

LIVRE BLANC

Le codec AV1 dans la vidéosurveillance

Une compression vidéo évolutive dans les systèmes de sécurité modernes

Juin 2026

Avant-propos

Le secteur de la surveillance migre de la norme de compression vidéo H.264, utilisée depuis longtemps, à la norme AV1. Ce nouveau codec permet de mieux répondre aux besoins croissants en bande passante et en stockage liés aux vidéos modernes haute résolution. Contrairement au H.265, dont le développement a été freiné par la complexité de l'octroi de licences, l'AV1 offre une alternative exempte de redevances¹, très efficace et soutenue par les principaux acteurs du secteur technologique.

Axis a intégré la prise en charge du format AV1 dans ses caméras équipées du système sur puce ARTPEC-9. L'implémentation se concentre sur les fonctionnalités adaptées aux cas d'utilisation en matière de surveillance, plutôt que sur les fonctions centrées sur la diffusion audiovisuelle. Il offre une efficacité de compression comparable à celle du H.265, sans augmenter les coûts matériels ou la consommation énergétique. L'AV1 est compatible avec les technologies Axis existantes comme Zipstream, tout en permettant d'activer de nouvelles fonctionnalités comme les Toggable overlays et le format AVIF pour les images fixes.

La norme AV1 s'appuie sur les mêmes principes fondamentaux que la compression par blocs, l'estimation du mouvement et le codage par transformation utilisés dans les normes H.264 et H.265, tout en introduisant des mécanismes de prédiction plus souples. Elle remplace les structures rigides d'images P et de trames B par des images inter-prédites versatiles et des images clés plus efficaces. Le partitionnement des images est plus précis grâce aux superblocs qui peuvent être divisés en différentes formes et différents rapports d'aspect.

En ce qui concerne plus particulièrement la surveillance, les outils de mouvement global et entrelacé permettent à l'encodeur de gérer les mouvements de caméra avec un volume de données minimal. La commutation d'images active la diffusion en continu à débit binaire adaptatif en autorisant des changements de résolution sans qu'il faille créer une nouvelle image clé indépendante. La qualité technique est garantie par une profondeur d'octets interne plus élevée, divers types de transformations et des filtres avancés intégrés en boucle. Ces améliorations s'appuient sur un codeur arithmétique non binaire conçu pour une implémentation matérielle efficace et un traitement plus rapide.

¹ Les utilisateurs doivent s'assurer d'avoir bien compris les conditions générales de licence relatives à la technologie vidéo AV1.

Table des matières

1	Introduction	4
2	La nécessité d'une nouvelle norme de compression	4
3	Adoption de l'AV1	4
4	Les avantages de l'AV1 en termes de vidéosurveillance	5
5	Mise en œuvre du format AV1 par Axis	5
5.1	Zipstream et AV1 : une combinaison gagnante	6
5.2	Nouvelles fonctionnalités avec AV1	6
5.2.1	Togglable overlays	6
5.2.2	AVIF (format d'image AV1)	6
6	Rendements en débit binaire des formats AV1, H.264 et H.265	7
6.1	Exemples de scènes	7
6.2	Comparaison des codecs : qualité de la vidéo à des fins d'expertise médico-légale par rapport au débit binaire	9
7	Principes techniques de l'AV1	9
7.1	Types et prédictions d'images affinés	9
7.1.1	Le cadre I-P-B défini dans les normes H.264 et H.265	10
7.1.2	Approche flexible d'AV1 en matière d'interprédiction	10
7.2	Jeux d'outils de codage avancés	10
7.3	Fonctionnalités d'efficacité opérationnelle	11
7.4	Traitement et filtrage	11
8	Guide d'intégration technique	12
8.1	Diffusion et décodage de vidéos au format AV1 sur les dispositifs Axis	12
8.2	Éléments clés à prendre en compte pour les développeurs	12
8.2.1	Récupération des flux AV1	12
8.2.1.1	Protocoles standard	12
8.2.1.2	WebRTC	12
8.2.2	Décodage et restitution des flux AV1	13
9	Attribution des marques commerciales	13

1 Introduction

Depuis plus de deux décennies, le format H.264 (AVC) est la norme de compression vidéo la plus utilisée dans les applications de surveillance et similaires, offrant un compromis fiable entre débit binaire et qualité d'image. Les systèmes de sécurité modernes sont toutefois confrontés à des besoins en données sans précédent. Les résolutions plus élevées, le nombre croissant de caméras et l'essor des analyses basées sur le cloud poussent la bande passante réseau et les capacités de stockage à leurs limites. Le secteur s'est développé et les technologies de compression ont donc dû suivre cette évolution.

Alors que la norme H.265 était autrefois considérée comme le successeur tout désigné, la complexité d'octroi des licences a ralenti son adoption. En revanche, la norme AV1 ; plus récente, offre une efficacité de compression supérieure, associée à une prise en charge informatique étendue et à un écosystème bien établi. Il s'agit d'un codec ouvert et libre de droits, soutenu par les plus grandes entreprises technologiques mondiales et conçu pour répondre aux exigences de la vidéo moderne.

Il y a de nombreuses années, Axis a fait passer l'industrie à l'ère du H.264, en étant le premier fabricant de caméras de sécurité à intégrer cette norme dans ses produits. Aujourd'hui, Axis introduit la norme AV1 dans l'industrie.

Ce livre blanc passe en revue l'utilisation de la norme AV1 dans le domaine de la vidéosurveillance, de l'efficacité de la compression à la prise en charge par l'écosystème, en passant par son intégration pratique. Il comprend des comparaisons de débit binaire, une analyse technique approfondie du fonctionnement de l'AV1, ainsi qu'un guide à l'intention des développeurs pour l'intégration des dispositifs Axis.

2 La nécessité d'une nouvelle norme de compression

Sans compression vidéo, la diffusion en continu et le stockage de vidéos seraient pratiquement impossibles. Une vidéo standard en 1080p à 30 images par seconde consommerait près de 1 Go/s sans aucune compression. Avec un débit binaire aussi élevé, vous rempliriez un disque de 1 To en moins de trois heures d'enregistrement, et un réseau classique ne serait pas en mesure de transmettre les données vidéo provenant d'une seule caméra. Avec une caméra 8K, qui offre une qualité d'image exceptionnelle, vous rempliriez ce même disque en environ 30 minutes.

Les encodeurs vidéo compressent fortement les données vidéo et permettent ainsi de diffuser, de stocker et de transmettre facilement des vidéos de vidéosurveillance à grande échelle.

Si la norme H.265 a apporté des améliorations par rapport à la norme H.264, en permettant des résolutions de caméra plus élevées et un débit binaire réduit, le nombre considérable de caméras déployées continue de mettre à rude épreuve la bande passante réseau et l'infrastructure de stockage. Alors que le secteur passe désormais à une résolution supérieure à 4K, améliorer la compression de manière incrémentielle ne suffit plus.

De plus, les encodeurs vidéo modernes s'appuient sur des méthodes de compression mises au point par de nombreuses entreprises et chercheurs au fil des ans. L'un des principaux défis posés tant par le H.264 que par le H.265 réside donc dans leurs modèles de licences de brevets fragmentés et souvent imprévisibles. Le H.265 a dû faire face à de multiples pools de brevets et à des détenteurs de brevets individuels, ce qui a créé un écosystème opaque et coûteux pour les fabricants et les utilisateurs. Cette complexité a freiné l'adoption de cette solution, limité sa compatibilité et ajouté des coûts imprévus lors de son déploiement. Certains grands fabricants de matériel informatique ont même commencé à supprimer la prise en charge matérielle du format H.265 de leurs produits existants.

Le secteur de la sécurité a besoin d'un codec qui offre non seulement une compression de qualité supérieure, mais repose également sur une base transparente, accessible et évolutive.

3 Adoption de l'AV1

La norme de compression vidéo AV1 a été mise au point par l'Alliance for Open Media (AOMedia), un consortium fondé dans le but de créer un format vidéo ouvert et libre de droits. Aujourd'hui, l'AV1 est le codec privilégié par les principaux fournisseurs de services de diffusion de flux de données tels que Netflix et YouTube. Il est pris en

charge par tous les grands systèmes d'exploitation pour ordinateurs de bureau (Windows®, macOS® et Linux®) et toutes les grandes plates-formes mobiles (Android™ et iOS®).

En tant que norme ouverte soutenue par des entreprises telles qu'Amazon, Apple, Cisco, Google, Intel, Meta, Microsoft, Mozilla, Netflix, Nvidia et Samsung par l'intermédiaire d'AOMedia, l'AV1 présente de solides perspectives à long terme. Son caractère ouvert se traduit également par moins d'incertitudes en matière de licences et des coûts de brevets moins élevés que pour d'autres codecs.

L'adoption du VMS est en cours, plusieurs fournisseurs leaders du secteur, notamment Milestone, Genetec et Axis, prenant déjà en charge cette technologie. Le client web de nombreuses solutions VMS, notamment AXIS Camera Station Pro, bénéficie d'une prise en charge native du format AV1 – ce que le format H.265 a eu du mal à réaliser, même après une décennie de présence sur le marché. L'ajout de la prise en charge de l'AV1 est relativement simple grâce à des bibliothèques et des outils open source bien rodés.

Axis collabore activement avec des organismes du secteur tels que l'ONVIF® afin de favoriser l'interopérabilité autour de la norme AV1. Axis considère que la méthode de diffusion de flux vidéo actuelle de l'ONVIF est déjà compatible avec la norme AV1 et estime qu'une adoption plus large par le secteur ouvrira la voie à son intégration officielle dans une norme ONVIF.

Du point de vue matériel, les processeurs modernes intègrent désormais largement le décodage AV1. Si certains matériels fabriqués entre 2015 et 2020 prennent en charge le format H.265 mais pas l'AV1, l'expansion rapide de la prise en charge de l'AV1 par les dispositifs modernes signifie que cet écart se réduit rapidement. Par exemple, l'AXIS Camera Station S2216 Mk II Rack Appliance est une solution d'enregistrement qui prend en charge le décodage matériel AV1 pour 16 canaux sans GPU dédié. Cependant, même les processeurs d'ordinateurs portables classiques sont capables de traiter des flux AV1 en 8K30. De plus en plus de téléphones portables et de tablettes intègrent désormais aussi des décodeurs matériels AV1, ce qui élimine les craintes liées à la consommation de batterie ou à la latence lors de la relecture sur appareil mobile.

4 Les avantages de l'AV1 en termes de vidéosurveillance

Même si l'AV1 n'a pas été initialement conçu pour la surveillance, le H.264 et le H.265 ne l'étaient pas non plus. La méthode de compression sous-jacente à toutes ces normes est toutefois très adaptable, et l'implémentation du format AV1 dans le système sur puce ARTPEC-9 d'Axis est optimisée pour la surveillance.

Pour un volume donné de données vidéo, les débits binaires plus faibles que permet l'AV1 se traduisent directement par une réduction des besoins en stockage, ce qui peut prolonger la durée de vie de l'infrastructure de stockage existante ou permettre des périodes de conservation plus longues. De plus, la réduction de la consommation de bande passante réseau peut reporter ou éviter, des mises à niveau coûteuses du réseau. Cela réduit globalement le coût total de possession (TCO) d'un système de surveillance.

La vidéosurveillance basée sur le cloud connaît par ailleurs une croissance rapide, ce qui impose exigences importantes en matière de technologie de compression. La transmission de flux vidéo provenant de centaines, voire de milliers de caméras vers des plates-formes de stockage et d'analyses basées sur le cloud nécessite un codec capable d'offrir une qualité élevée à débits binaires faibles par l'intermédiaire de connexions internet. L'AV1 a été conçu pour la transmission vidéo sur internet et, grâce à son modèle de licence libre de droits, il est pris en charge de manière native par tous les navigateurs, toutes les plates-formes et tous les services cloud. Cette prise en charge étendue simplifie l'intégration dans le cloud et supprime les problèmes de compatibilité qui ont, historiquement, entravé le déploiement à grande échelle du format H.265 dans les environnements cloud.

5 Mise en œuvre du format AV1 par Axis

Axis est à la pointe du secteur de la sécurité, puisqu'il est le premier fabricant à avoir intégré la prise en charge du format AV1 dans ses caméras. Cela témoigne de notre engagement à faire progresser le secteur de la vidéosurveillance et à améliorer la satisfaction de nos clients.

L'implémentation de l'AV1 porte sur les atouts fondamentaux du codec pour les applications de sécurité ; elle a été conçue pour répondre aux exigences spécifiques de l'enregistrement en continu 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, de l'intégration d'analyses basées sur l'IA, et de l'interopérabilité des systèmes de surveillance. Les fonctionnalités axées sur la diffusion qui ne sont pas pertinentes pour la surveillance sont délibérément exclues. Il est plutôt fait appel aux capacités de compression du cœur, qui reposent sur le partitionnement flexible des blocs du codec, à des techniques avancées de prédiction intra et inter, ainsi qu'à un filtrage sophistiqué.

La prise en charge de l'AV1 n'est pas un facteur de coût pour les caméras Axis car l'architecture ARTPEC intégrée à ces caméras permet une mise en œuvre et une intégration efficaces des nouveaux codecs. Les clients bénéficient de tous les avantages de l'AV1 en termes d'efficacité, sans frais supplémentaires. ARTPEC-9 offre des performances d'encodage AV1 en temps réel optimales avec une surcharge minimale, sans solliciter davantage le processeur ni augmenter la consommation électrique de la caméra.

Toutes les fonctionnalités Axis disponibles avec les formats H.264 et H.265 sont prises en charge dès le lancement, notamment Zipstream, la vidéo signée, les algorithmes de contrôle du débit binaire et les profils Zipstream. Le format AV1 est également entièrement pris en charge dans AXIS Camera Station et AXIS Site Designer.

5.1 Zipstream et AV1 : une combinaison gagnante

Les formats AV1, H.264 et H.265 ont tous été développés pour une utilisation à grande échelle dans de nombreux secteurs. Étant donné que ces normes se concentrent sur le décodeur plutôt que sur l'encodeur, des améliorations incrémentielles du décodeur peuvent être mises au point de manière indépendante. C'est ainsi qu'Axis a pu développer Zipstream, une optimisation spécifique à la vidéosurveillance conçue pour fonctionner en synergie avec le codec vidéo sous-jacent. Cette solution permet de réaliser au moins 50 % d'économies en termes de bande passante et de stockage, tout en préservant la valeur d'expertise médico-légale des vidéos.

Zipstream analyse les scènes vidéo en temps réel, identifie de manière dynamique les domaines d'intérêt tels que les visages humains et les plaques d'immatriculation, et préserve leurs détails tout en compressant davantage les zones moins importantes. Grâce à la compression intrinsèquement supérieure de l'AV1 pour les objets mobiles complexes, les détails d'expertise médico-légale de qualité supérieure sont préservés là où ils sont les plus importants, tandis que le débit binaire global est considérablement réduit.

5.2 Nouvelles fonctionnalités avec AV1

Dès sa première implémentation dans le cadre d'ARTPEC, l'AV1 démontre systématiquement une efficacité de compression comparable à l'implémentation de troisième génération du H.265. L'AV1 offre aussi un jeu d'outils plus avancé qui ouvre la voie à des possibilités totalement nouvelles. Les Toggable overlays et le format AVIF pour images fixes comptent parmi les fonctionnalités bientôt disponibles sur les caméras Axis.

5.2.1 Toggable overlays

La fonctionnalité « Toggable overlays » permet aux utilisateurs d'afficher ou de masquer des éléments graphiques dans la vidéo, aussi bien en direct que lors de la relecture d'un enregistrement. Ces éléments comprennent des boîtes englobantes, des annotations textuelles et des visualisations de données MQTT. Les incrustations sont intégrées de manière permanente dans un calque dédié de la vidéo ; elles sont donc toujours présentes, même lorsqu'elles ne sont pas visibles. Les opérateurs peuvent donc choisir d'afficher une vidéo propre lorsqu'ils n'ont pas besoin des informations d'incrustation et sans perdre aucune des données intégrées. Les toggable overlays montrent comment l'architecture plus avancée de l'AV1 active des fonctionnalités entièrement nouvelles qui vont au-delà de ce que permettent les normes H.264 et H.265.

5.2.2 AVIF (format d'image AV1)

AVIF est un format d'image moderne reposant sur la même technologie de compression que la vidéo AV1. Tout comme l'AV1 apporte des améliorations par rapport aux formats H.264 et H.265 pour la vidéo, l'AVIF offre une efficacité de compression nettement supérieure à celle des anciens formats d'image tels que le JPEG, tout en conservant une qualité d'image élevée. En matière de vidéosurveillance, cela signifie que les images fixes

capturées par les caméras, comme les captures d'images utilisées dans les alertes ou comme éléments de preuve, peuvent être stockées et transmises plus efficacement. Le format AVIF prend également en charge une large gamme de couleurs et une plage dynamique élevée, ce qui permet de préserver davantage de détails dans des conditions d'éclairage difficiles, courantes en vidéosurveillance.

6 Rendements en débit binaire des formats AV1, H.264 et H.265

L'encodeur vidéo intégré à l'ARTPEC-9 peut compresser la vidéo en utilisant les formats MJPEG, H.264, H.265 ou AV1.

Même si le format MJPEG est extrêmement peu efficace en termes de débit binaire, il est facile à utiliser et reste d'application après 30 ans. L'algorithme JPEG générant des débits binaires très élevés, le logiciel intégré à la caméra limite le débit MJPEG total.

Les formats H.264, H.265 et AV1 présentent des débits binaires de base bien inférieurs à ceux du MJPEG, et ARTPEC-9 est capable de diffuser des flux en utilisant ces trois encodeurs simultanément. Vous pouvez combiner les paramètres de résolution, de fréquence d'image et d'encodage en fonction des besoins de votre application, et dans la limite des performances du dispositif. Dans sa configuration mémoire la plus performante, l'ARTPEC-9 diffuse un flux 4K à une vitesse de 60 ips, atteignant un débit total de 540 MP/s. Pour en savoir plus, consultez le livre blanc *Performances de diffusion des produits ARTPEC-9*

Le débit binaire d'une nouvelle scène est difficile à prédire car les codecs vidéo sont complexes et l'efficacité du débit binaire varie considérablement d'une scène à l'autre. Les codecs plus avancés présentent généralement des variations plus importantes. Pour obtenir de l'aide afin d'estimer le débit binaire et les besoins en stockage pour des installations complètes utilisant les formats H.264, H.265 et AV1, vous pouvez utiliser l'outil de conception AXIS Site Designer, disponible à l'adresse suivante : axis.com/support/tools/axis-site-designer.

6.1 Exemples de scènes

Les tests réalisés par Axis avec des flux simultanés sur une même caméra, filmant des scènes de surveillance sélectionnées, montrent que le débit binaire avec l'AV1 est généralement similaire à celui du H.265, tandis que celui du H.264 est nettement plus élevé.

tableau 6.1 Débits binaires et comparaison des débits binaires entre les codecs.

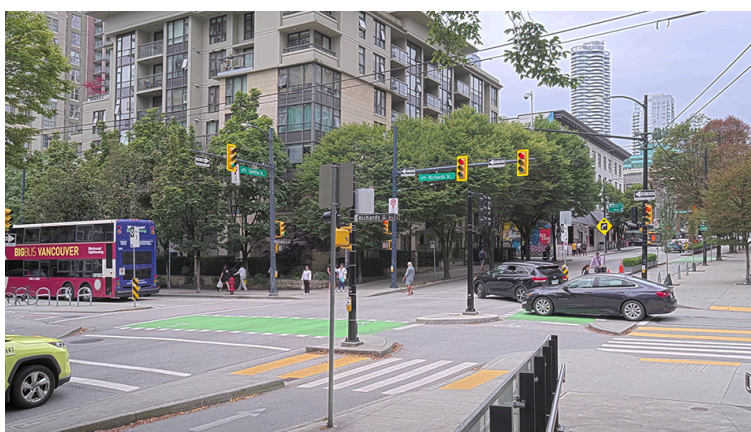
Scène	H.264 (Mo/s)	H.265 (Mo/s)	AV1 (Mo/s)	AV1 contre H.264	AV1 contre H.265
Surveillance urbaine intense	23 558	16 842	15 862	-33%	-5,8%
Surveillance du trafic	20 525	15 773	15 660	-24%	-0,72%
Surveillance urbaine de jour	16 211	13 249	13 244	-18%	-0,04%
Surveillance urbaine de nuit	4.7725	3.5333	3.3637	-30%	-4,8%



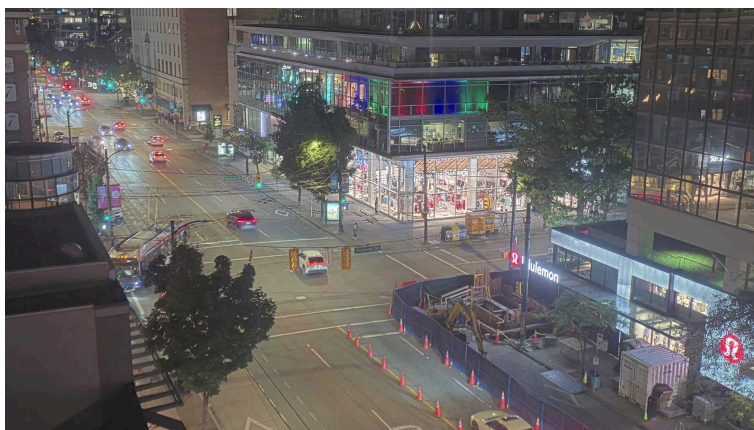
*Scène de surveillance urbaine animée, à partir d'une vidéo de séquence de test standard.
Débit binaire avec AV1 : -33 % par rapport à H.264, -5,8 % par rapport à H.265.*



*Scène de surveillance du trafic, filmée avec AXIS Q1728 Block Camera.
Débit binaire avec AV1 : -24 % par rapport à H.264, -0,72 % par rapport à H.265.*



*Scène de surveillance urbaine de jour, filmée avec AXIS Q1728 Block Camera.
Débit binaire avec AV1 : -18 % par rapport à H.264, -0,04 % par rapport à H.265.*



*Scène de surveillance urbaine de nuit, filmée avec AXIS Q1728 Block Camera.
Débit binaire avec AV1 : -30 % par rapport à H.264, -4,8 % par rapport à H.265.*

6.2 Comparaison des codecs : qualité de la vidéo à des fins d'expertise médico-légale par rapport au débit binaire

Comparer les débits binaires n'a aucun sens si la qualité de la vidéo diffère. Malheureusement, il n'existe aucun moyen fiable de mesurer automatiquement la qualité d'image, et l'évaluation manuelle prend beaucoup de temps.

Si vous utilisez deux caméras, vous devrez soit :

- Régler les deux caméras pour qu'elles fournissent le même débit binaire, puis comparer la qualité de la vidéo en parcourant les images une à une et en recherchant les artefacts
- ou bien régler les deux caméras de manière à obtenir la même qualité d'image (ce qui prend du temps et est difficile à vérifier), puis comparer le débit binaire.

Cependant, deux caméras placées côte à côte n'auront qu'un champ de vision à peu près identique. Dans ce type de configuration de test, l'incertitude relative au débit binaire peut atteindre 20 %, ce qui est bien trop élevé pour permettre une comparaison pertinente. Vous devrez filmer une grande variété de scènes pour compenser le fait que vous ne filmez que du contenu quasi identique.

Pour comparer équitablement deux codecs, vous devez encoder exactement la même vidéo avec chacun d'eux. La vidéo doit être identique image par image, ce qui signifie que tous les paramètres de la caméra, le champ de vision, la netteté et le contenu de la scène doivent correspondre. La seule façon d'y parvenir à partir d'une vidéo en direct est d'encoder les deux flux simultanément dans la même caméra. Les puces ARTPEC récentes disposent d'une puissance de calcul suffisante pour y parvenir. Elles peuvent encoder deux flux en parallèle et les sauvegarder tous les deux sur une carte SD ou les transmettre à un système de gestion vidéo (VMS). L'approche recommandée consiste à utiliser une caméra dotée de profils de flux et de déclencheurs préconfigurés ; c'est d'ailleurs ainsi qu'a été réalisée la comparaison d'efficacité du débit binaire présentée ici.

7 Principes techniques de l'AV1

Si le passage à l'AV1 apporte de nouveaux gains d'efficacité, il convient de le considérer avant tout comme une amélioration des normes existantes. L'AV1 s'appuie sur les mêmes principes fondamentaux que le H.264 et le H.265, à savoir la compression par blocs, l'estimation du mouvement et le codage par transformation. L'AV1 introduit également un ensemble d'outils et de mécanismes de prédiction avancés.

7.1 Types et prédictions d'images affinés

Les principales différences entre les codecs résident dans le degré de flexibilité dont dispose l'encodeur pour prédire le mouvement des pixels.

7.1.1 Le cadre I-P-B défini dans les normes H.264 et H.265

Les normes H.264 et H.265 s'appuient sur une hiérarchie standard comprenant trois types principaux d'images compressées pour la compression d'images inter-prédites. Une séquence de ces images forme un groupe d'images (GOP), qui commence généralement par une image I, suivie d'un mélange d'images P et de trames B. L'encodeur peut sélectionner librement le type d'image après l'image I.

- **Les images I**, ou images à codage intra, sont des images d'ancrage indépendantes qui stockent une image complète sans faire référence à d'autres images. Elles offrent généralement des points d'accès aléatoires pour le décodage, le défilement et la correction d'erreurs. En s'appuyant uniquement sur la prédiction spatiale à partir des pixels voisins au sein d'une même image, les images I constituent le type d'image le plus volumineux. La norme H.265 a amélioré la prédiction intra en introduisant davantage de modes directionnels et des blocs de prédiction plus grands que ceux de la norme H.264.
- **Les images P** sont des images prédictives, encodées en prédisant les différences par rapport à une ou deux images I ou P précédentes. Leur taille est nettement inférieure à celle des images I, car elles ne contiennent que des vecteurs de mouvement (indiquant comment les blocs de pixels se sont déplacés) et des données résiduelles (les différences entre l'image prédite et l'image réelle). Si les images P représentent efficacement les mouvements d'une image à l'autre, le fait qu'elles s'appuient sur une référence antérieure peut limiter la précision de la prédiction lors de mouvements complexes ou de changements de scène importants.
- **Les trames B** sont des trames bi-prédictives qui s'appuient à la fois sur des données passées et futures afin d'optimiser l'efficacité du codage. Elles permettent d'obtenir les taux de compression les plus élevés en exploitant les informations provenant de deux sources et en recourant à une hiérarchie qui empêche les artefacts de se propager à d'autres images. Bien qu'elles soient idéales pour la fluidité du mouvement, les trames B provoquent un retard de décodage en raison de leur dépendance vis-à-vis des images futures. La norme H.265 a amélioré les performances des trames B grâce à des listes de référence flexibles et à une prédiction adaptative des vecteurs de mouvement.

7.1.2 Approche flexible d'AV1 en matière d'interprédiction

AV1 conserve le principe consistant à se référencer à d'autres images afin de réduire le volume de données, tout en remplaçant les étiquettes rigides « image P » ou « trame B » par une structure inter-images versatile.

- **Les images clés** remplissent le même rôle fondamental que les images I, en fournissant des images autonomes pouvant être décodées indépendamment. Elles restent indispensables pour le lancement de la relecture, la recherche et la résilience face aux erreurs. Grâce à l'intra-prédiction améliorée, même les images clés « complètes » du format AV1 sont encodées plus efficacement que les images I des anciens codecs, ce qui permet de réduire leur taille tout en préservant la qualité. Parmi les outils de prédiction intra spécifiques, on trouve notamment des modes plus directionnels, des prédicteurs de Paeth et de palette, ainsi que Chroma de Luma.
 - Un plus grand nombre de modes directionnels signifie une plage plus large de 56 angles pour prédire les valeurs des pixels à partir des pixels voisins, contre 35 dans la norme H.265 et neuf dans la norme H.264.
 - Le prédicteur Paeth sélectionne les directions en fonction des gradients, tandis que le prédicteur de palette gère efficacement les contenus à jeux de couleurs limités, comme c'est le cas en infographie.
 - La technique « Chroma from Luma » (CfL) est une technique de prédiction intra qui prédit les informations de couleur (chroma) à partir des données de luminosité (luma).
- **Les images inter-prédites** représentent le mouvement et les changements entre les images clés. Elles sont fondamentalement similaires aux images P, mais surpassent les capacités des images P et des trames B grâce à l'utilisation d'une structure de référence multidirectionnelle. Contrairement aux images P, qui ne comportent qu'une seule référence, et aux trames B, qui peuvent en comporter jusqu'à deux, les images inter-prédites AV1 peuvent faire référence à un maximum de six images précédemment décodées pour un bloc donné. L'encodeur peut ainsi trouver la meilleure correspondance parmi plusieurs distances temporelles, pour une prédiction plus précise et des résidus plus faibles.

7.2 Jeux d'outils de codage avancés

AV1 présente plusieurs outils sophistiqués pour affiner le mode de traitement des blocs.

Partitionnement avancé par blocs. Bien que le codec AV1 prenne en charge les superblocs de 128×128 , son principal atout réside dans la flexibilité de son partitionnement en blocs. Les superblocs de 128×128 ou 64×64 pixels peuvent être divisés selon des schémas très flexibles comme les divisions en forme de T ou des rapports d'aspect de 4:1 ou 1:4, jusqu'à 4×4 pixels. L'encodeur peut ainsi partitionner les images autour de détails fins avec une précision supérieure à celle offerte par les structures rigides des normes H.264 ou H.265.

Prédiction de composés. Cette fonctionnalité active le mixage de deux prévisions différentes pour un même bloc. La synthèse inter-inter combine différentes images de référence ou vecteurs de mouvement, tandis que la synthèse inter-intra effectue un mixage des prédictions inter et intra afin d'améliorer les contours des objets. Des outils comme la prédiction partitionnée en coins permettent de créer des lignes de transition obliques fluides entre les prédictions fusionnées, afin d'éviter les artefacts en blocs et de séparer avec précision les objets en mouvement.

7.3 Fonctionnalités d'efficacité opérationnelle

Certains outils AV1 sont spécialement conçus pour optimiser les mouvements de caméra et la diffusion de flux de données en continu.

Mouvement global et mouvement déformé. Le format AV1 prend en compte les mouvements de caméra tels que le panoramique, l'inclinaison ou le zoom en appliquant un ensemble unique de paramètres de déformation à de vastes régions ou à des images entières. Cela évite d'avoir à encoder des vecteurs de mouvement individuels pour chaque bloc lors du déplacement de la caméra et s'avère très efficace pour les séquences de surveillance.

Trames de commutateur (trames S). Il s'agit d'images inter-prédites spécialisées conçues pour le flux en continu à débit binaire adaptatif. Elles peuvent être prédites à partir d'un référentiel à résolution supérieure. Un décodeur peut ainsi basculer vers un flux de résolution inférieure sans nécessiter une image de référence complète, ce qui permet de s'adapter aux variations changeantes du réseau.

7.4 Traitement et filtrage

AV1 apporte plusieurs améliorations mathématiques et en matière de post-traitement, qui renforcent la qualité d'image finale et l'efficacité de l'encodage.

Une précision interne supérieure. AV1 effectue un traitement en interne à une vitesse de 10 ou 12 octets par échantillon, pour réduire les erreurs d'arrondi et préserver les détails. Cela s'avère particulièrement utile dans les situations présentant une grande plage dynamique.

Transformations. Le format AV1 prend en charge un éventail de transformations nettement plus large que le format H.265. Il utilise différents types de transformations pour transposer les motifs résiduels dans le domaine fréquentiel, notamment la DCT (transformée en cosinus discrète) rectangulaire et la DST (transformée en sinus discrète) asymétrique. Le codec peut combiner plusieurs transformations unidimensionnelles, tant horizontalement que verticalement, pour mieux s'adapter aux caractéristiques des données résiduelles.

Filtrage en boucle. AV1 utilise le filtre d'amélioration directionnelle contrainte (CDEF) pour atténuer les artefacts de résonance le long des contours dominants. Cette norme utilise également un filtre de restauration de boucle de type Wiener afin de réduire les artefacts de brouillage sur l'ensemble de l'image.

Synthèse du grain de la pellicule. Plutôt que de coder efficacement un bruit aléatoire, AV1 transmet des paramètres pour synthétiser le grain au niveau du décodeur. Cela permet de conserver la texture visuellement perçue tout en économisant une quantité importante de débit binaire. Cette fonctionnalité est destinée au cinéma et à la télévision plutôt qu'à la surveillance.

Codage arithmétique non binaire. Le format AV1 utilise un codeur arithmétique non binaire qui peut s'avérer plus efficace et plus rapide à mettre en œuvre au niveau matériel que les systèmes CABAC binaires utilisés dans les normes H.264 ou H.265.

8 Guide d'intégration technique

8.1 Diffusion et décodage de vidéos au format AV1 sur les dispositifs Axis

Axis prend en charge la norme d'encodage vidéo AV1 sur les dispositifs équipés du système sur puce (SoC) ARTPEC-9, ou d'une version ultérieure. Cette implémentation est entièrement conforme aux spécifications AV1 et prend en charge le Main profile avec profondeur de couleur de 8 octets pour garantir la compatibilité sur un large éventail de plates-formes.

La bibliothèque de diffusion de données en flux d'Axis prend en charge la diffusion de vidéos au format AV1 via RTSP/RTP. Cette implémentation est écrite en C# et utilise VAPIX pour communiquer avec les dispositifs Axis.

Des stratégies de décodage spécifiques sont mises en œuvre en fonction de la plate-forme de visionnage, pour garantir une lecture très performante. Pour les applications de bureau, FFmpeg est utilisé avec le décodeur dav1d activé. Les clients Web s'appuient sur la prise en charge intégrée du format de vidéo AV1 dans les navigateurs modernes.

Pour les applications mobiles développées pour iOS et Android, l'implémentation AV1 d'Axis allie flexibilité et performances. FFmpeg est utilisé pour extraire les images vidéo du flux. Le décodage proprement dit est effectué par la plate-forme mobile elle-même. Les lecteurs vidéo natifs gèrent le rendu des images pour garantir une relecture fluide et une consommation énergétique efficace.

8.2 Éléments clés à prendre en compte pour les développeurs

Les API VAPIX® fournissent les outils et la documentation nécessaires à une intégration personnalisée avec AXIS OS. Pour des conseils sur la manière d'intégrer la vidéo encodée en AV1 provenant de nos dispositifs dans vos intégrations et solutions, veuillez consulter la documentation destinée aux développeurs d'Axis, en particulier : <https://developer.axis.com/video-streaming-and-recording/av1/how-to-guides/integration-guide-av1/>

Avant de procéder à l'intégration avec des dispositifs Axis compatibles AV1, assurez-vous que le matériel et les logiciels de votre système prennent en charge le décodage vidéo AV1. La vidéo AV1 peut nécessiter davantage de ressources processeur que le format H.265 si la prise en charge matérielle fait défaut ou si la bibliothèque du décodeur n'est pas optimisée. Envisagez d'améliorer les performances de votre application en recourant au multithreading, à l'accélération par GPU ou à d'autres techniques.

L'utilisation de la technologie vidéo AV1 est soumise à des conditions générales de licence. Il vous incombe d'obtenir auprès de tiers toutes les licences de brevets ou autre propriété intellectuelle nécessaires à l'utilisation de la technologie vidéo AV1.

8.2.1 Récupération des flux AV1

8.2.1.1 Protocoles standard

Les développeurs peuvent demander des flux AV1 à l'aide de protocoles standard comme RTSP/RTP ou HTTP, en ayant accès à une URL spécifique qui accepte des paramètres de diffusion en continu, tels que le codec, la résolution, la fréquence d'image et le débit binaire.

8.2.1.2 WebRTC

Vous pouvez aussi utiliser WebRTC pour récupérer des flux AV1. Vous devez utiliser pour cela une application cliente WebRTC afin de visionner le flux vidéo, au moins un serveur de signalisation pour configurer la connexion initiale, ainsi qu'un serveur STUN ou TURN pour le franchissement du NAT.

Pour l'application cliente WebRTC, l'option la plus courante et la plus flexible consiste à utiliser un navigateur Web moderne et à développer une page Web à l'aide de JavaScript afin d'interagir avec les API WebRTC (comme RTCPeerConnection et getUserMedia). Dans le cas des ordinateurs de bureau ou des appareils mobiles, vous

pourriez plutôt développer une application personnalisée à l'aide de bibliothèques WebRTC (comme LibWebRTC) afin d'intégrer le flux vidéo.

Si vous n'utilisez pas de solution Axis Cloud Connect, vous devrez héberger votre propre serveur de signalisation. Il jouera le rôle de coordinateur, permettant à la caméra Axis (en tant que point d'extrémité WebRTC) et à votre client (l'autre point d'extrémité) d'échanger les informations nécessaires pour établir une connexion directe.

Éléments concernés :

- Offres et réponses SDP (Session Description Protocol). Elles décrivent les capacités multimédias et les configurations de chaque pair.
- Candidats ICE (Interactive Connectivity Establishment). Il s'agit d'adresses réseau potentielles (combinaisons d'adresses IP et de ports) par lesquelles chaque pair pourrait être joignable.

Vous pouvez mettre en place un serveur de signalisation en utilisant diverses technologies de backend (comme Node.js avec WebSockets, Python, Java ou Go) pour gérer ces échanges.

La plupart des dispositifs, notamment les caméras et les ordinateurs clients, sont situés derrière des routeurs NAT (Network Address Translator) et des pare-feu. Cela rend difficiles les connexions directes entre pairs, car leurs adresses IP internes ne sont pas routables publiquement. Un serveur STUN (Session Traversal Utilities for NAT) permet aux pairs de déterminer leurs adresses IP publiques et leurs mappages de ports. Il est relativement léger. Vous pouvez utiliser des serveurs STUN publics ou héberger les vôtres.

Si le protocole STUN ne suffit pas à établir une connexion directe (à cause, par exemple, de NAT symétriques restrictifs ou de pare-feu d'entreprise), un serveur TURN (Traversal Using Relays around NAT) est nécessaire. Le serveur TURN fait office de relais, en acheminant le trafic multimédia entre les pairs. Cela consomme davantage de bande passante et entraîne un léger retard, mais cela garantit la connectivité. Vous devrez héberger votre propre serveur TURN.

8.2.2 Décodage et restitution des flux AV1

Pour décoder des flux vidéo AV1 dans votre application, vous pouvez utiliser FFmpeg, un framework multimédia open source très répandu. Pour lire des flux vidéo AV1, vous pouvez utiliser la plupart des navigateurs, lecteurs multimédias, équipements vidéo ou bibliothèques open source les plus récents.

9 Attribution des marques commerciales

© 2026 Axis Communications AB. AXIS COMMUNICATIONS, AXIS, ARTPEC et VAPIX sont des marques déposées d'Axis AB dans différentes juridictions. Microsoft et Windows sont des marques déposées du groupe Microsoft. MacOS et Apple sont des marques commerciales d'Apple Inc., déposées aux États-Unis et dans d'autres pays. iOS est une marque commerciale ou une marque déposée de Cisco aux États-Unis et dans d'autres pays, et est utilisée sous licence. Android et Google sont des marques commerciales de Google LLC. Linux est la marque déposée de Linus Torvalds aux États-Unis et dans d'autres pays. ONVIF est une marque commerciale d'ONVIF, Inc. Toutes les autres marques sont la propriété de leurs détenteurs respectifs.

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