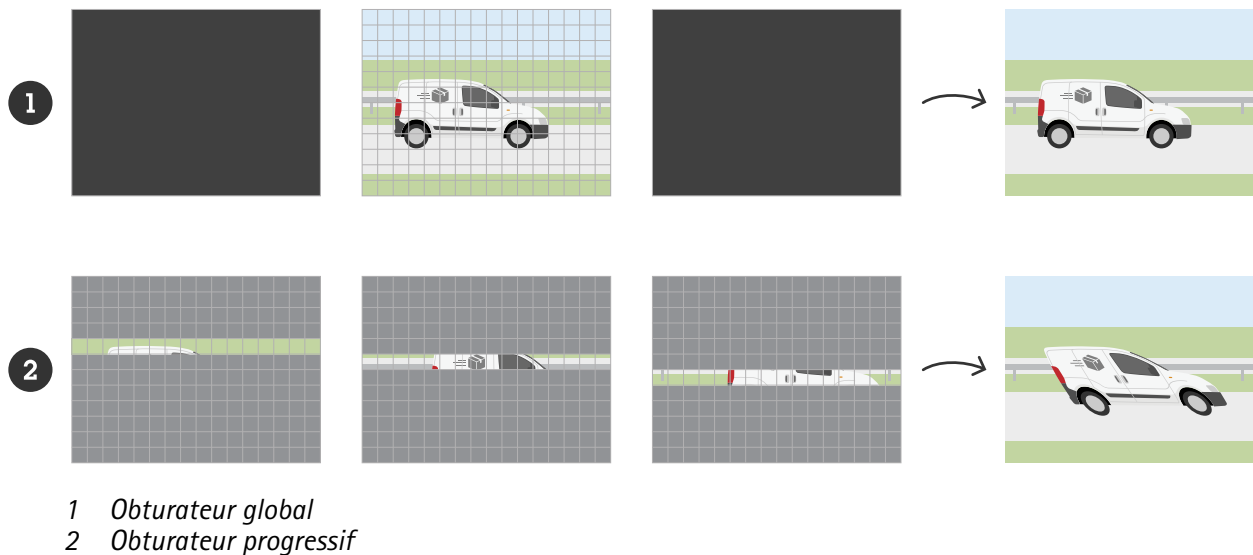
1	Introduction	3
2	Schémas d'exposition pour les capteurs d'image à obturateur progressif et à obturateur global	4
3	Distorsion due aux obturateurs progressifs : dans quels cas est-ce important ?	4
4	Temps d'exposition	6
5	Obturateur global avec éclairage stroboscopique	9
6	Obturateur progressif avec éclairage stroboscopique	10
7	Éclairage stroboscopique dans les installations combinant des capteurs à obturateur global et à obturateur progressif	12
8	Limites des capteurs à obturateur global	12
9	Annexe : scénarios concrets et exemples illustrés	13

1 Introduction

Dans les caméras de sécurité, on utilise généralement des capteurs d'image à obturateur progressif (rolling shutter en anglais). La différence fondamentale entre un capteur à obturateur global et un capteur à obturateur progressif réside dans le mode d'exposition.

Dans le cas d'un capteur à obturateur global (global shutter en anglais), tous les pixels sont exposés simultanément, tandis qu'un capteur à obturateur progressif expose les pixels ligne par ligne, avec un décalage temporel entre les lignes. Ce décalage temporel dans l'exposition ligne par ligne entraîne une distorsion des objets mobiles très rapides, un phénomène appelé effet « store vénitien » (voir l'image ci-dessous). Veuillez noter que dans ce livre blanc, nous faisons la distinction entre le flou de mouvement, dû à la durée d'exposition, et la distorsion des objets, qui résulte du décalage temporel d'exposition d'une ligne à l'autre.

Les capteurs à obturateur global ne font la différence que lorsque le temps d'exposition est court. Les expositions plus longues introduisent un flou de mouvement qui masque efficacement la distorsion inhérente à l'obturbateur progressif ; l'utilisation d'un éclairage pulsé n'apportera qu'une amélioration très marginale. Par conséquent, la première question à se poser est de déterminer si votre application nécessite un temps d'exposition court. Si tel est le cas, une caméra à obturbateur global est probablement le bon choix.



Les capteurs à obturbateur global sont couramment utilisés dans les processus à grande vitesse, tels que la lecture de colis sur des tapis progressifs ou la surveillance de procédés industriels rapides où l'automatisation par vision artificielle exige des images de haute qualité et non déformées.

Les capteurs à obturbateur global trouvent également une deuxième application dans les installations de surveillance routière, où de brefs flashes lumineux très intenses permettent d'obtenir des images très détaillées de véhicules circulant à grande vitesse et même une bonne visibilité de l'intérieur par faible luminosité.

Dans les capteurs à obturbateur global, l'exposition simultanée de tous les pixels permet de synchroniser des flashes lumineux très courts avec le temps d'exposition du capteur, ce qui minimise la consommation électrique globale d'un éclairage de forte intensité. Pour les capteurs à obturbateur progressif, l'émission de brefs flashes lumineux dans les solutions de gestion du trafic entraîne l'apparition de bandes plus claires sur les images aux temps d'exposition courants (1 ms). Dans les installations comptant simultanément des caméras à obturbateur global et à obturbateur progressif, le problème des bandes claires sur l'image de la caméra à obturbateur progressif peut être atténué grâce à la fonction de capture synchronisée d'Axis.

2 Schémas d'exposition pour les capteurs d'image à obturateur progressif et à obturateur global

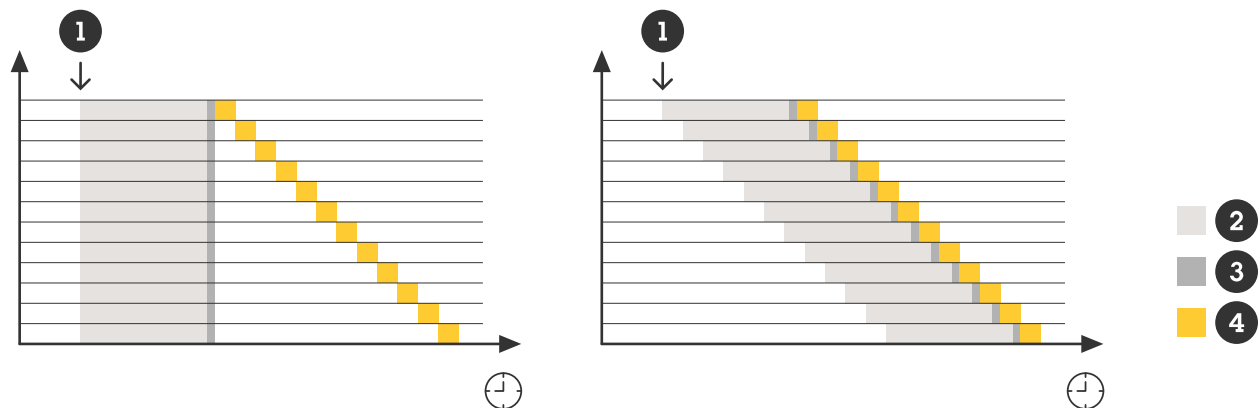


Figure 2.1 1 : Déclenchement, 2 : Exposition, 3 : Transfert des charges, 4 : Lecture. Diagramme d'exposition pour un obturateur global (à gauche) et un obturateur progressif (à droite). Dans les capteurs à obturateur progressif, la lecture ligne par ligne (4) entraîne un décalage de la durée d'exposition (2) entre les lignes. Les capteurs à obturateur global exposent toutes les lignes simultanément. L'exposition, si elle est suivie d'un signal, est transférée vers une mémoire avant la lecture ligne par ligne.

Le rôle du capteur d'image est de convertir la lumière (les photons) en un signal numérique. Cette conversion peut être divisée en trois étapes. Les deux premières étapes sont réalisées dans les pixels. Tout d'abord, les photons sont absorbés et convertis en électrons pendant la durée de l'exposition. L'exposition s'achève par une étape de transfert d'électrons. Deuxièmement, les électrons sont convertis en un signal de tension analogique. À la troisième étape, qui correspond à la phase de lecture des pixels, le signal de tension analogique est converti en signal numérique par un convertisseur analogique-numérique (CAN).

Un capteur d'image se compose généralement de plusieurs millions de pixels, disposés en matrice. Cependant, une conception de capteur courante consiste à utiliser un CAN pour chaque colonne de pixels. Concrètement, les pixels sont lus ligne par ligne.

Dans un capteur à obturateur progressif, en raison de la lecture ligne par ligne des pixels, l'intervalle d'exposition de chaque ligne se décale légèrement dans le temps. Ce décalage dans les intervalles d'exposition de chaque ligne se traduit par une distorsion des objets mobiles rapides dans l'image ; c'est ce qu'on appelle l'effet « store vénitien ».

À l'inverse, un capteur à obturateur global expose tous ses pixels simultanément. L'exposition prend fin lorsque le signal des pixels est transféré vers une mémoire intégrée aux pixels. Cette mémoire peut se trouver soit avant la conversion des électrons en signal analogique (domaine des charges), soit après (domaine des tensions). Le signal enregistré dans la mémoire est ensuite transféré et traité par les CAN, ligne par ligne, comme dans le cas du capteur à obturateur progressif. Comme tous les pixels sont exposés simultanément, le capteur à obturateur global ne déforme pas les objets mobiles rapides.

3 Distorsion due aux obturateurs progressifs : dans quels cas est-ce important ?

L'ampleur de la distorsion due aux obturateurs progressifs visible sur une image dépend du décalage temporel entre l'exposition de chaque ligne du capteur, ainsi que de la vitesse et du sens du mouvement des objets dans l'image.

Le décalage temporel entre les lignes du capteur est déterminé par le temps de lecture des lignes du capteur et le nombre de lignes à lire. Un capteur à haute résolution produit généralement plus de distorsion qu'un capteur à basse résolution.

Si aucun objet en mouvement rapide n'est visible sur l'image, aucune distorsion due à l'effet « store vénitien » ne sera perceptible. Les capteurs à obturateur progressif sont aujourd'hui très rapides et produisent des images sans distorsion dans l'immense majorité des scènes de surveillance. Souvent, la distorsion due à l'objectif, comme la distorsion en barillet, a un impact bien plus marqué que la distorsion due à l'obturateur progressif.

Cependant, dans certains cas, un obturateur progressif entraîne une forte distorsion des images. C'est notamment le cas des objets en rotation rapide, comme les ventilateurs, les hélices ou les moteurs.

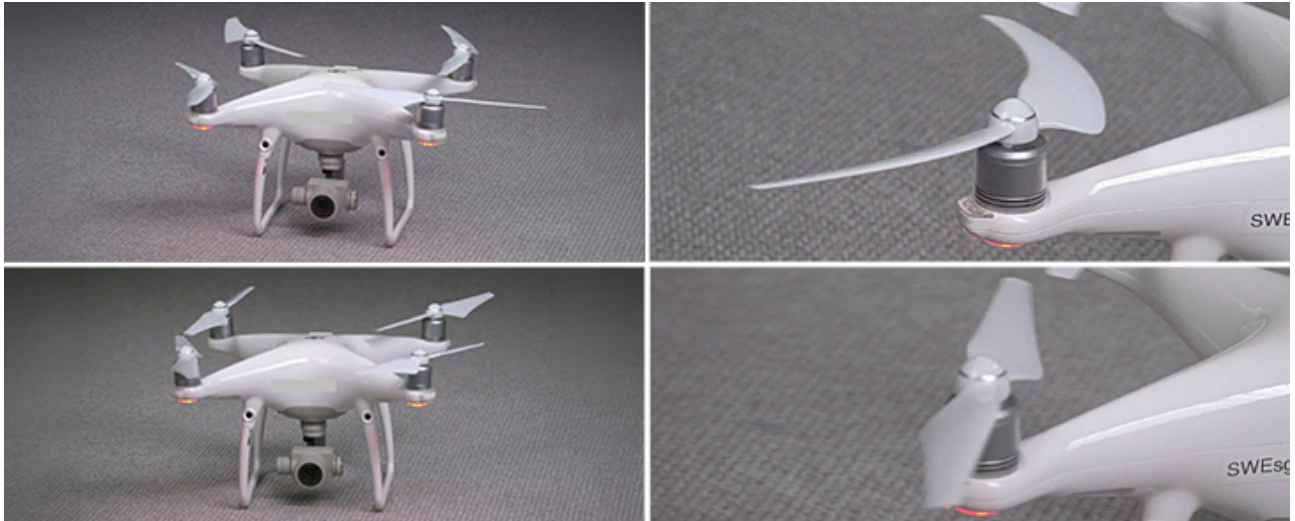


Figure 3.1 Les deux premières images montrent un drone filmé avec une caméra à obturateur progressif. Les pales des hélices sont déformées et leur forme réelle est difficile à deviner. Les deux images suivantes montrent le même drone, filmé avec une caméra à obturateur global. L'image donne la forme réelle des pales. Ces deux caméras appliquent un temps d'exposition très court de $1/10\,000$ s pour minimiser le flou de mouvement.



Figure 3.2 Un swing de golf filmé au même instant avec une caméra à obturateur progressif (à gauche) et une caméra à obturateur global (à droite). Sur la caméra à obturateur progressif, le club semble courbé du fait de la distorsion due à l'obturateur progressif. Les deux caméras sont réglées sur des temps d'exposition très courts de $1/10\,000$ s pour minimiser le flou de mouvement.

Les objets mobiles rapides qui traversent la scène en ligne droite, comme des caisses sur un tapis roulant ou des voitures qui passent à grande vitesse, apparaîtront inclinés sur les images d'un capteur à obturateur progressif.



Figure 3.3 Une voiture traversant rapidement l'image paraîtra inclinée en raison de la distorsion due à l'obturateur progressif.

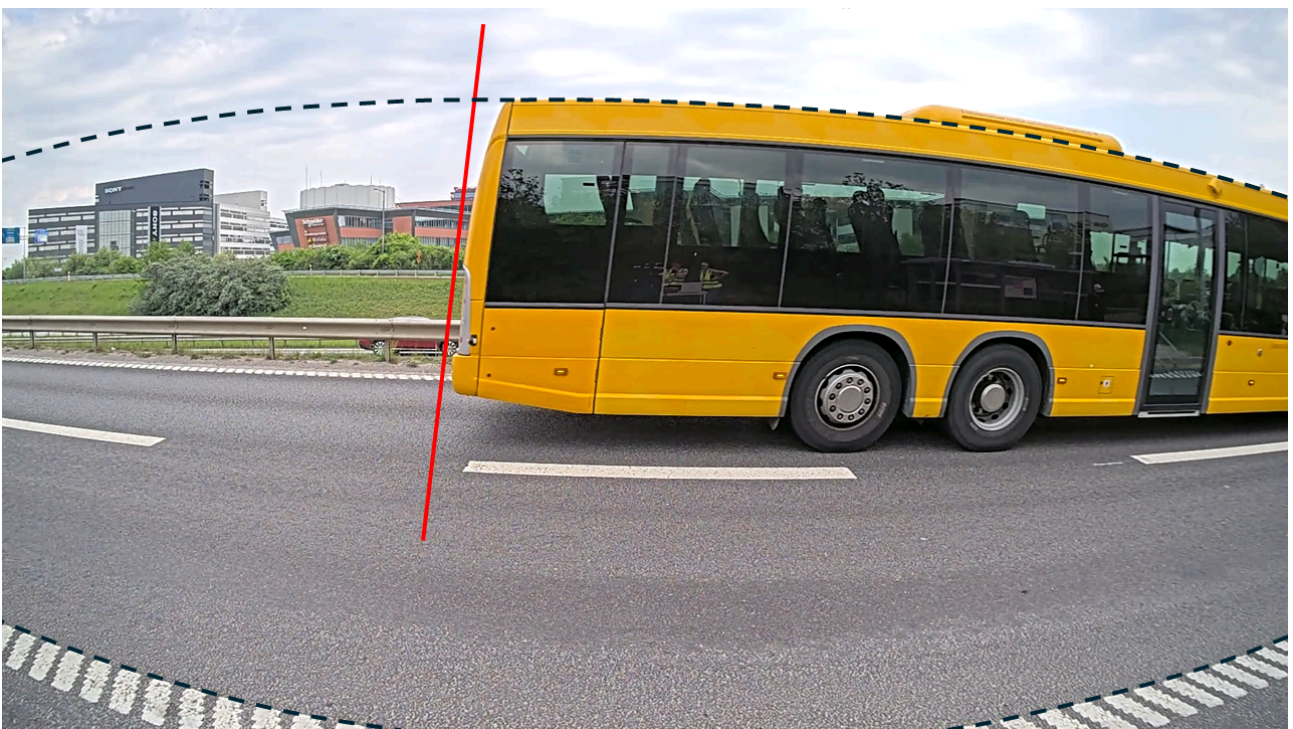


Figure 3.4 Une caméra présentant une forte distorsion en barillet (ligne pointillée noire) due à l'objectif et une distorsion de type « store vénitien » (ligne continue rouge) due au capteur.

4 Temps d'exposition

Le temps d'exposition n'a aucune incidence sur la distorsion. En revanche, un temps d'exposition plus long se traduit par du flou de mouvement. Le flou de mouvement atténue la distorsion due à l'obturateur progressif et la rend moins visible.



Figure 4.1 Rangée en haut : caméra à obturateur progressif avec temps d'exposition long ($1/25$ s) à gauche et temps d'exposition court ($1/10\,000$ s) à droite. Rangée du bas : caméra à obturateur global avec temps d'exposition long ($1/25$ s) à gauche et temps d'exposition court ($1/10\,000$ s) à droite.



Figure 4.2 Un swing de golf filmé par une caméra à obturateur progressif avec temps d'exposition légèrement plus long (1/500 s) donne un club de golf aux contours brouillés en raison du flou de mouvement. La distorsion due à l'effet « store vénitien » est toujours présente, mais moins visible.

Les capteurs à obturateur global ne sont généralement nécessaires que dans les applications où les objets se déplacent rapidement. Parallèlement, le temps d'exposition doit être court pour éviter le flou de mouvement. Pour les applications de circulation routière, un temps d'exposition maximal d'environ 1/1 000 s (1 ms) est courant ; quant aux ventilateurs ou hélices en rotation, des temps d'exposition encore plus courts, de l'ordre de 1/10 000 s (0,1 ms), peuvent s'avérer nécessaires.

5 Obturateur global avec éclairage stroboscopique

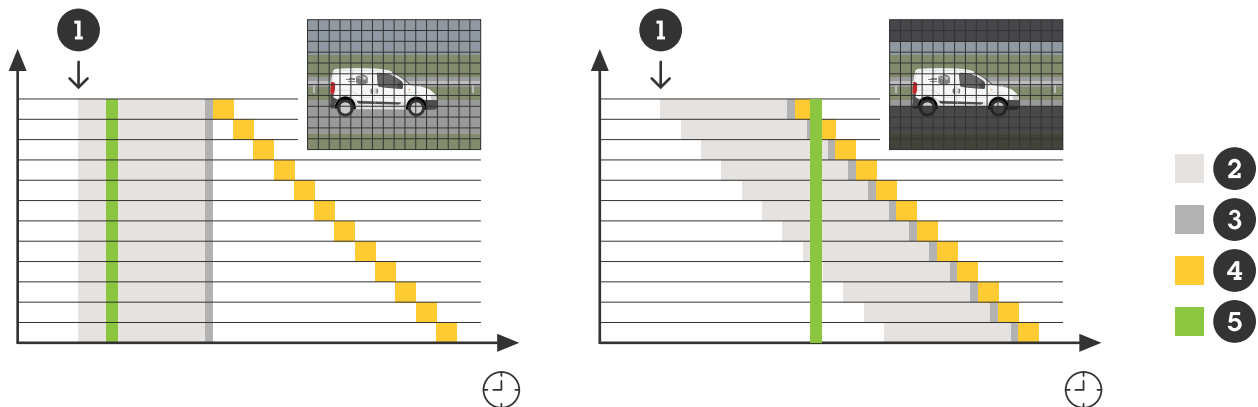


Figure 5.1 Un bref flash lumineux (5) se superpose à l'exposition de toutes les lignes du capteur à obturateur global (à gauche) et est visible sur l'ensemble de l'image. Sur le capteur à obturateur progressif (à droite), le flash chevauche l'intervalle d'exposition sur quelques lignes, ce qui provoque l'apparition d'une bande claire sur l'image.

Par faible luminosité, un éclairage de la scène par infrarouge ou lumière blanche peut améliorer la qualité d'image. Pour filmer des déplacements rapides, les durées d'exposition doivent être courtes pour éviter le flou de mouvement. La quantité de lumière reçue par le capteur est donc faible, ce qui rend l'éclairage de la scène d'autant plus nécessaire.

Un capteur à obturateur global se justifie principalement par la possibilité d'émettre des impulsions lumineuses très courtes au lieu d'un éclairage continu pour éclairer la scène. L'utilisation d'un éclairage stroboscopique, avec un flash par image synchronisé avec l'exposition du capteur au lieu d'un éclairage continu, peut constituer un moyen de réduire la consommation d'énergie du dispositif sans perte de qualité d'image ou d'augmenter nettement l'intensité maximale de l'éclairage.

Exemple : Réduire la consommation électrique de l'éclairage avec des impulsions lumineuses

Une caméra de surveillance routière utilise un temps d'exposition de 1/1 000 s (1 ms) et une fréquence d'image de 25 ips. Le cycle de fonctionnement de l'exposition est donc de $(1/1\,000\text{ s}) / (1/25\text{ s}) = 2,5\%$. Autrement dit, le capteur ne capte la lumière que 2,5 % du temps ; le reste du temps, il attend simplement l'image suivante.

Si cette caméra utilise un éclairage IR continu (allumé en permanence), une grande partie de la lumière ne sera jamais détectée par le capteur.

Une meilleure solution consiste à éteindre l'éclairage IR lorsque le capteur ne reçoit pas de lumière. En émettant la lumière infrarouge par impulsions et en la synchronisant à l'exposition du capteur, la lumière infrarouge est émise seulement quand le capteur reçoit de la lumière, soit 2,5 % du temps. La consommation électrique des LED infrarouges est alors réduite à 2,5 % par rapport à un éclairage IR continu.

Pendant l'exposition, le capteur reçoit la même quantité de lumière ; le rapport signal/bruit (SNR) de l'image reste donc inchangé. Il n'y a aucune perte de qualité d'image.

Exemple : Augmentez l'intensité lumineuse maximale avec un éclairage stroboscopique

En utilisant la même caméra de circulation que ci-dessus, avec un temps d'exposition de 1 ms et une fréquence d'image de 25 ips, vous pouvez également choisir d'exploiter toute la puissance disponible et d'augmenter au maximum l'intensité lumineuse de l'illuminateur IR.

Imaginez une lampe IR allumée en continu qui consomme 20 W d'électricité. Au lieu de laisser les LED allumées en permanence, si on stocke cette énergie, puis que nous la libérons en totalité une fois par image, en synchronisation parfaite avec l'exposition du capteur, nous pouvons obtenir une intensité lumineuse bien plus élevée pendant un court instant.

Dans cet exemple, le cycle de fonctionnement est de 2,5 %, donc on pourrait en théorie augmenter l'intensité IR d'un facteur de $1/0,025 = 40$ fois. La puissance de commande maximale des LED IR pendant l'exposition de 1 ms serait alors de 800 W au lieu de 20 W, sans pour autant augmenter la consommation moyenne, qui reste à 20 W.

L'utilisation d'éclairages stroboscopiques ouvre la voie à de nouvelles applications dans le domaine de la circulation routière. Un illuminateur IR en continu à la consommation électrique raisonnable suffit pour distinguer clairement les plaques d'immatriculation. Avec une lampe IR stroboscopique présentant une consommation similaire, l'éclairage est suffisant pour distinguer clairement les détails des voitures, et même voir à travers le pare-brise jusqu'à l'intérieur des véhicules. Cet avantage permet par exemple d'identifier la marque et le modèle des voitures de nuit ou de contrôler si le conducteur porte sa ceinture de sécurité ou manipule son téléphone portable.

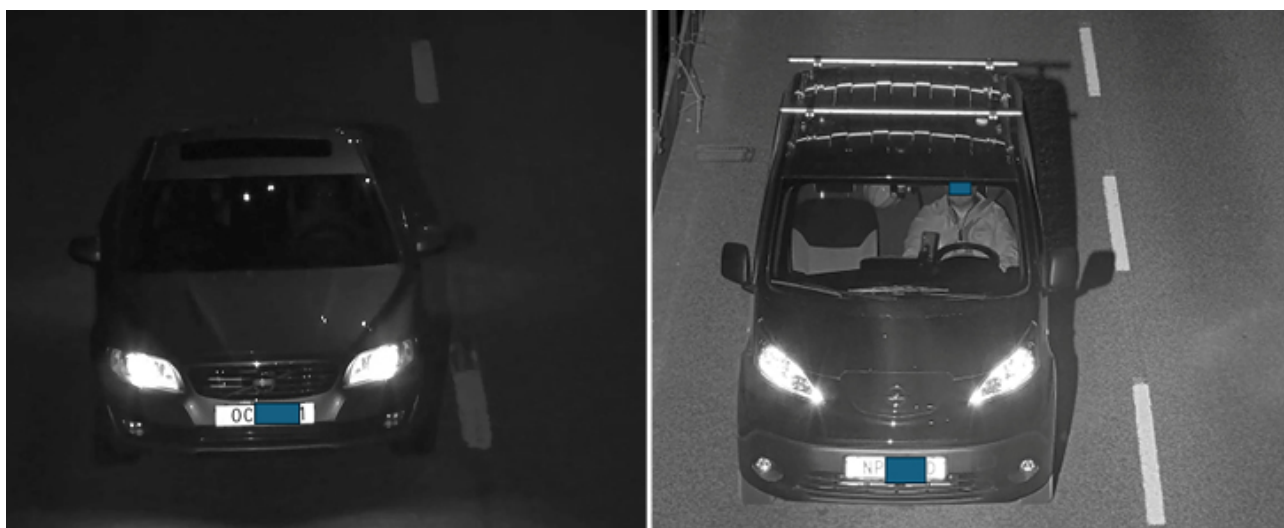


Figure 5.2 La première image est le cliché d'une voiture pris par un capteur à obturateur progressif avec un éclairage infrarouge continu d'une puissance de 25 W. La deuxième image provient d'un capteur à obturateur global et d'un éclairage infrarouge stroboscopique consommant 20 W en moyenne et d'une puissance de crête de 500 W. L'utilisation d'un capteur à obturateur global associé à un illuminateur IR stroboscopique peut améliorer considérablement la visibilité.

6 Obturateur progressif avec éclairage stroboscopique

Un flash ou un stroboscope est théoriquement utilisable avec un capteur à obturateur progressif, à condition que le temps d'exposition soit suffisamment long pour que les intervalles d'exposition de la première et de la dernière ligne se chevauchent. Mais si l'éclairage est mal synchronisé, les flashes peuvent provoquer des artefacts d'image très étranges (voir des exemples d'image en annexe).



Figure 6.1 Caméra à obturateur progressif avec temps d'exposition long (1/30 s) et flash IR bref (1/1 000 s). Dans ce cas, l'illuminateur IR est visible sur l'image complète, car le flash se déclenche pendant que toutes les lignes du capteur sont exposées simultanément à la lumière.

Toutefois, dans les situations comportant des déplacements rapides et d'autres sources d'éclairage, comme la circulation, il est nécessaire d'utiliser des temps d'exposition très courts pour éviter le flou de mouvement. Dans ces cas-là, les expositions de la première ligne du capteur et de la dernière ne se chevauchent pas et le flash n'éclaire que quelques lignes, ce qui se traduit par une bande claire sur l'image finale.



Figure 6.2 Voiture filmée par un capteur à obturateur progressif avec un temps d'exposition de $1/1\,000\text{ s}$ (1 ms). On observe une bande claire due à un puissant éclairage infrarouge stroboscopique émettant des flashes de 0,5 ms, relié à une autre caméra filmant la même scène.

7 Éclairage stroboscopique dans les installations combinant des capteurs à obturateur global et à obturateur progressif

Sur un site où coexistent des caméras à obturateur global et des caméras à obturateur progressif, l'éclairage stroboscopique produit par les caméras à obturateur global peut faire apparaître des artefacts sur les capteurs à obturateur progressif, par exemple des bandes claires. En fonction de l'intensité lumineuse, de la durée de l'impulsion stroboscopique et du temps d'exposition des caméras à obturateur progressif, ce phénomène peut être à peine perceptible ou rendre l'image de ces caméras inexploitable (voir l'annexe pour d'autres exemples d'images).

Il existe deux solutions à ce problème : désactiver le flash et utiliser un éclairage continu à la place, ou activer la capture synchronisée sur toutes les caméras Axis.

Capture synchronisée

La capture synchronisée Axis est une fonctionnalité qui permet à plusieurs caméras connectées au même réseau de synchroniser l'exposition de leurs capteurs respectifs et de capturer les images exactement au même moment. Cette méthode peut également servir à désynchroniser les caméras afin d'éliminer les artefacts dus à l'éclairage stroboscopique provenant des caméras à obturateur progressif.

Lorsque vous activez la capture synchronisée sur toutes les caméras Axis d'un réseau donné, celles-ci se synchronisent automatiquement, de sorte que toutes les caméras à obturateur progressif capturent des images simultanément dans une fenêtre temporelle 1, et toutes les caméras à obturateur global capturent des images simultanément dans une autre fenêtre temporelle 2, non synchrone avec celle des caméras à obturateur progressif. De cette manière, l'éclairage stroboscopique déclenché par les caméras à obturateur global émet un flash au moment précis où les obturateurs progressifs se trouvent dans ce qu'on appelle leur période de suppression, c'est-à-dire lorsqu'elles ne captent pas la lumière mais attendent simplement l'image suivante. L'éclairage stroboscopique sera de fait invisible pour les caméras à obturateur progressif.

8 Limites des capteurs à obturateur global

La conception des pixels d'un capteur à obturateur global est plus complexe que celle d'un capteur à obturateur progressif, d'où un prix plus élevé pour ce type de capteur. De plus, le bruit est généralement plus important sur un capteur à obturateur global que sur un capteur à obturateur progressif. Cela vaut tout particulièrement pour les capteurs à obturateur global qui stockent le signal dans le domaine des tensions avant la lecture. Étant donné que ce bruit est introduit avant l'étape de gain analogique, l'augmentation du gain analogique n'aura qu'un effet marginal sur la réduction de ce bruit.

Cependant, le niveau de bruit n'est pas le seul critère en matière de qualité d'image. Le rapport signal/bruit (SNR) est un paramètre essentiel qui influe sur la qualité d'image. Plus la scène est lumineuse, plus le signal reçu par le capteur est important. Un capteur plus grand doté de pixels plus grands et un objectif à faible valeur f permettent d'augmenter la quantité de lumière captée depuis la scène et contribuent à un rapport signal/bruit (SNR) supérieur. Si la caméra est conçue en tenant compte de ces facteurs, le bruit supplémentaire généré par un capteur à obturateur global peut être entièrement compensé, mais au prix d'un coût plus élevé des composants de la caméra.

Pour les scènes nocturnes où la lumière naturelle est faible, un éclairage artificiel peut améliorer le rapport signal/bruit et la visibilité. L'utilisation d'un éclairage stroboscopique avec un capteur à obturateur global permet d'augmenter l'intensité lumineuse sans accroître la consommation d'électricité. Il en résulte souvent un meilleur rapport signal/bruit (SNR) par rapport à une caméra à obturateur progressif associée à un éclairage en continu.

9 Annexe : scénarios concrets et exemples illustrés

À partir de quelle vitesse de déplacement observe-t-on une distorsion due à l'effet « store vénitien » ?
Reportez-vous aux exemples calculés suivants :

Cette question est complexe, car l'ampleur de la distorsion dépend de la vitesse à laquelle un objet se déplace dans l'image, exprimée en pixels/s, et non de sa vitesse réelle en km/h ou en m/s. Elle dépend donc de plusieurs facteurs, tels que la résolution, le niveau de zoom, la distance et l'angle par rapport à l'objet en mouvement.

- Une caméra installée en bord de route filme les voitures qui défilent de gauche à droite. Le capteur présente une résolution de $1\,080 \times 1\,920$ pixels et un décalage d'exposition entre les lignes de 10 microsecondes ($1/100\,000$ de seconde). Pour simplifier, supposons que la hauteur de la voiture occupe toute la hauteur de l'image, de haut en bas. Si la voiture roule à 30 km/h, l'image de la voiture sera décalée d'environ 64 pixels sur l'ensemble de l'image, soit une inclinaison de 3 degrés. Si sa vitesse est de 100 km/h, le décalage atteindra 213 pixels sur l'ensemble de l'image et la voiture présentera une inclinaison de 11 degrés.
- Une caméra installée à 6 m au-dessus de la route filme les voitures qui passent à 30 m de là. Le capteur présente une résolution de $1\,080 \times 1\,920$ pixels et un décalage d'exposition entre les lignes de 10 microsecondes ($1/100\,000$ s). La hauteur de la voiture occupe environ 50 % de la hauteur de l'image. Comme la voiture se déplace de haut en bas de l'image, la distorsion due à l'obturateur progressif entraînera une compression ou un étirement de la voiture (selon que l'obturateur progressif se déplace de bas en haut de l'image ou de haut en bas). Si la vitesse de la voiture est de 30 km/h, celle-ci sera soumise à une compression ou à un étirement de moins d'un pixel ; il n'y aura donc aucune distorsion. Si la voiture roule à 100 km/h, elle sera compressée ou étirée de 3 pixels, soit environ 0,5 %. Si sa vitesse est de 200 km/h, elle sera compressée ou étirée de 6 pixels, soit environ 1 %. Dans ce cas, la distorsion due à l'obturateur progressif ne sera pas visible à l'œil nu et peut être négligée. Cela s'explique par le fait que l'angle entre la caméra et la voiture est tel que la voiture se déplace très peu dans l'image, même si elle roule à grande vitesse sur la route.
- Une caméra est en mode zoom avant sur un tapis roulant et détecte les colis munis de codes-barres qui traversent l'image de gauche à droite. Les colis mesurent 30 cm de large et occupent toute la hauteur de l'image. Le capteur présente une résolution de $1\,080 \times 1\,920$ pixels et un décalage d'exposition entre les lignes de 10 microsecondes ($1/100\,000$ s). Si le tapis roulant avance à une vitesse de 1 m/s, les colis (et leurs codes-barres) seront inclinés de 2 degrés. Si on augmente la vitesse du tapis roulant à 4 m/s, l'inclinaison sera de 8 degrés. Dans ce cas précis, les objets se déplacent beaucoup plus lentement que les voitures sur une autoroute, mais la distorsion reste néanmoins importante, car la caméra est en zoom avant sur ces objets.



- Une caméra filme un ventilateur en marche, d'un diamètre de 40 cm et dont les pales mesurent 30 cm de large. La caméra est en mode zoom avant pour que le ventilateur occupe toute la hauteur de l'image. Le capteur présente une résolution de $1\,080 \times 1\,920$ pixels et un décalage d'exposition entre les lignes de 10 microsecondes ($1/100\,000$ s). Dans ce cas, la distorsion due à l'obturateur progressif donnera l'impression que les pales du ventilateur sont tordues, étirées et compressées à différents endroits de l'image. Pour que la

déformation reste imperceptible, par exemple inférieure à 1 %, le ventilateur doit tourner à une vitesse inférieure à 0,3 tour par seconde. Sur l'image ci-dessus, l'une des pales est étirée sur toute la hauteur de l'image. Ce phénomène se produit à une vitesse d'environ 44 tours par seconde.

Exemples d'images :

- **Artéfacts dus aux flashes lumineux sur une caméra à obturateur progressif :**



Figure 9.1 Une caméra à obturateur progressif avec temps d'exposition long (1/30 s) à côté d'une caméra à obturateur global avec illuminateur IR stroboscopique en mode WDR. En mode WDR, deux flashes IR sont émis par image, très rapprochés dans le temps. Ces deux impulsions provoquent d'étranges artéfacts d'image sur la caméra à obturateur progressif : images des objets mobiles superposées ou coupées.

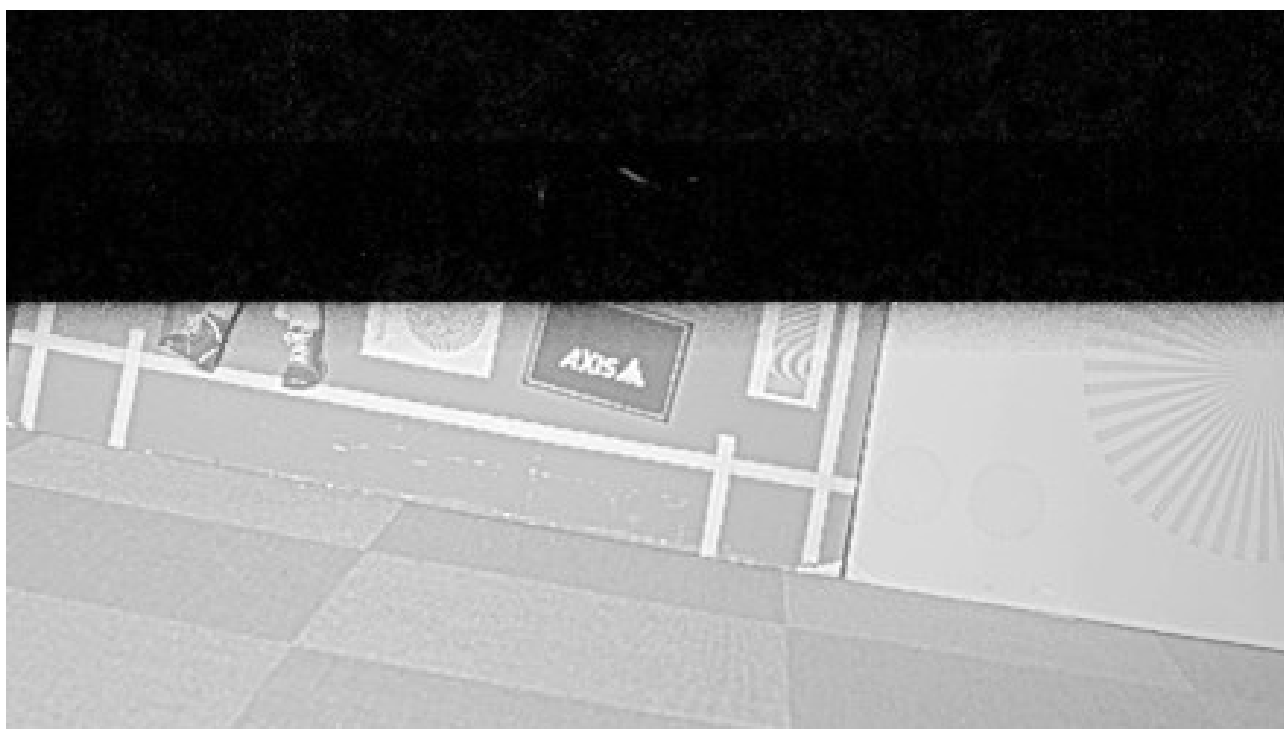


Figure 9.2 Une image provenant d'une caméra à obturateur progressif avec temps d'exposition de 28 millisecondes et flash IR d'une durée de 1 ms. Le flash IR éclaire certaines parties de l'image.

- **Scènes dans lesquelles il n'y a pas de différence entre obturateur progressif et obturateur global :** pour beaucoup de scènes et d'applications, il n'existe aucune différence visible entre une caméra à obturateur progressif et une caméra à obturateur global. En particulier :

- Scènes de jour ne présentant qu'un mouvement modéré (personnes marchant ou courant, voitures roulant lentement ou voitures roulant vite face caméra, de sorte que le mouvement à l'image est lent).
- Scènes nocturnes (faible luminosité) avec éclairage continu ou sans éclairage artificiel, et ne présentant qu'un mouvement modéré.
- Scènes nocturnes (faible luminosité) avec temps d'exposition long ($>1/100$ s).



Figure 9.3 Image de voiture capturée avec une caméra à obturateur progressif et une caméra obturateur global, avec temps d'exposition court ($1/1\ 000$ s). Le mouvement à travers l'image étant très lent, on n'observe pas de distorsion due à l'obturateur progressif. Sous cet angle, l'effet « store vénitien » n'est pas perceptible.



Figure 9.4 Voiture roulant à 70 km/h de nuit, éclairée par une source infrarouge de 20 W en continu et filmée par une caméra à obturateur progressif et une caméra à obturateur global avec temps d'exposition court ($1/1\,000$ s). Ces caméras présentent à peu près la même sensibilité à la lumière et le même rapport signal/bruit.



Figure 9.5 Individu courant, filmé de nuit par une caméra à obturateur progressif et une caméra à obturateur global avec temps d'exposition long ($1/25$ s). Le temps d'exposition long provoque du flou de mouvement avec les deux caméras.

À propos d'Axis Communications

En améliorant la sûreté, la sécurité, l'efficacité opérationnelle et l'intelligence économique, Axis contribue à un monde plus sûr et plus intelligent. Leader de son secteur dans les technologies sur IP, Axis propose des solutions en vidéosurveillance, contrôle d'accès, visiophonie et systèmes audio. Ces solutions sont enrichies par des applications d'analyse intelligente et soutenues par des formations de haute qualité.

L'entreprise emploie environ 5000 personnes dans plus de 50 pays et collabore avec des partenaires technologiques et intégrateurs de systèmes du monde entier pour fournir des solutions sur mesure à ses clients. Axis a été fondée en 1984, son siège est situé à Lund en Suède.
aboutaxis_text2