

Principaux avantages et inconvénients de l'utilisation de la vidéo sur IP dans le domaine de la production audiovisuelle

Résumé

L'adoption de la vidéo sur IP dans le secteur de la production audiovisuelle connaît une croissance rapide. Cette transition offre des avantages considérables tels que la flexibilité, l'évolutivité, les capacités de production à distance et des gains d'efficacité potentiels en termes de coûts. Cependant, elle présente également des inconvénients notables, notamment les exigences en matière de bande passante, la latence potentielle, la complexité accrue et les préoccupations liées à la sécurité. Ce rapport analyse en détail ces avantages et ces inconvénients, soulignant l'impact global et la trajectoire future de la vidéo sur IP dans l'industrie.

Introduction

La vidéo sur IP, dans le contexte de la production audiovisuelle, fait référence à l'utilisation de réseaux basés sur le protocole Internet pour la transmission de signaux vidéo, audio et de métadonnées. Cette approche représente une évolution significative par rapport aux flux de travail traditionnels basés sur l'interface numérique série (SDI), et cette transition est motivée par une demande croissante de production à distance, la nécessité de prendre en charge des résolutions plus élevées et le besoin de flux de travail plus flexibles.¹ L'objectif de ce rapport est de fournir une analyse équilibrée et approfondie des principaux avantages et inconvénients de l'utilisation de la vidéo sur IP dans ce domaine. Le passage à la vidéo sur IP marque un tournant fondamental dans l'infrastructure audiovisuelle, s'éloignant des connexions câblées dédiées au profit de solutions basées sur le réseau.⁵ L'audiovisuel traditionnel reposait sur des connexions point à point avec des câbles SDI. La vidéo sur IP exploite la flexibilité de l'infrastructure réseau, permettant des systèmes plus dynamiques et évolutifs. Ce changement reflète les tendances plus larges de la technologie vers des opérations centrées sur le réseau.

Avantages de la vidéo sur IP dans la production audiovisuelle

Flexibilité et évolutivité améliorées pour les flux de travail de production

Les réseaux IP permettent aux flux vidéo de transiter de manière transparente entre de multiples destinations, contrairement aux limitations point à point du SDI.¹ L'ajout de nouvelles sources ou destinations vidéo se fait aussi simplement que la configuration d'une connexion réseau, éliminant ainsi le besoin de câblage supplémentaire ou de matériel spécialisé.² L'infrastructure IP offre une évolutivité

incroyable par rapport aux routeurs SDI traditionnels.⁶ Les commutateurs IP sont bidirectionnels et peuvent gérer de multiples ports d'entrée et de sortie, contrairement au SDI.⁴ La flexibilité et l'évolutivité inhérentes aux réseaux IP permettent des environnements de production plus adaptables et pérennes. À mesure que les besoins de production évoluent et que de nouvelles technologies émergent (par exemple, des résolutions plus élevées, de nouveaux formats), les systèmes basés sur IP peuvent s'adapter plus facilement grâce à des configurations logicielles et des mises à niveau de réseau plutôt que de nécessiter des révisions matérielles importantes, comme on le voit souvent avec le SDI.

Activation de la production et de la contribution à distance

L'IP permet aux équipes de production de travailler pratiquement n'importe où avec une connexion Internet, réduisant ainsi les coûts de déplacement et facilitant l'accès aux talents mondiaux.² La contribution IP permet aux créateurs de contenu de contribuer des médias depuis n'importe quel endroit disposant d'un accès à Internet.⁷ Les équipes distantes peuvent collaborer en temps réel sur des projets, examiner des séquences et effectuer des modifications, quel que soit leur emplacement physique.⁷ La production à distance (REMI) alimentée par la vidéo sur IP est en passe de devenir un moyen courant de produire du contenu vidéo en direct, brisant les barrières géographiques.⁸ La possibilité de gérer et de contribuer à des productions à distance offre des avantages significatifs en termes de réduction des coûts, d'efficacité et d'accès à un plus large éventail de talents. Ceci est particulièrement pertinent dans l'environnement de travail mondialisé et de plus en plus distant d'aujourd'hui.

Potentiel de réduction des coûts dans l'infrastructure et les opérations

L'IP exploite les réseaux Ethernet existants, éliminant potentiellement le besoin de câbles AV séparés et permettant l'intégration avec d'autres services basés sur le réseau.⁹ La réduction du câblage entraîne des coûts d'installation moins élevés et des configurations moins complexes.⁸ L'IP peut réduire les dépenses d'investissement en utilisant du matériel informatique standard par rapport au matériel SDI propriétaire.² La consolidation des services sur les réseaux IP peut supprimer les silos commerciaux traditionnels, générant ainsi efficacité et économies de coûts.¹⁰ Bien que l'investissement initial dans l'infrastructure IP puisse être une préoccupation, le coût total de possession (TCO) à long terme peut être inférieur en raison de la réduction du câblage, de la maintenance et des gains d'efficacité opérationnelle.⁸ La convergence de l'infrastructure AV et informatique sur un seul réseau IP peut entraîner des économies de coûts importantes au fil du temps en réduisant le besoin de systèmes séparés, de matériel spécialisé et d'un câblage étendu.

Intégration transparente avec les réseaux informatiques existants

La vidéo sur IP utilise les mêmes technologies qui sous-tendent Internet, permettant ainsi le routage des signaux vidéo sur les réseaux informatiques standard.²

L'intégration aux réseaux IP Ethernet existants permet d'intégrer le fonctionnement des caméras de surveillance à l'environnement informatique d'une organisation. La convergence de l'audiovisuel et de l'informatique sur une infrastructure IP commune rationalise les opérations et la gestion. En tirant parti de l'infrastructure informatique existante, les organisations peuvent réduire le besoin de réseaux et d'équipements audiovisuels spécialisés, simplifiant ainsi la gestion et réduisant potentiellement les coûts. Cette convergence facilite également une meilleure intégration avec d'autres services et applications informatiques.

Prise en charge de la vidéo de haute qualité et des formats émergents

Les réseaux IP peuvent gérer des bandes passantes plus élevées et de nouveaux protocoles sans nécessiter une refonte complète de l'infrastructure, prenant ainsi en charge des résolutions plus élevées et des formats en évolution.² La diffusion IP permet la diffusion audio et vidéo de haute qualité avec une latence réduite, garantissant des diffusions en direct et des expériences de streaming plus fluides.¹¹

Les caméras IP modernes offrent une excellente qualité d'image et une haute résolution, permettant ainsi de meilleurs détails médico-légaux.¹² L'infrastructure vidéo sur IP est mieux positionnée pour répondre à la demande croissante de contenu à plus haute résolution (4K, 8K et au-delà) et de formats vidéo en évolution.² La capacité de bande passante des réseaux IP peut être augmentée plus facilement que l'infrastructure SDI traditionnelle, ce qui en fait une plateforme plus adaptée à la gestion des grands volumes de données associés à la vidéo ultra-haute définition et aux futurs formats vidéo.

Fonctionnalités avancées

Les caméras IP incluent souvent une intelligence intégrée telle que la détection de mouvement, la gestion d'événements et l'analyse.¹³ L'IP permet des intégrations et des fonctionnalités avancées, telles que le stockage en nuage et les logiciels de surveillance avancés.¹⁴ Les caméras IP peuvent offrir des fonctionnalités telles que la visualisation à distance et l'audio bidirectionnel.¹⁵ Les systèmes vidéo sur IP peuvent offrir des fonctionnalités plus avancées par rapport aux systèmes analogiques ou SDI traditionnels, améliorant ainsi leur utilité dans diverses applications.¹³ La nature numérique de la vidéo sur IP permet l'intégration de fonctionnalités logicielles et d'analyses directement dans les appareils et les systèmes, offrant ainsi des capacités améliorées au-delà de la simple transmission et de l'enregistrement vidéo.

Inconvénients et défis de la vidéo sur IP dans la production audiovisuelle

Exigences importantes en matière de bande passante et considérations relatives au réseau

La transmission de vidéo haute résolution sur IP nécessite une bande passante importante, et la capacité du réseau doit être soigneusement évaluée.⁵ Sans des vitesses de réseau et un contrôle du trafic appropriés, la vidéo sur IP peut mettre à rude épreuve les ressources du réseau. La vidéo 4K non compressée nécessite un débit important, nécessitant potentiellement des réseaux de 10 Gbit/s et plus.⁵ La gestion de la bande passante est cruciale dans les déploiements de vidéo sur IP, et une infrastructure réseau inadéquate peut entraîner des problèmes de performances.⁵ La vidéo haute qualité, en particulier aux résolutions et aux fréquences d'images plus élevées, génère de grands volumes de données qui peuvent rapidement saturer la bande passante du réseau si elle n'est pas correctement planifiée et gérée. Cela nécessite un examen attentif de la capacité du réseau, de la qualité de service (QoS) et potentiellement des mises à niveau du réseau.

Problèmes potentiels de latence et défis de synchronisation

La latence peut survenir pendant les processus d'encodage, de transmission et de décodage, entraînant potentiellement des retards dans les applications interactives.⁵ La gigue et le délai du réseau peuvent avoir un impact négatif sur l'expérience du spectateur, en particulier sur les réseaux étendus (WAN).²⁰ La synchronisation des flux IP indépendants de vidéo, d'audio et de métadonnées peut être difficile.²¹ La latence et la synchronisation sont des préoccupations essentielles dans la production en direct et les applications en temps réel utilisant la vidéo sur IP.⁵ La nature par paquets des réseaux IP et le traitement impliqué dans l'encodage et le décodage vidéo peuvent introduire une latence, ce qui peut être préjudiciable dans les scénarios nécessitant une interaction en temps réel ou une synchronisation précise entre différents éléments multimédias.

Complexité accrue de la gestion et de la configuration du réseau

La mise en œuvre de l'AV sur IP nécessite une infrastructure réseau robuste et correctement configurée, nécessitant potentiellement des connaissances informatiques spécialisées.⁹ La configuration du réseau, y compris les VLAN, la QoS et le routage multidiffusion, peut être complexe.⁵ Le dépannage des systèmes vidéo sur IP peut être plus complexe que le SDI traditionnel en raison de l'implication de multiples composants et fournisseurs de réseau.²³ La gestion et la configuration des

systèmes vidéo sur IP nécessitent un ensemble de compétences différent qui relie les domaines traditionnels de l'audiovisuel et de l'informatique.⁵ L'intégration de l'audiovisuel dans les réseaux informatiques introduit une nouvelle couche de complexité liée à la gestion, à la sécurité et au dépannage du réseau. Les professionnels de l'audiovisuel devront peut-être acquérir des compétences en réseau informatique, ou les organisations devront peut-être favoriser une meilleure collaboration entre les équipes audiovisuelles et informatiques.

Préoccupations relatives à la sécurité et nécessité de mesures de cybersécurité robustes

L'intégration des systèmes audiovisuels aux réseaux d'entreprise soulève des préoccupations en matière de sécurité, nécessitant un cryptage et des contrôles d'accès appropriés.⁵ Les systèmes basés sur IP sont susceptibles d'être victimes de menaces de cybersécurité telles que le piratage et l'accès non autorisé.⁵ Le contenu transmis sur Internet nécessite des mesures de cybersécurité robustes pour prévenir le piratage et l'accès non autorisé.¹¹ La sécurité est une préoccupation primordiale lors du déploiement de la vidéo sur IP, en particulier lorsqu'elle est connectée à des réseaux publics ou qu'elle gère du contenu sensible.⁵ La connexion des systèmes audiovisuels aux réseaux IP les expose aux mêmes vulnérabilités de sécurité que les autres périphériques réseau. La mise en œuvre de mesures de sécurité strictes, telles que le cryptage, les pare-feu et les contrôles d'accès, est essentielle pour protéger l'intégrité et la confidentialité des données vidéo et audio.

Défis d'interopérabilité et paysage évolutif des normes

Le manque de normalisation complète à l'échelle de l'industrie peut entraîner des problèmes de compatibilité entre les équipements et les protocoles de différents fabricants.⁵ Bien que des normes telles que SMPTE ST 2110 et ONVIF existent, elles ne sont pas universellement adoptées ou sans limitations.⁵ Différents protocoles propriétaires utilisés par divers fabricants peuvent entraver l'interopérabilité.²⁶ Il peut être difficile d'obtenir une interopérabilité transparente entre les appareils vidéo sur IP de différents fournisseurs en raison du paysage évolutif et parfois fragmenté des normes et des protocoles.⁵ Bien que des efforts soient en cours pour normaliser le transport et le contrôle de la vidéo sur IP, l'industrie est encore en transition, divers fabricants adoptant différentes approches et protocoles. Cela peut créer des défis pour les utilisateurs qui tentent d'intégrer des équipements de plusieurs fournisseurs.

Coûts initiaux potentiellement plus élevés pour la transition et les nouveaux équipements

La mise en œuvre de l'infrastructure SMPTE ST 2110 peut impliquer des coûts initiaux

importants associés au matériel, aux logiciels et aux équipements spécialisés du réseau IP.²² Bien que les prix des caméras IP baissent, elles peuvent initialement être plus chères que les caméras analogiques.²⁸ La mise à niveau de l'infrastructure réseau pour prendre en charge les demandes de bande passante de la vidéo sur IP peut également entraîner des coûts importants.⁹ L'investissement initial requis pour la transition vers l'infrastructure vidéo sur IP et l'acquisition de nouveaux équipements compatibles IP peut être plus élevé que celui des systèmes SDI ou analogiques traditionnels.⁵ Le coût des commutateurs réseau, des encodeurs, des décodeurs et potentiellement de la mise à niveau du câblage réseau peut représenter un investissement initial important. Cependant, comme indiqué précédemment, le coût total de possession (TCO) à long terme peut toujours être favorable en raison des économies opérationnelles.

Principales technologies et protocoles vidéo sur IP pour la production audiovisuelle

NDI (Interface de périphérique réseau)

Il s'agit d'une technologie libre de droits développée par NewTek qui permet aux produits compatibles vidéo de communiquer, de fournir et de recevoir de la vidéo haute qualité à faible latence sur les réseaux IP.³¹ Il prend en charge les flux de haute qualité (jusqu'à 4K), la précision des images et une faible latence avec l'audio et les métadonnées dans le même flux.³⁴ Il offre une découverte plug-and-play des appareils NDI sur un réseau IP standard.³² Il facilite la vidéo et l'audio bidirectionnels sur IP, permettant la transmission de signaux multidirectionnels.³² Il existe deux types principaux : NDI|HX (compression H.264 pour des débits de données inférieurs) et NDI complet (débits de données plus élevés et latence plus faible).³⁴ NDI simplifie les flux de travail de production vidéo en permettant une connectivité et une transmission faciles de vidéo haute qualité sur les réseaux IP standard, ce qui le rend adapté à la production en direct et à la collaboration.³² La facilité d'utilisation, la haute qualité et la faible latence offertes par NDI en ont fait un choix populaire pour diverses applications audiovisuelles, du streaming d'événements en direct aux communications d'entreprise et à l'éducation. Sa nature logicielle et sa compatibilité avec l'infrastructure réseau existante contribuent à son adoption généralisée.

SRT (Transport sécurisé et fiable)

Il s'agit d'un protocole de transport vidéo open source conçu pour un streaming sécurisé à faible latence sur les réseaux instables comme l'Internet public.³⁷ Il combine la fiabilité du TCP/IP avec la vitesse de l'UDP, offrant une correction d'erreur et une sécurité (cryptage AES).³⁷ Il optimise les performances du streaming vidéo sur les

réseaux imprévisibles, gérant la perte de paquets, la gigue et les fluctuations de bande passante.³⁸ Il est indépendant du codec, prenant en charge tout type de contenu vidéo.³⁷ Il facilite la traversée facile des pare-feu.³⁷ Le SRT est essentiel pour la diffusion de vidéo en direct de haute qualité sur Internet, en particulier dans les scénarios où les conditions de réseau sont peu fiables, tels que la diffusion à distance et le streaming d'événements en direct.³⁸ La capacité du SRT à assurer une transmission vidéo fiable et sécurisée sur l'Internet public en a fait un protocole essentiel pour la contribution et la distribution de contenu dans diverses applications multimédias professionnelles.

SMPTE ST 2110

Il s'agit d'une suite de normes définissant les médias professionnels sur un réseau IP, spécifiant la manière dont la vidéo, l'audio et les données auxiliaires doivent être empaquetés et transportés.⁴² Il transporte la vidéo, l'audio et les métadonnées sous forme de flux d'essence séparés sur IP, permettant un traitement et un routage indépendants.⁴ Il est basé sur VSF TR-03 et utilise RTP (Real-time Protocol) comme protocole de transport sous-jacent.⁴² Il s'appuie sur le protocole de temps de précision (PTP) pour une synchronisation précise de tous les flux.²¹ Il vise à remplacer l'infrastructure SDI traditionnelle dans les environnements de diffusion et de production en direct.⁴² SMPTE ST 2110 est une norme fondamentale pour la transition vers des flux de travail entièrement IP dans la diffusion professionnelle, offrant flexibilité, évolutivité et capacités de bande passante élevées.²² En séparant la vidéo, l'audio et les données en flux indépendants et en assurant une synchronisation précise, ST 2110 fournit un cadre robuste pour la gestion des flux de travail multimédias complexes dans les installations de diffusion modernes.

AV sur IP (Audio-Visuel sur Protocole Internet)

Il s'agit de la transmission de signaux audio, vidéo, de métadonnées et de contrôle sur une infrastructure réseau utilisant le protocole Internet.⁵ Il utilise des câbles Ethernet et des commutateurs réseau au lieu des environnements AV analogiques traditionnels avec des connexions de câbles point à point et des commutateurs matriciels.⁸ Il augmente la capacité d'entrée-sortie et l'évolutivité en permettant l'extension par l'ajout de commutateurs IP.⁵ Il permet la production et la contribution vidéo à distance.⁸ Il offre une flexibilité dans l'intégration de divers équipements AV sur un réseau unifié.⁵ L'AV sur IP transforme la distribution AV en offrant une flexibilité, une évolutivité et une rentabilité accrues pour un large éventail d'applications.⁵ En tirant parti de l'infrastructure réseau standard, l'AV sur IP offre un moyen plus polyvalent et efficace de gérer et de distribuer du contenu audiovisuel par rapport aux systèmes AV

traditionnels, centrés sur le matériel.

Autres protocoles pertinents (par exemple, HLS, RTMP, RTSP)

- **HLS (HTTP Live Streaming)** : Principalement utilisé pour la lecture en continu en raison de sa large compatibilité, en particulier avec les appareils Apple.⁵⁶ Il prend en charge le streaming à débit adaptatif, mais a traditionnellement une latence plus élevée.⁵⁶ HLS à faible latence (LL-HLS) résout les problèmes de latence.⁵⁸
- **RTMP (Real-Time Messaging Protocol)** : Historiquement populaire pour l'ingestion de flux en direct en raison de sa faible latence, mais son utilisation pour la lecture est en déclin en raison de la diminution d'Adobe Flash.⁵⁶ Il est toujours utilisé pour la transmission vidéo serveur à serveur.⁵⁸
- **RTSP (Real-Time Streaming Protocol)** : Protocole de contrôle réseau pour l'établissement et le contrôle de sessions multimédias, couramment utilisé dans les caméras de sécurité IP et les appareils IoT pour l'accès et le contrôle vidéo en temps réel.⁵⁶

Applications et cas d'utilisation de la vidéo sur IP dans la production audiovisuelle

Production à distance (REMI) et flux de travail distribués

Les diffuseurs peuvent gérer des événements en direct à distance, réduisant ainsi le besoin de grandes équipes sur site et de cars régie.⁸ Permet une contribution à partir de lieux distants, tels que des journalistes reportant depuis le terrain.⁷ Facilite la collaboration en temps réel entre des équipes géographiquement dispersées.⁷ Les flux de travail REMI sont de plus en plus courants, permettant une production rentable et efficace d'événements en direct et de reportages.⁸ La possibilité de centraliser les ressources de production et de gérer les événements à distance offre des économies de coûts et des avantages logistiques importants, en particulier pour les organisations couvrant plusieurs lieux ou événements.

Salles de contrôle et studios de production basés sur IP

L'infrastructure IP permet un routage et une distribution flexibles des signaux vidéo et audio à l'intérieur et entre les salles de contrôle et les studios.⁵ Permet l'intégration de diverses sources de données et systèmes informatiques dans une plateforme centralisée.⁵⁰ Facilite la création de studios virtuels et d'environnements de production basés sur le cloud.³² L'IP transforme les opérations des salles de contrôle en offrant une plus grande flexibilité, évolutivité et capacités d'intégration par rapport aux systèmes traditionnels basés sur SDI.⁵ L'agilité et l'évolutivité des réseaux IP permettent une gestion plus dynamique et efficace du nombre croissant de sources

vidéo et audio dans les salles de contrôle modernes.

Distribution IP pour la diffusion et l'affichage dynamique

La multidiffusion IP permet la distribution de vidéo et d'audio à n'importe quel nombre d'écrans sur un réseau, ce qui est idéal pour l'affichage dynamique et les déploiements à grande échelle.⁴⁸ Le contenu peut être géré et contrôlé sur de nombreux écrans à partir d'un emplacement central.⁴⁸ La distribution IP offre une meilleure évolutivité et une plus grande flexibilité pour l'extension des réseaux de diffusion.⁶³ La distribution basée sur IP révolutionne la manière dont le contenu est diffusé aux audiences dans la diffusion, l'affichage dynamique et d'autres applications, offrant une plus grande portée et flexibilité.⁴⁸ La possibilité de distribuer facilement du contenu sur les réseaux IP à un grand nombre de points d'extrémité en fait une solution très efficace et rentable pour divers scénarios de diffusion de contenu.

Streaming d'événements en direct et webdiffusion

Les protocoles IP tels que SRT et NDI sont largement utilisés pour le streaming d'événements en direct avec une haute qualité et une faible latence sur Internet.⁸ Permet le streaming en direct interactif et l'intégration d'invités à distance.³⁴ Prend en charge la diffusion simultanée sur plusieurs plateformes et appareils.⁶¹ La vidéo sur IP est l'épine dorsale du streaming d'événements en direct modernes, permettant aux diffuseurs et aux créateurs de contenu d'atteindre des audiences mondiales avec de la vidéo en temps réel de haute qualité.⁸ La flexibilité et la portée des réseaux IP, combinées aux protocoles optimisés pour le transport vidéo en direct, ont fait de l'IP la technologie dominante pour la diffusion d'événements en direct sur Internet.

Communications d'entreprise et formation

La vidéo sur IP facilite les sessions de formation à distance et les communications d'entreprise entre différents sites.¹⁴ Permet la création de capacités de production vidéo internes pour les diffusions et événements d'entreprise.³³ Permet la distribution de vidéos de formation et de messages d'entreprise sur divers écrans et appareils au sein d'une installation.⁴⁸ La vidéo sur IP fournit aux organisations de puissants outils pour les communications internes et externes ainsi que pour la formation, améliorant ainsi l'engagement et l'efficacité.¹⁴ La possibilité de créer, de distribuer et de gérer facilement du contenu vidéo sur les réseaux IP en fait un atout précieux pour les communications d'entreprise, la formation et le partage de connaissances.

Vidéo sur IP vs flux de travail SDI traditionnels

Caractéristique	Vidéo sur IP	SDI (Interface numérique série)
Flexibilité	Très flexible, routage défini par logiciel, adaptable aux changements	Moins flexible, dépend du recâblage physique et du matériel dédié
Évolutivité	Très évolutif, facile d'ajouter des points d'extrémité via l'infrastructure réseau	Évolutivité limitée, nécessite plus de câblage physique et de matériel
Coût	TCO potentiellement inférieur à long terme, exploite l'infrastructure informatique	Coûts plus élevés à long terme en raison du câblage, du matériel spécialisé et des mises à niveau
Capacité à distance	Permet la production et la contribution à distance sur les réseaux IP	Capacités à distance limitées, nécessite principalement une présence physique
Bande passante	Capacité de bande passante élevée, prend en charge les formats émergents	Bande passante fixe, difficultés avec les résolutions ultra-haute définition
Complexité	Complexité réseau accrue, nécessite des connaissances en informatique et en audiovisuel	Connexions point à point plus simples, plus faciles à dépanner pour les professionnels de l'audiovisuel
Interopérabilité	Normes en évolution, problèmes d'interopérabilité potentiels entre les fournisseurs	Normalisé au sein de l'écosystème SDI, mais difficultés d'intégration avec l'IP
Câblage	Utilise principalement des câbles Ethernet, moins de câbles nécessaires	Nécessite des câbles coaxiaux dédiés pour chaque connexion
Routage	Routage basé sur le réseau via des commutateurs IP	Commutation de circuits à l'aide de routeurs vidéo
Synchronisation	S'appuie sur le protocole de	Synchronisation inhérente au

	temps de précision (PTP)	sein d'un seul câble
--	--------------------------	----------------------

Bien que le SDI ait été une norme fiable, la vidéo sur IP offre des avantages significatifs en termes de flexibilité, d'évolutivité et de rentabilité pour les besoins modernes de production audiovisuelle.¹ Les limites du SDI en matière de gestion des demandes croissantes de bande passante, de prise en charge des flux de travail à distance et de routage flexible entraînent la transition vers des solutions basées sur IP.

Tendances futures de la vidéo sur IP pour la production audiovisuelle

L'impact de l'IA et de l'apprentissage automatique

L'IA transformera les systèmes AV sur IP grâce à l'optimisation automatisée des signaux, à la maintenance prédictive et au routage intelligent du contenu.⁶⁵ L'IA peut améliorer la visioconférence grâce à des fonctionnalités telles que le cadrage automatique et la transcription.⁶⁷ La technologie de maintenance prédictive peut analyser l'équipement AV en temps réel, identifiant les dysfonctionnements potentiels.⁶⁶

Adoption de résolutions plus élevées (8K et au-delà)

Les solutions AV sur IP continueront d'évoluer pour prendre en charge des résolutions plus élevées comme la 8K, nécessitant de nouvelles technologies de compression.⁶⁵ Les écrans 8K deviennent la nouvelle norme pour les événements à grande échelle, exigeant une infrastructure IP robuste.⁶⁶

Développements dans les technologies de compression

Les progrès continus en matière de compression vidéo (par exemple, H.266/VVC, AV1) aideront à gérer les demandes de bande passante de la vidéo haute résolution sur IP.⁶⁸ Des codecs plus efficaces permettront une meilleure qualité à des débits binaires inférieurs, optimisant ainsi l'utilisation du réseau.

Avancements dans l'infrastructure réseau (par exemple, 5G)

Le développement de la technologie 5G promet des avancées significatives dans la fiabilité et la vitesse de la transmission vidéo IP sans fil.⁵ La 5G permettra de nouveaux scénarios d'installation mobiles et temporaires pour la vidéo de qualité broadcast sur IP.

Efforts de normalisation et améliorations de l'interopérabilité

Des initiatives telles qu'IPMX (Internet Protocol Media Experience) visent à créer des cadres indépendants des fournisseurs pour l'interopérabilité AV sur IP.⁵ L'adoption accrue de normes telles que SMPTE ST 2110 améliorera l'interopérabilité dans les environnements de diffusion.

Convergence avec l'IoT

L'AV sur IP s'intégrera de plus en plus aux écosystèmes plus larges de l'Internet des objets (IoT), permettant une coordination transparente entre les systèmes audiovisuels, les contrôles environnementaux et d'autres technologies de bâtiments intelligents.⁶⁵

Informatique de périphérie

Le traitement se rapprochera des points d'extrémité, réduisant ainsi la latence et les besoins en bande passante en effectuant l'encodage/décodage et le traitement du contenu à la périphérie du réseau.⁵

Virtualisation

De nombreux composants matériels seront remplacés par des solutions définies par logiciel fonctionnant sur des plateformes informatiques standard, augmentant ainsi la flexibilité et réduisant les coûts.⁵

Études de cas et mises en œuvre concrètes

Il existe de nombreux exemples de déploiements réussis de la vidéo sur IP dans divers secteurs. Le GIO Stadium Canberra a bénéficié d'une mise à niveau générationnelle de ses systèmes d'affichage et d'IPTV.⁶⁹ Le conseil municipal de Nuuk a modernisé son système AV avec la technologie Televic et les commutateurs AVoIP NETGEAR.⁶⁹ StreamGeeks a utilisé les commutateurs NETGEAR AV Line M4250 pour créer une configuration avancée de streaming en direct avec plusieurs caméras 4K.⁶⁹ Tech Design X, la base de R&D du Tokyo Broadcasting System, exploite pleinement les commutateurs AV sur IP de NETGEAR pour créer du contenu pour l'avenir.⁶⁹ La solution de diffusion IP innovante d'EMG utilise les commutateurs NETGEAR Pro AV M4250, M4300 et M4350 pour captiver les audiences du monde entier.⁶⁹ TV 2 en Norvège a été le premier diffuseur européen à tirer parti du potentiel de l'IP pour transformer deux installations dans des villes différentes en un seul grand réseau.⁷⁰ Broadcast Beat, une société de production et de streaming en direct, a mis à jour ses studios en 2020 en intégrant des caméras robotisées basées sur IP.⁷¹ Ces exemples soulignent la polyvalence et les avantages de la vidéo sur IP dans divers environnements de

production.

Conclusion et recommandations

La vidéo sur IP offre de nombreux avantages pour la production audiovisuelle, notamment la flexibilité, l'évolutivité, les capacités à distance, les économies de coûts potentielles et la prise en charge de la vidéo de haute qualité. Bien qu'il existe des défis tels que les exigences en matière de bande passante, la latence potentielle, la complexité, les préoccupations liées à la sécurité et les problèmes d'interopérabilité, les avantages de la vidéo sur IP l'emportent souvent sur les inconvénients, en particulier pour les organisations cherchant à moderniser leurs flux de travail de production audiovisuelle et à s'adapter aux demandes futures.

Pour les organisations envisageant d'adopter la vidéo sur IP, il est recommandé de :

- Évaluer minutieusement l'infrastructure réseau et les besoins en bande passante.
- Élaborer une stratégie de sécurité complète.
- Investir dans la formation du personnel pour la gestion des systèmes basés sur IP.
- Évaluer soigneusement l'interopérabilité entre les équipements de différents fournisseurs.
- Envisager une approche progressive pour la transition du SDI vers l'IP.
- Explorer le potentiel des principales technologies et protocoles vidéo sur IP tels que NDI, SRT et SMPTE ST 2110 en fonction des besoins spécifiques.
- Planifier les tendances futures telles que les résolutions plus élevées et l'intégration de l'IA.

En conclusion, la vidéo sur IP est un moteur de transformation dans le domaine de la production audiovisuelle, et son importance continuera de croître à mesure que la technologie évolue.

Sources des citations

1. medialooks.com, consulté le avril 27, 2025, <https://medialooks.com/articles/exploring-ip-based-video-production-workflows/#:~:text=Unlike%20SDI%2C%20which%20is%20limited,or%20orchestrating%20a%20corporate%20webinar.>
2. Exploring IP-Based Video Production Workflows - Medialooks, consulté le avril 27, 2025, <https://medialooks.com/articles/exploring-ip-based-video-production-workflows/>
3. Why should broadcasters prefer IP Technology over SDI?, consulté le avril 27, 2025, <https://www.rgbbroadcasting.com/blog/why-should-broadcasters-prefer-ip-tech>

- [nology-over-sdi/](#)
4. From SDI to IP: The Evolution of Distribution - SMPTE, consulté le avril 27, 2025, <https://www.smpte.org/blog/sdi-ip-evolution-distribution>
 5. Guide to AV over IP: Everything You Should Know - AVIXA, consulté le avril 27, 2025, <https://www.avixa.org/pro-av-trends/articles/av-over-ip-guide>
 6. SMPTE 2110 For Live Production - Key Code Media, consulté le avril 27, 2025, <https://www.keycodemedia.com/smpte-2110-for-live-production-unveiling-the-future-of-broadcast-2/>
 7. Remote production: contribution over IP - Medialooks, consulté le avril 27, 2025, <https://medialooks.com/articles/remote-production-contribution-over-ip/>
 8. AV over IP: The benefits of remote live video production, consulté le avril 27, 2025, <https://www.epiphan.com/blog/av-over-ip-remote-video-production/>
 9. AV Over IP Demystified - Kordz, consulté le avril 27, 2025, <https://www.kordz.com/articles/av-over-ip-demystified/>
 10. Media Transitioning from SDI to IP to Increase Agility and Efficiency - WWT, consulté le avril 27, 2025, <https://www.wwt.com/article/media-transitioning-from-sdi-to-ip-to-increase-agility-and-efficiency>
 11. IP-Based Broadcasting: Navigating the Transition, consulté le avril 27, 2025, <https://microspace.com/ip-based-broadcasting-navigating-the-transition/>
 12. Video Over IP Networks Explained | Haivision, consulté le avril 27, 2025, <https://www.haivision.com/blog/all/video-over-ip-explained/>
 13. The Top 10 myths about network video - CCTV Handbook 2005 - SMART Security Solutions, consulté le avril 27, 2025, <http://www.securitysa.com/regular.aspx?pklregularid=2214>
 14. Case Studies | Broadcast and Professional AV | Panasonic Global, consulté le avril 27, 2025, <https://pro-av.panasonic.net/en/casestudies/>
 15. What is an IP Camera? Definition, Types & Key Features - Avigilon, consulté le avril 27, 2025, <https://www.avigilon.com/blog/what-is-an-ip-camera>
 16. What Are IP Cameras and How Do They Work? - Bay Alarm, consulté le avril 27, 2025, <https://www.bayalarm.com/blog/what-are-ip-cameras-and-how-do-they-work/>
 17. Best Practices for Audiovisual (AV) over IP Productions - Macking ..., consulté le avril 27, 2025, <https://mackingdomain.com/best-practices-for-audiovisual-av-over-ip-productions/>
 18. The Challenge of Video Over IP | TV Tech - TVTechnology, consulté le avril 27, 2025, <https://www.tvtechnology.com/news/the-challenge-of-video-over-ip>
 19. Seven Standards to Distinguish the Advantages and Disadvantages of AV Over IP Systems (Part 1), consulté le avril 27, 2025, <https://www.tricolortechnology.com/news/education/250.html>
 20. The Challenges Of Sending IP Video Over A WAN - The Broadcast Bridge, consulté le avril 27, 2025, <https://www.thebroadcastbridge.com/content/entry/12382/the-challenges-of-sending-ip-video-over-a-wan>

21. Understanding the Fundamentals of PTP and SMPTE ST 2110 - Phabrix, consulté le avril 27, 2025, <https://leaderphabrix.com/understanding-the-fundamentals-of-ptp-and-smp-te-st-2110/>
22. SDI vs SMPTE ST 2110: Navigating the Crossroads of Modern Broadcast Production, consulté le avril 27, 2025, <https://onediversified.com/insights/blog/smp-te-st-2110>
23. Problem-solving IP video systems challenges - Alcatel-Lucent Enterprise, consulté le avril 27, 2025, <https://www.al-enterprise.com/-/media/assets/internet/documents/problem-solving-ip-video-system-challenges-whitepaper-en.pdf>
24. IP Workflow Intergration : r/VIDEOENGINEERING - Reddit, consulté le avril 27, 2025, https://www.reddit.com/r/VIDEOENGINEERING/comments/1gtcxp3/ip_workflow_intergration/
25. Case Studies - Visionary Solutions, consulté le avril 27, 2025, <https://visionary-av.com/case-studies/>
26. AV Distribution via IP : r/CommercialAV - Reddit, consulté le avril 27, 2025, https://www.reddit.com/r/CommercialAV/comments/11oqvnv/av_distribution_via_ip/
27. ONVIF IP Cameras: A Comprehensive Guide - eufy US, consulté le avril 27, 2025, <https://www.eufy.com/blogs/security-camera/onvif-ip-camera-guide>
28. IP Camera System vs Regular Analog CCTV System – Objective Comparison, consulté le avril 27, 2025, <https://blog.camtechsurveillance.com/?p=66>
29. Comparing Analog vs. IP Camera Technology | IP vs CCTV - Optiview USA, consulté le avril 27, 2025, <https://optiviewusa.com/comparing-analog-vs-ip-technology/>
30. Dispelling the myths of IP video - Myth #2: Network cameras cost more than analog cameras, making IP surveillance too expensive - March 2007 - Axis Communications SA, consulté le avril 27, 2025, <http://www.securitysa.com/article.aspx?pkarticleid=4336>
31. ndi.video, consulté le avril 27, 2025, <https://ndi.video/tech/#:~:text=NDI%20stands%20for%20Network%20Device.exchange%20metadata%20in%20real%2Dtime.>
32. Broadcast & Pro AV Industries: Enhancing Video Production - NDI, consulté le avril 27, 2025, <https://ndi.video/industries/broadcast-proav/>
33. Interoperable Technology For Video Connections - NDI, consulté le avril 27, 2025, <https://ndi.video/tech/>
34. What is NDI and How Does It Work in Pro AV Cameras?, consulté le avril 27, 2025, <https://www.aver.com/AVerExpert/What-Is-NDI-pro-av>
35. NDI Services — Video Production with NDI - Network Device Interface — IDEAL SYSTEMS, consulté le avril 27, 2025, <https://www.idealsys.com/en/ndi>
36. What is NDI® and When Should I Use It?, consulté le avril 27, 2025, <https://ikancorp.com/what-is-ndi-and-when-should-i-use-it/>
37. Secure Reliable Transport (SRT) Protocol - Matrox Video, consulté le avril 27, 2025,

- <https://video.matrox.com/en/media/guides-articles/srt-protocol>
38. What Is SRT Streaming? Learn the Secret to Smooth Live Videos ..., consulté le avril 27, 2025, <https://www.omnistream.live/blog/understanding-the-role-of-srt-in-live-video-streaming>
 39. SRT vs. Other Protocols: Is Secure Reliable Transport For You? - Dacast, consulté le avril 27, 2025, <https://www.dacast.com/blog/secure-reliable-transport/>
 40. SRT Protocol - What is Secure Reliable Transport and how does it work? - GetStream.io, consulté le avril 27, 2025, <https://getstream.io/glossary/srt-protocol/>
 41. SRT: Secure Reliable Transport Protocol - Haivision, consulté le avril 27, 2025, <https://www.haivision.com/products/srt-secure-reliable-transport/>
 42. What is SMPTE ST 2110? - Matrox Video, consulté le avril 27, 2025, <https://video.matrox.com/en/media/guides-articles/what-is-smpte-st-2110>
 43. SMPTE ST 2110 - Society of Motion Picture & Television Engineers, consulté le avril 27, 2025, <https://www.smpte.org/standards/st2110>
 44. SMPTE ST 2110 FAQ | Society of Motion Picture & Television Engineers, consulté le avril 27, 2025, <https://www.smpte.org/smpte-st-2110-faq>
 45. Decoding the Power of the SMPTE 2110 video standard - TVU Networks, consulté le avril 27, 2025, <https://www.tvunetworks.com/guides/smpte-2110/>
 46. Broadcast Use Cases for SMPTE ST 2110 - RAVENNA Network, consulté le avril 27, 2025, <https://www.ravenna-network.com/broadcast-use-cases-for-smpte-st-2110/>
 47. The Importance of AVoIP in the Audio-Video Industry - AVIXA Xchange, consulté le avril 27, 2025, <https://xchange.avixa.org/posts/the-importance-of-avoip-in-the-audio-video-industry>
 48. Understanding AV over IP: Everything You Should Know - Panasonic Connect, consulté le avril 27, 2025, <https://connect.na.panasonic.com/blog/av/proav/understanding-av-over-ip-everything-you-should-know>
 49. Audio Visual Integration, AV Over IP Solution, Video Over IP Solutions | AVCiT, consulté le avril 27, 2025, <https://www.avcit.com/av-over-ip-solutions/>
 50. The Role of Audio Visual Technology in Control Rooms - Datapath Ltd., consulté le avril 27, 2025, <https://www.datapath.co.uk/blog/the-role-of-audio-visual-technology-in-control-rooms/>
 51. Professional Video-over-IP Distribution Basics - Black Box, consulté le avril 27, 2025, <https://www.blackbox.com/insights/blackbox-explains/inner/detail/av/av/professional-video-over-ip-distribution-basics>
 52. Fundamentals of AV over IP - Matrox Video, consulté le avril 27, 2025, <https://video.matrox.com/en/media/guides-articles/fundamentals-av-over-ip>
 53. What You Need to Know About Audio/Video Routing Over IP in Production - Adorama, consulté le avril 27, 2025, <https://www.adorama.com/alc/what-you-need-to-know-about-audio-video-routing>

- [ng-over-ip-in-production/](#)
54. What are the basics for professional video over IP distribution? | Black Box, consulté le avril 27, 2025, <https://www.blackbox.com/en-ae/insights/blogs/technology/2023/07/17/professional-video-over-ip-distribution-basics>
 55. End-To-End Remote Live Workflows - Key Code Media | Audio Visual Systems Integrator, consulté le avril 27, 2025, <https://www.keycodemedia.com/end-to-end-remote-live-workflows/>
 56. Video Streaming Protocols: 6 Preferred Formats for Professional Broadcasting - Dacast, consulté le avril 27, 2025, <https://www.dacast.com/blog/video-streaming-protocol/>
 57. Video Streaming Protocols - RTMP vs RTSP vs HLS vs WebRTC vs SRT which is best?, consulté le avril 27, 2025, <https://getstream.io/blog/streaming-protocols/>
 58. RTMP, HLS, SRT, RTSP, and WebRTC: a comprehensive guide to video streaming protocols in 2024 - Flussonic, consulté le avril 27, 2025, <https://flussonic.com/blog/news/best-video-streaming-protocols/>
 59. What streaming protocols can publish video/audio? - Stack Overflow, consulté le avril 27, 2025, <https://stackoverflow.com/questions/35697778/what-streaming-protocols-can-publish-video-audio>
 60. Video Streaming Protocols: 6 Preferred Formats for Professional Broadcasting - ViewLift, consulté le avril 27, 2025, <https://viewlift.com/resources/blog/video-streaming-protocols-6-preferred-formats-for-professional-broadcasting/>
 61. Live Cloud-Based Remote Production Slowly Gaining Traction - The Broadcast Bridge, consulté le avril 27, 2025, <https://www.thebroadcastbridge.com/content/entry/17348/live-cloud-based-production-slowly-gaining-traction>
 62. V__remote4 - LAWO, consulté le avril 27, 2025, https://lawo.com/products/v__remote-4/
 63. IP distribution revolutionizes TV with scalable content - Brightlink AV LTD, consulté le avril 27, 2025, <https://brightlinkav.com/blogs/news/how-ip-distribution-is-transforming-tv-and-media-broadcasting>
 64. How to Transition from SDI to Video-over-IP Workflow - Technologies for Worship Magazine, consulté le avril 27, 2025, <https://tfwm.com/how-to-transition-from-sdi-to-video-over-ip-workflow/>
 65. www.avixa.org, consulté le avril 27, 2025, <https://www.avixa.org/pro-av-trends/articles/av-over-ip-guide#:~:text=Future%20Trends%20in%20AV%20over%20IP&text=AI%20Integration%3A%20Artificial%20intelligence%20will.enhanced%20analytics%20for%20usage%20patterns.>
 66. Top AV Trends in 2025: What You Need to Know - Audio Visual Nation, consulté le avril 27, 2025, <https://audiovisualnation.com/blog/2025-av-trends/>
 67. Future-Proofing Your AV Investment: Trends and Technologies to Watch in 2025 (and Beyond) - Audio Video Group, consulté le avril 27, 2025,

<https://audiovideogroup.com/future-proofing-your-av-investment-trends-and-technologies-to-watch-in-2025-and-beyond/>

68. Use SRT to live stream - Mux, consulté le avril 27, 2025,
<https://www.mux.com/docs/guides/use-srt-to-live-stream>
69. AV Case Studies - List - NETGEAR Blog, consulté le avril 27, 2025,
<https://www.netgear.com/hub/business/case-studies/av-case-studies/>
70. TV2 case study - LAW0, consulté le avril 27, 2025,
https://lawo.com/Downloaery/88_Case_Studies/Lawo_Case_Study_TV2_Norway.pdf
71. IP-Based Broadcast Video Production Using Robotic Cameras | AV Case Studies - AVIXA, consulté le avril 27, 2025,
<https://www.avixa.org/avixa-tv/videos/IP-Based-Broadcast-Video-Production-Using-Robotic-Cameras-AV-Case-Studies/Gg4QYPZE>