

LIVRE BLANC

Lightfinder

Des performances exceptionnelles en conditions
de faible luminosité

Juillet 2026

Avant-propos

La technologie Axis Lightfinder apporte une exceptionnelle sensibilité à la lumière à une caméra réseau. Par très faible luminosité, alors que d'autres caméras basculent en mode nocturne et vidéo en échelle de gris, les caméras dotées de Lightfinder se maintiennent en mode jour et continuent de restituer des images en couleur. Or, dans les situations de surveillance, les couleurs peuvent représenter un facteur décisif pour identifier un individu, un objet ou un véhicule.

Lightfinder constitue un atout non seulement dans les scènes les plus sombres, mais aussi dans tous les lieux où les niveaux de luminosité sont plus faibles qu'un éclairage intérieur typique. Comme elle a besoin de moins de lumière pour produire une bonne image, une caméra dotée de la technologie Lightfinder peut, par exemple, utiliser une durée d'exposition plus courte, limitant ainsi au minimum le flou et le bruit.

La technologie Lightfinder repose sur une combinaison parfaitement harmonisée de composants optiques de premier ordre et de notre système sur puce exclusif avec algorithmes sophistiqués de traitement numérique de l'image intégrés. Comme tous les éléments constitutifs de la technologie Lightfinder sont régulièrement améliorés, Lightfinder aussi se perfectionne constamment. Le concept de Lightfinder 2.0 constitue une étape dans cette évolution, avec une plus grande sensibilité à la lumière, un rendu des couleurs plus réaliste et des réglages personnalisés pour les utilisateurs avancés.

Lightfinder tire ses performances d'un savoir-faire approfondi dans le traitement des couleurs, le filtrage et les réglages. Les technologies Lightfinder et Axis Zipstream sont ajustées l'une par rapport à l'autre pour une compression plus minutieuse qui préserve les détails des images tout en produisant une vidéo à faible débit binaire moyen et à besoins de stockage réduits.

Table des matières

1	Introduction	4
2	Que la lumière soit : généralités	4
2.1	Détection de la lumière	4
2.2	Intensité lumineuse en lux	5
2.3	Sensibilité à la lumière définie par l'illumination minimale	6
3	Principaux composants constitutifs de Lightfinder	6
4	Voir dans des conditions de faible luminosité	7
4.1	L'impact d'un temps d'exposition plus court	8
4.2	L'impact d'une ouverture d'objectif plus grande	8
5	Voir la couleur dans des conditions de faible luminosité.	8
5.1	Exemples avec des niveaux de luminosité différents	8
5.1.1	Lightfinder avec niveaux d'illumination compris entre 1 et 1,6 lux	9
5.1.2	Lightfinder avec niveaux d'illumination compris entre 0,11 et 0,17 lux	9
6	Capturer le mouvement	10
7	Réduire le stockage et la consommation d'énergie	11
8	Lightfinder 2.0	11

1 Introduction

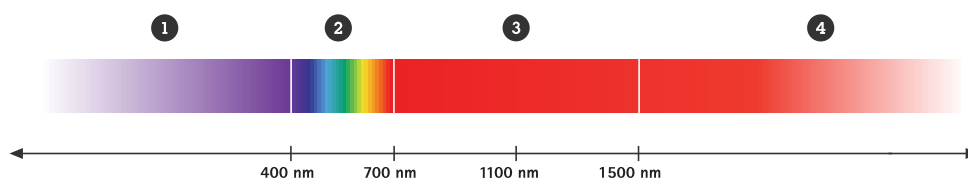
Lightfinder est une technologie d'Axis qui permet à une caméra de produire des vidéos de haute qualité dans des conditions de très faible luminosité, avec un faible niveau de bruit et un flou de mouvement minimal. La sensibilité extrême à la lumière permet même de réaliser des vidéos en couleur avec des niveaux de luminosité très faibles. Cette technologie est l'aboutissement d'un assortiment unique de capteurs et d'objectifs, associés à des algorithmes optimisés de traitement d'images embarqués sur un processeur de pointe.

Les caméras dotées de la technologie Lightfinder prennent tout leur sens dans les applications de vidéosurveillance exigeantes à faible luminosité comme les parkings, la surveillance urbaine, les campus et les chantiers de construction, où la clarté ou la couleur de la vidéo peuvent augmenter nettement les chances d'identifier des individus, des véhicules ou des incidents.

Dans ce livre blanc, nous présentons les éléments fondamentaux de la technologie Lightfinder, ainsi que les principaux avantages qu'elle apporte. La qualité d'image est illustrée au travers de captures vidéo Lightfinder d'une scène peu lumineuse avec éclairage contrôlé. Mais pour bien cerner les aspects techniques, nous allons d'abord passer en revue les notions de base relatives à la lumière, à sa détection et à ses moyens de mesure.

2 Que la lumière soit : généralités

La lumière est composée de grains d'énergie électromagnétique appelés photons. Ces photons possèdent des niveaux d'énergie variés, qui dépendent de leur longueur d'onde. Dans l'intervalle d'énergie de la lumière visible, une longueur d'onde représente une lumière d'une certaine couleur.



Le spectre électromagnétique se compose des éléments suivants : lumière UV (1), lumière visible (2), la lumière infrarouge proche (NIR) (3), et lumière IR (4).

2.1 Détection de la lumière

L'œil humain peut détecter la lumière (photons) aux longueurs d'onde comprises entre 400 et 700 nm environ (spectre de la lumière visible). L'œil humain présente deux types de détecteurs de luminosité, les bâtonnets et les cônes, optimisés pour mesurer des rayons lumineux d'intensités et de longueurs d'onde différentes. Les cônes restituent la vision en couleur, mais ils nécessitent une lumière forte (c'est-à-dire un grand nombre de photons) pour atteindre le seuil de détection. Les bâtonnets, en revanche, peuvent détecter des niveaux de luminosités très faibles (quelques photons suffisent), mais comme ils ne peuvent pas distinguer les longueurs d'onde, ils ne fournissent aucune information sur les couleurs. C'est la raison pour laquelle l'œil humain perd la vision en couleur lorsque l'éclairage faiblit : les cônes, contrairement aux bâtonnets, ne détectent rien.

Dans une caméra numérique, les cônes et les bâtonnets de l'œil sont remplacés par les millions de points photosensibles (pixels) du capteur d'image. En plus de détecter des photons de lumière visible, le capteur d'une caméra peut détecter des photons de longueurs d'onde légèrement supérieures (700-1 000 nm) dans la partie du spectre correspondant à l'infrarouge proche (NIR). La lumière NIR est généralement présente aussi bien dans la lumière du soleil que dans la lumière artificielle.

Lorsque les niveaux de lumière visible sont très faibles, une caméra numérique (caméra jour/nuit à masque IR amovible) peut toujours exploiter la lumière NIR disponible pour produire des images. En revanche, cette lumière ne fournit aucune information de couleur. Lorsque le niveau de lumière visible est très faible, l'œil humain et une caméra jour/nuit ordinaire ne peuvent donc fournir que des images en échelle de gris. Pour en savoir plus sur l'IR et les caméras jour/nuit, consultez le *livre blanc sur l'IR dans la surveillance*.

De son côté, une caméra dotée de Lightfinder conserve une vision multicolore et produit encore des images en couleur, même lorsque l'éclairage diminue bien en deçà des niveaux auxquels l'œil humain peut les distinguer.



Capture d'image à partir d'une caméra dotée de la technologie Lightfinder, qui exploite au mieux la lumière ambiante la nuit.

Les caméras dotées de la technologie Lightfinder peuvent aussi être accompagnées d'éclairages infrarouges et utiliser plutôt le mode nocturne. Les images IR en niveaux de gris obtenues en mode nocturne peuvent être extrêmement précieuses, par exemple dans le domaine de l'analyse vidéo. Dans de nombreux cas de figure, cependant, les vidéos en mode jour, avec leurs couleurs et leur rendu naturel, fournissent davantage d'informations forensiques.

2.2 Intensité lumineuse en lux

En termes photométriques, l'intensité lumineuse se mesure sous forme d'éclairement, à savoir le flux lumineux par unité de surface. La grandeur d'éclairement repose sur l'intensité radiométrique absolue (éclairement énergétique mesuré en W/m^2) de la lumière. L'éclairement intègre néanmoins une pondération dépendant d'une fonction de sensibilité de l'œil humain, qui est un modèle normalisé de la perception visuelle de la luminosité par l'œil humain à différentes longueurs d'onde. En pratique, cela signifie que l'éclairement représente l'intensité lumineuse telle que perçue par l'œil humain. L'unité d'éclairement est le lux (lx), un lux équivalant à un lumen par mètre carré.

Dans une scène naturelle, l'éclairement est souvent complexe, car les ombres et les zones fortement éclairées donnent des mesures en lux très variables selon le point visé dans la scène. De ce fait, une mesure d'éclairement d'un lux ne dit rien de la luminosité de la scène dans son ensemble, ni de la direction de la lumière. Cela étant, les mesures d'intensité lumineuse constituent un outil précieux pour estimer les conditions de luminosité et comparer plusieurs scènes. Le tableau recense les valeurs typiques en lux pour une série de conditions de luminosité.

tableau 2.1 *Valeurs typiques en lux dans différentes conditions d'éclairage.*

Intensité de la lumière	Condition d'éclairage
0,05 – 0,3 lux	Nuit de pleine lune avec ciel dégagé

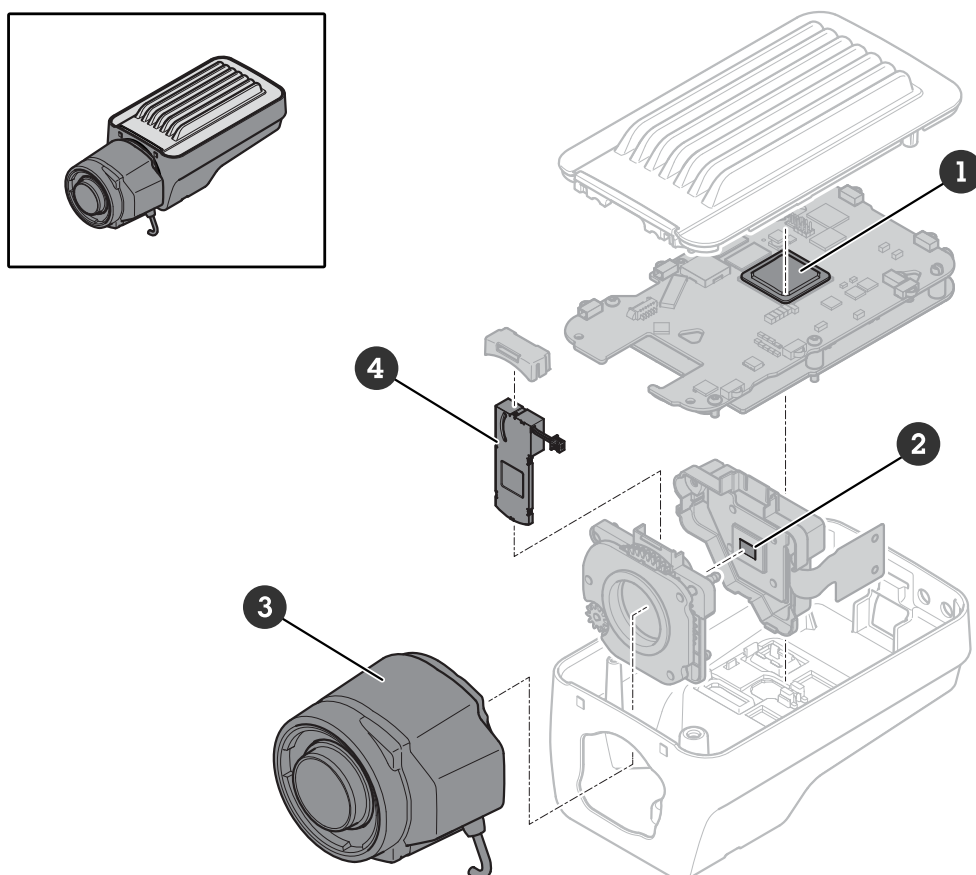
1 lux	À la lueur d'une bougie, à 1 m
80 lux	Couloir d'immeuble de bureaux
500 lux	Lumière intérieure d'un bureau
10 000 lux	Plein jour
100 000 lux	Plein soleil

2.3 Sensibilité à la lumière définie par l'illumination minimale

De nombreux fabricants définissent la sensibilité à la lumière d'une caméra réseau comme le niveau minimal d'éclairage nécessaire pour produire une image acceptable. Bien que ces spécifications soient utiles pour comparer la sensibilité à la lumière des caméras d'une même marque, il convient d'évaluer avec précaution de telles comparaisons entre produits de différents fabricants. Comme il n'existe pas de norme internationale de mesure de la luminosité minimale, les fabricants emploient une diversité de méthodes et de critères pour évaluer le caractère acceptable d'une image.

3 Principaux composants constitutifs de Lightfinder

La technologie Lightfinder est formée d'une association savamment optimisée de composants optiques de haute qualité et d'un traitement d'images sophistiqué, intégré dans un système sur puce (SoC) spécialement destiné à la surveillance. Comme ces éléments s'améliorent régulièrement, la technologie Lightfinder suit la même tendance.



Vue éclatée d'une caméra Axis. Les composants mis en évidence sont ceux qui ont été optimisés grâce à la technologie Lightfinder.

- 1 Système sur puce avec module de traitement du signal d'image (ISP) intégré

- 2 Capteur d'image
- 3 Objectif
- 4 Filtres

Une fois la lumière recueillie et focalisée par un objectif de haute qualité, elle atteint le capteur d'image, organe central à toutes les caméras numériques. Le capteur est un composant électro-optique formé d'une matrice de capteurs photosensibles à la lumière visible, qui convertit les rayons lumineux en signaux électriques. Tous les produits Lightfinder sont équipés d'un capteur CMOS (capteur à semi-conducteur complémentaire à oxyde métallique) spécialement sélectionné, offrant une très haute sensibilité et des caractéristiques optimales pour les applications de vidéosurveillance.

Les algorithmes de traitement numérique des images intégrés au module ISP (processeur de signaux d'images) du système sur puce sont tout aussi importants que le capteur d'image. La puce est spécialement conçue pour les applications de vidéosurveillance et est fabriquée à l'aide de la technologie ASIC la plus récente disponible, ce qui garantit un nombre maximal de blocs fonctionnels numériques. En temps réel, les algorithmes éliminent le bruit, restituent les couleurs et éclaircissent chaque image pour produire une vidéo exploitable, même à partir du plus faible signal converti par le capteur. Cependant, la préservation du contenu de l'image est toujours prioritaire sur un filtrage tous azimuts, susceptible d'éliminer des détails essentiels. Il est impératif que les algorithmes de traitement d'images ne détruisent pas les informations forensiques de la scène, surtout en matière de surveillance. Les algorithmes doivent donc être bien conçus et prévisibles, de façon à ne jamais introduire d'informations supplémentaires dans l'image pendant le processus d'amélioration pour l'œil humain.

En évaluant soigneusement chaque élément de la chaîne optique et en optimisant le réglage de l'ensemble des algorithmes numériques, il est possible d'obtenir des performances de caméra exceptionnelles dans la plupart des conditions de luminosité, la faible luminosité constituant le défi ultime. Dans les produits Lightfinder, l'objectif et le capteur sont assortis aux autres composants optiques, généralement des filtres, pour maximiser la résolution et la sensibilité à la lumière tout en évitant les artefacts. Les technologies Lightfinder et Axis Zipstream sont intercorrélées pour assurer une compression plus précise, qui préserve les détails des images tout en produisant une vidéo à faible débit binaire moyen, source de réduction des coûts de stockage.

4 Voir dans des conditions de faible luminosité

L'extrême sensibilité à la lumière d'une caméra dotée de la technologie Lightfinder peut être avantageuse dans les scènes les plus sombres, mais aussi dans n'importe quelle scène où les niveaux de luminosité sont plus faibles que dans un environnement indoor typique. Comme elle nécessite moins de lumière pour produire une bonne image, une caméra dotée de la technologie Lightfinder peut utiliser un temps d'exposition plus court ou une ouverture d'objectif plus petite pour offrir des avantages supplémentaires. sous plusieurs angles :

- Vous pouvez utiliser des téléobjectifs plus puissants. Dans ces conditions, il est généralement nécessaire d'utiliser un temps d'exposition court pour éviter le flou de mouvement et les tremblements de la caméra.
- Vous pouvez utiliser des caméras à haute résolution dans des conditions de faible luminosité. Dotées de Lightfinder, ces caméras peuvent utiliser un temps d'exposition plus court sans subir les effets indésirables du bruit visuel et du flou de mouvement.
- Une profondeur de champ accrue, permettant qu'une plus grande partie de la scène soit nette. Cela nécessite une ouverture d'objectif plus petite.
- Performances du WDR améliorées entraînant une réduction du bruit visuel dans les zones sombres de la scène.
- Bruit visuel réduit car il vous faut moins de gain numérique.

	
Lightfinder 2.0	Vision humaine

Des captures d'image vidéo comparant une scène filmée avec une caméra Lightfinder 2.0 et une vue retravaillée afin de montrer ce que les personnes présentes sur les lieux pouvaient voir. La personne qui se trouve sous le pont mesure un niveau d'illumination de 0,05 lux.

4.1 L'impact d'un temps d'exposition plus court

Le temps d'exposition correspond au temps pendant lequel le capteur de la caméra capte les photons. Ces photons sont convertis en électrons et le nombre d'électrons accumulés pour chaque pixel est mesuré et utilisé pour constituer une image. Tous les pixels du capteur sont alors vidés de leurs électrons, et la capture des photons reprend. Les scènes à faible luminosité nécessitent généralement des temps d'exposition plus longs pour que le capteur puisse capter suffisamment de photons afin de produire une image exploitable, mais Lightfinder permet de réduire ce temps d'exposition. Si le temps d'exposition est trop court et que l'image devient trop sombre, il est possible de l'éclaircir par des moyens numériques, mais qui augmentent le bruit visuel.

4.2 L'impact d'une ouverture d'objectif plus grande

En cas de faible luminosité, il faut généralement une ouverture d'objectif plus grande pour pouvoir capter suffisamment de lumière pendant l'exposition. Compte tenu de la manière dont l'optique et le tracé des rayons lumineux fonctionnent, une ouverture plus grande présente l'inconvénient d'une profondeur de champ plus faible, et par conséquent, une partie plus limitée de la scène est nette. Grâce à la sensibilité à la lumière accrue offerte par Lightfinder, on peut toutefois utiliser une ouverture plus petite, ce qui permet une plus grande profondeur de champ sans trop de bruit visuel.

5 Voir la couleur dans des conditions de faible luminosité.

Par très faible luminosité, alors que d'autres caméras jour/nuit basculent en mode nocturne et restituent la vidéo en échelle de gris, les caméras dotées de Lightfinder se maintiennent en mode jour et restituent la vidéo en couleur. Ce détail de couleur peut s'avérer crucial en matière de surveillance. En activant la possibilité pour les opérateurs de signaler des détails précis, tels que la couleur d'une voiture ou d'une gaine, Lightfinder permet de raccourcir les temps de réaction et assure une identification plus précise.

5.1 Exemples avec des niveaux de luminosité différents

Afin d'illustrer la capacité à restituer les couleurs dans des conditions de faible luminosité, cette section présente des images issues de séquences vidéo filmées par des caméras équipées de la technologie Lightfinder dans un studio où l'éclairage est extrêmement bien contrôlé.

La comparaison porte sur trois caméras :

- une caméra dotée de la technologie Lightfinder 2.0 (AXIS Q1726 avec objectif F1.1)
- une caméra dotée de la technologie Lightfinder (AXIS M2035 avec objectif F1.4)

- une troisième caméra réglée pour reproduire le niveau d'obscurité de la scène tel qu'il apparaît à l'œil humain

Les caméras étaient placées à 2 ou 3 mètres d'un ensemble de mannequins et d'objets colorés.

Remarque : Idéalement, la sensibilité à la lumière d'un appareil photo devrait être évaluée en présence d'un mouvement dans la scène, ce qui n'est pas le cas ici, puisque ce sont des images fixes qui sont utilisées pour illustrer la différence. Les images ont été réduites, et la qualité du moniteur ou de l'impression peut également influencer la façon dont elles sont perçues.

5.1.1 Lightfinder avec niveaux d'illumination compris entre 1 et 1,6 lux

La scène a présenté des niveaux d'illumination compris entre 1 lux (sur le tricycle) et 1,6 lux (à hauteur de la taille du mannequin).

	
<i>Lightfinder 2.0</i>	<i>Lightfinder</i>



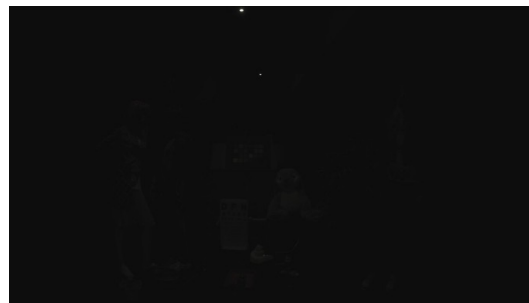
Vision humaine

- La caméra Lightfinder 2.0 a restitué des couleurs nettes et une image claire.
- La caméra Lightfinder a fourni des couleurs bien distinctes et un certain niveau de bruit de grain.
- L'œil humain a perçu la scène comme étant très sombre.

5.1.2 Lightfinder avec niveaux d'illumination compris entre 0,11 et 0,17 lux

La scène présentait des niveaux d'illumination compris entre 0,11 lux (sur le tricycle) et 0,17 lux (à hauteur de la taille du mannequin).

	
<i>Lightfinder 2.0</i>	<i>Lightfinder</i>



Vision humaine

- La caméra Lightfinder 2.0 produisait des couleurs ternes. Tous les objets restent visibles, même à l'arrière-plan.
- La caméra Lightfinder a fourni une image couleur sombre et granuleuse. On peut distinguer les objets situés à l'avant-plan.
- L'œil humain a perçu la scène comme étant plongée dans l'obscurité totale et aucun objet n'est visible.

6 Capturer le mouvement

Le flou de mouvement est un problème courant dans les scènes à éclairage limité, où un temps d'exposition long est généralement nécessaire. Le phénomène se produit lorsque la vitesse d'obturation est trop faible pour « figer » un objet en mouvement, ce qui fait que son image est répartie sur plusieurs pixels pendant le temps d'exposition. Si la scène s'y prête, vous pouvez réduire le flou de mouvement en éloignant davantage la caméra de l'objet en mouvement ou en utilisant un objectif grand angle. L'objet se déplacera ainsi sur un nombre réduit de pixels sur le capteur d'image.

Lightfinder réduit le flou de mouvement en permettant d'utiliser des temps d'exposition plus courts. Elle vous permet de visualiser des images figées avec très peu de brouillage, ce qui facilite l'identification des personnes ou des véhicules et l'évaluation des incidents.



Un temps d'exposition long peut engendrer un flou de mouvement visible. Dans cette capture d'image, la plaque d'immatriculation aurait été lisible avec un temps d'exposition plus court.

7 Réduire le stockage et la consommation d'énergie

Lightfinder fournit des images en couleur nettes et fiables sans nécessiter de LED externes ni d'éclairage supplémentaire. Associé à d'autres technologies d'optimisation de l'éclairage proposées par Axis, Lightfinder peut vous aider à économiser l'énergie et à limiter la pollution lumineuse.

Les technologies Axis Lightfinder et Axis Zipstream sont conçues pour fonctionner conjointement afin d'appliquer une compression qui préserve les détails importants de l'image tout en maintenant des débits binaires moyens faibles. Vos coûts de stockage sont ainsi réduits et la solution de surveillance est encore plus durable.

8 Lightfinder 2.0

De plus en plus de caméras Axis utilisent la technologie Lightfinder 2.0. Cette évolution de Lightfinder est disponible sur la plupart des caméras équipées du système sur puce exclusif ARTPEC-7 et des versions ultérieures d'ARTPEC.

Grâce à une refonte complète du pipeline de traitement d'images, Lightfinder 2.0 produit des images encore plus nettes comptant moins d'artefacts. En plus d'améliorer la sensibilité globale de la caméra à la lumière, cette technologie permet un rendu plus précis des couleurs, une meilleure balance des blancs et augmente la capacité de restitution des détails dans les zones d'ombre et les objets sombres. Lightfinder 2.0 propose également de nouveaux paramètres de gestion du filtrage temporel et spatial. Ces réglages sont particulièrement appréciables pour les utilisateurs chevronnés qui doivent optimiser l'image en vue d'analyses vidéo spécifiques.

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