



Guide technique de l'audio sur IP

Technologies et considérations pour un monde de possibilités audio.
Mai 2024

Présentation

Les systèmes audio Axis n'ont pas été conçus pour des experts du son. Ils s'adressent aux utilisateurs qui veulent que le système audio qu'ils installent soit fiable et performant. Sans pour autant être des ingénieurs du son. L'audio IP d'Axis se décline en solutions intelligentes, conviviales et entièrement intégrées. Vous pouvez ainsi explorer et résoudre vos problèmes audio avec plus de facilité et d'efficacité qu'avec des méthodes d'ingénierie audio traditionnelles.

Ce *guide technique de l'audio sur IP* a été créé pour vous aider à utiliser vos systèmes audio sur IP Axis et vous informer des évolutions technologiques. Il s'adresse particulièrement aux partenaires et intégrateurs système Axis, mais concerne aussi tous ceux qui s'intéressent aux possibilités qu'offrent les installations audio IP.

Le guide fournit une vue d'ensemble complète de l'audio sur IP, notamment les produits audio sur IP et les systèmes complets d'Axis, les technologies qui autorisent l'audio sur IP et les principes de base de l'audio et de l'acoustique. Si vous recherchez plutôt des guides ou des informations étape par étape sur la configuration d'un périphérique ou d'un système, consultez l'assistance d'Axis sur la page www.axis.com/support ou les ressources d'Axis Communications Academy, disponibles sur www.axis.com/learning/academy

Dans ce guide, nous allons nous intéresser particulièrement aux cas d'utilisation audio des haut-parleurs et de la diffusion audio, avec des développements sur la sonorisation, les fonctions audio à des fins de sécurité et la musique de fond.

Table des matières

1.	Audio sur IP : présentation, objectifs et avantages	7
1.1	Vue d'ensemble d'un système audio sur IP	7
1.2	Objectifs	8
1.3	Vidéosurveillance avec audio	9
1.4	Transmission audio bidirectionnelle	9
1.5	Avantages de l'audio sur IP	10
1.6	Applications dans des secteurs d'activité clés	12
2.	Matériel audio sur IP	15
2.1	Haut-parleurs réseau	15
2.1.1	Types de haut-parleurs	16
2.2	Périphériques système audio	18
2.2.1	Pont audio réseau	18
2.2.2	Amplificateur audio réseau	19
2.2.3	Contrôleur de volume	20
2.3	Consoles de microphones réseau	21
2.4	Autres produits audio en réseau	21
3.	Logiciel de gestion audio réseau	23
3.1	Fonctions de gestion	23
3.2	Solutions de gestion audio Axis	26
4.	Intégration aux autres systèmes	29
4.1	Les normes ouvertes favorisent l'intégration	29
4.1.1	Intégration de la vidéosurveillance	29
4.1.2	Intégration VoIP	30
4.1.3	Intégration d'un système de notification de masse	30
4.1.4	Alarme incendie et systèmes de communication d'urgence	31
4.1.5	Intégration edge-to-edge	31
5.	Conception d'un système audio sur IP	33
5.1	Connaître l'objectif de votre système	33
5.2	Planifier le réseau	33
5.3	Planification et conception du site audio	34
5.3.1	Faire une enquête sur site	35
5.3.2	Rechercher et comparer des haut-parleurs	35
5.3.2.1	Types de haut-parleurs	36
5.3.2.2	Fonctionnalités des haut-parleurs	36

5.3.3	Déterminer l'homogénéité sonore nécessaire	37
5.3.4	Déterminer la configuration du positionnement des haut-parleurs	38
5.3.5	Choix des supports des haut-parleurs	39
5.3.6	Détermination de la hauteur de montage et du nombre de haut-parleurs	40
5.3.7	Choix d'un logiciel de gestion audio	40
6.	Spécifications réseau	41
6.1	Glossaire de la terminologie réseau	41
6.2	Les spécifications réseau dépendent du choix du logiciel de gestion audio.	43
6.3	Spécifications réseau générales	43
6.4	Spécifications réseau pour AXIS Audio Manager Edge	43
6.5	Spécifications réseau pour AXIS Audio Manager Pro	44
6.6	Spécifications réseau pour AXIS Audio Manager Center	45
7.	Capture audio et analyses audio	47
7.1	Capture audio	47
7.2	Analyses audio	48
7.3	Confidentialité et restrictions légales	48
8.	Considérations de fond sur l'audio	51
8.1	Notions de base relatives à l'audio	51
8.1.1	Qu'est-ce que le son ?	51
8.1.2	Ondes longitudinales	52
8.1.3	Hauteur tonale	53
8.1.4	Pression sonore	54
8.1.5	Valeurs SPL	54
8.1.6	Puissance acoustique	55
8.1.7	Décibels	55
8.1.8	Intensité sonore perçue	56
8.1.9	Fréquence d'échantillonnage	57
8.1.10	Compression de plage dynamique	58
8.1.11	Sensibilité du haut-parleur	59
8.1.12	Réponse polaire	59
8.2	Acoustique	60
8.2.1	Échos	60
8.2.2	Influence des dimensions d'une pièce	61
8.2.3	Neutralisation de l'acoustique d'une pièce	61
8.3	Technologies audio	62
8.3.1	Qualité sonore numérique	62
8.3.2	Haute qualité pour l'audio sur IP	63
8.3.3	Techniques d'optimisation du son	63

8.3.4	Modes de communication audio	64
8.3.5	Suppression d'écho	65
8.3.6	Codecs audio	65
8.3.7	Synchronisation de l'audio et de la vidéo	65
8.3.8	Synchronisation entre plusieurs périphériques audio sur IP	66
9.	Réseaux et cybersécurité	67
9.1	Technologies réseau	67
9.1.1	Réseaux locaux et Ethernet	67
9.1.1.1	Types de réseaux Ethernet	68
9.1.1.2	Connexion de périphériques et de commutateurs réseau	68
9.1.1.3	Power over Ethernet (PoE)	70
9.1.2	Envoyer des données sur Internet	72
9.1.2.1	Adressage IP	73
9.1.2.2	Adresses IPv4	73
9.1.2.3	Adresses IPv6	75
9.1.2.4	Protocoles de transport de données	76
9.1.2.5	SIP	77
9.1.3	Réseaux locaux virtuels	78
9.1.4	Qualité de Service	79
9.2	Protection du système	81
9.2.1	Protection du réseau	81
9.2.1.1	Norme IEEE 802.1x	82
9.2.1.2	HTTPS (HTTP sur TLS)	83
9.2.1.3	SRTP (RTP sécurisé)	83
9.2.1.4	Infrastructure de clé publique (PKI) fiable	83
9.2.1.5	Isolement réseau	83
9.2.2	Protection des dispositifs	84
9.2.2.1	Plateforme de cybersécurité intégrée	84
9.2.2.2	Gestion des comptes utilisateurs	85
9.2.2.3	Filtrage d'adresse IP	85
9.2.2.4	Mise à jour des logiciels des périphériques	85
9.2.3	Protection physique	86
10.	Outils en ligne	87

1. Audio sur IP : présentation, objectifs et avantages

Dans le cadre de la technologie audio sur IP, les flux audio numériques sont transportés sur un réseau IP. Ces systèmes offrent de nombreux avantages par rapport aux systèmes traditionnels qui transmettent du son analogique via un câblage audio dédié. L'audio sur IP Axis vous permet de contrôler l'ensemble de vos haut-parleurs depuis une interface utilisateur unique. À l'aide de la télécommande, vous gérez votre contenu audio, programmez et reprogrammez le contenu, configurez et reconfigurez vos zones audio et surveillez l'état de santé de tous vos périphériques.

1.1 Vue d'ensemble d'un système audio sur IP

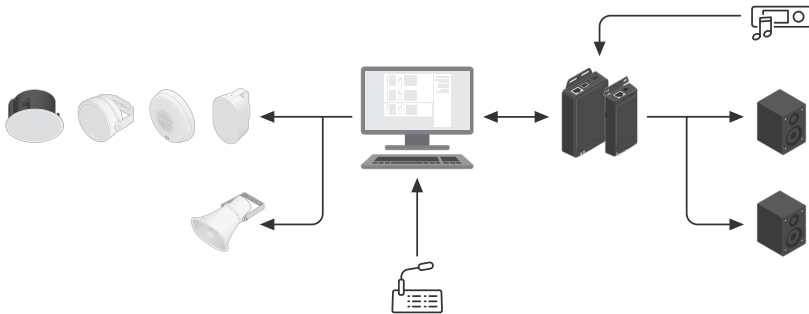


Figure 1.1a Un système audio sur IP peut être contrôlé depuis un seul point via une interface intuitive. Grâce aux périphériques système, vous pouvez également contrôler les sources audio analogiques et les haut-parleurs analogiques dans le cadre du système audio sur IP.

L'audio sur IP utilise un réseau IP et un équipement informatique standard comme structure de base pour transporter et gérer l'audio. Les principaux composants sont les haut-parleurs réseau, les consoles de microphones réseau, le réseau lui-même, un serveur et un logiciel de gestion audio.

L'audio sur IP Axis peut également comprendre des périphériques système qui facilitent la migration d'un ancien système audio (analogique) à l'audio sur IP.

Le réseau, le serveur et les composants de stockage sont des équipements standard courants. Comme les haut-parleurs et les consoles de microphones sont basés sur ordinateur, leurs capacités sont meilleures que celles des systèmes audio analogiques. Les solutions audio sur IP d'Axis sont entièrement numériques.

1.2 Objectifs

Souvent, l'audio sur IP est intégré dans les systèmes de sécurité, où la vidéosurveillance et les messages vocaux forment une combinaison puissante. Mais l'audio sur IP est également utilisé pour les systèmes de sécurité, les annonces de sonorisation et la musique de fond.

- > **Améliorer la sécurité.** L'audio sur IP constitue un complément utile à une installation de sécurité basée sur la vidéo. La protection périmétrique n'est qu'un exemple : imaginez un intrus potentiel qui escalade une clôture. Une caméra réseau enregistre l'événement et alerte le personnel de sécurité. Les agents de sécurité peuvent alors facilement envoyer un avertissement à l'intrus de type : « Nous vous voyons, vous entrez sans autorisation ». Souvent, ce type d'avertissement est suffisant, ce qui permet de réserver des réponses de sécurité plus fortes quand c'est vraiment nécessaire pour protéger les biens. En outre, les haut-parleurs réseau Axis et leurs microphones intégrés ajoutent une nouvelle dimension à un système de sécurité. Ainsi, vous pouvez utiliser les haut-parleurs comme des capteurs de sécurité actifs et des outils d'analyse audio à des fins de détection, par exemple, de bris de vitre ou de coups de feu. Les microphones peuvent également être utilisés pour la transmission audio bidirectionnelle. Si le positionnement du haut-parleur pour la détection ou la communication audio n'est pas optimal, vous pouvez intégrer des microphones autonomes au système.
- > **Renforcer la sécurité.** Avec l'audio sur IP, les informations de sécurité urgentes peuvent être diffusées rapidement et efficacement à un grand nombre de personnes. Dans les villes, les enceintes scolaires ou les zones menacées par des séismes ou d'autres catastrophes naturelles, un système de sonorisation basé sur l'audio IP peut jouer un rôle dans un environnement de sécurité plus large. Les haut-parleurs peuvent être utilisés pour les messages d'urgence d'évacuation, des rappels concernant le port de casque sur les chantiers de construction ou d'autres avertissements pour la sécurité des personnes.
- > **Gagner en efficacité opérationnelle.** Dans les systèmes de sonorisation, l'audio sur IP constitue un moyen flexible de gérer et de diffuser des informations non essentielles, telles que des messages et des actualités dans les écoles, les magasins, les hôtels et les bâtiments publics. Vous pouvez faire des annonces en direct en demandant à quelqu'un (ou par *radiomessagerie*) de se rendre dans une zone spécifique (par exemple, demander à un collègue de se rendre au

rayon mode), faire des annonces programmées (par exemple, sur le début de la journée de classe) ou émettre des annonces en direct ou déclenchées en cas d'urgence. Vous pouvez diffuser dans une ou plusieurs zones pour passer des messages dans des pièces spécifiques.

L'audio sur IP permet également de créer des ambiances avec de la musique de fond. La gestion est facilement effectuée de manière centralisée ou à distance, avec des choix de volume et de musique préréglés. Le système est polyvalent : la musique de fond peut être associée à des annonces programmées et en direct pour rendre l'expérience client plus agréable, et vous décidez quelles sources audio sont prioritaires.

1.3 Vidéosurveillance avec audio

Une solution de sécurité avec audio et vidéo peut être surveillée ou non surveillée, avec différents niveaux d'intégration des caméras.

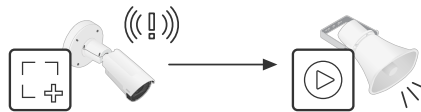


Figure 1.3a *Solution non surveillée* : une caméra dotée d'outils d'analyse détecte les mouvements ou d'autres événements dans une zone à accès restreint et envoie une commande à un haut-parleur pour lire un message audio préenregistré.



Figure 1.3b *Solution surveillée* : une caméra dotée d'outils d'analyse détecte les mouvements ou d'autres événements et envoie une notification à un opérateur. L'opérateur peut choisir de diffuser un message audio préenregistré ou de parler en direct via le haut-parleur.

1.4 Transmission audio bidirectionnelle

Les périphériques Axis assurent la transmission audio bidirectionnelle (son duplex). Les haut-parleurs Axis disposent d'un microphone intégré qui leur permet à la fois de détecter et de diffuser le son, ce qui rend possible les conversations. Le microphone est doté également d'une fonction de

test du haut-parleur pour les tests d'intégrité à distance, ce qui vous permet de vérifier que le système fonctionne.

Grâce à l'entrée de microphone externe, vous pouvez brancher un microphone supplémentaire dans les cas où le haut-parleur est installé à une plus grande distance des auditeurs. Si vous disposez d'une caméra IP avec transmission audio bidirectionnelle, vous pouvez à la fois voir et entendre ce qui se passe dans vos locaux et, si nécessaire, discuter en temps réel avec les visiteurs ou les intrus.

En mode *half-duplex*, vous pouvez envoyer et recevoir le son (parler et écouter) seulement dans une direction à la fois, comme avec un talkie-walkie. La direction est contrôlée automatiquement par le biais d'un logiciel de détection de la voix, ou manuellement par l'intermédiaire d'un bouton poussoir physique. Le *half-duplex* ne présente aucun risque de problèmes d'écho car le haut-parleur et le microphone ne sont jamais actifs en même temps.

En mode *full-duplex*, vous pouvez envoyer et recevoir le son (parler et écouter) en même temps, comme dans le cadre d'une conversation téléphonique. Le haut-parleur utilise la fonction de suppression d'écho avancée, ce qui empêche le retour du son du haut-parleur dans le microphone.

1.5 Avantages de l'audio sur IP

Les avantages et fonctionnalités avancées d'un système audio sur IP entièrement numérique sont nombreux.

- > **Se connecte aux réseaux standard.** Un système audio sur IP est composé de véritables périphériques informatiques qui se connectent au réseau standard sans devoir passer par un câblage audio dédié. Les périphériques audio réseau Axis sont alimentés via PoE (Power over Ethernet), c'est-à-dire par le même câble Ethernet qui transporte les données audio. Cette technologie permet de réduire les coûts d'installation tout en augmentant la fiabilité du système. Nul besoin d'avoir une prise de courant à proximité des haut-parleurs, ni d'utiliser des câbles audio supplémentaires, ni de faire appel à des techniciens pour calculer les dimensions et la capacité des câbles. Si vous souhaitez conserver un câblage audio existant ou des haut-parleurs analogiques, des dispositifs système spécifiques le permettent, tout en proposant certains avantages du numérique.
- > **Entièrement numérique.** Dans l'audio sur IP Axis, le son est entièrement numérique de la source jusqu'au haut-parleur. Le son est stocké, traité et transmis numériquement, sans conversion analogique-numérique ou numérique-analogique. Contrairement à l'audio analogique, il n'y a pas d'impact sur la qualité du son et la force du signal. Le processeur de signal numérique intégré permet d'optimiser le son directement dans les haut-parleurs. Aucun technicien ne doit se rendre sur site pour contrôler la qualité de l'audio. Le signal sonore reste

fort, et ce quelle que soit la longueur des câbles. Les annonces audio sont claires et simples à comprendre.

- > **Accessibilité centralisée à distance.** Les périphériques audio réseau peuvent être configurés et accessibles à distance. Ainsi, les utilisateurs autorisés peuvent les contrôler depuis pratiquement n'importe quel emplacement en réseau dans le monde.
- > **Surveillance de l'état de santé à distance.** Les haut-parleurs Axis sont dotés d'une fonctionnalité d'auto-test qui démarre à partir de la télécommande. Cela permet de vérifier que le haut-parleur fonctionne correctement, par retour audio au système. Aucun technicien ne doit se rendre sur site pour vérifier les haut-parleurs, qui ne présentent aucun risque de dysfonctionnement sans que vous le sachiez.
- > **Intégration facile et pérenne.** L'utilisation de la technologie IP à norme ouverte simplifie l'intégration avec d'autres systèmes. Les haut-parleurs peuvent être intégrés directement à un système de gestion vidéo (VMS) ou à un système de téléphonie VoIP (Voice over IP) standard. Avec un seul système intégré, il est facile de répondre à des besoins changeants.
- > **Flexibilité et évolutivité.** L'IP assure la flexibilité et présente une importante capacité de reconfiguration, en cas de changements imprévus en matière d'exigences système. Les zones et les groupes de haut-parleurs peuvent être reconfigurés sans utiliser de nouveaux câbles. Le système audio peut être étendu ou modifié si nécessaire. Le logiciel facilite cette mise en œuvre.
- > **Tout intégré.** Généralement, un système audio traditionnel nécessite un local technique dédié pour placer les armoires en rack avec tous les composants audio, tels que les amplificateurs de puissance, les processeurs de signal numérique, etc. Avec l'audio sur IP Axis, ces tâches sont effectuées par un traitement edge dans les haut-parleurs. Les haut-parleurs Axis sont des systèmes audio complets de haute qualité et il n'est pas nécessaire d'avoir un local technique. Même le logiciel de gestion audio pour le traitement du zonage, du contenu et de la programmation est intégré.
- > **Rentabilité.** Les nombreux avantages de l'audio sur IP contribuent à maintenir un coût total de possession faible. Le système nécessite moins de câblage et de composants que l'audio analogique. La surveillance de l'état de santé et la maintenance à distance nécessitent moins d'heures de personnel et permettent de réduire les pannes. La facilité d'intégration et l'évolutivité de la technologie permettent également de maintenir les coûts au plus bas. En outre, l'audio sur IP est rentable, car le système est multifonctionnel : émission d'annonces en direct, lecture d'avertissements préenregistrés et utilisation d'une musique de fond pour créer une atmosphère.

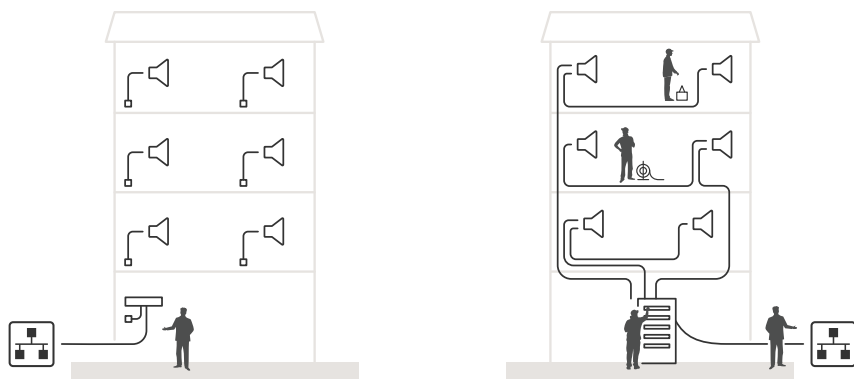


Figure 1.5a L'audio sur IP (à gauche) nécessite moins de câblage et de composants que l'audio analogique (à droite). Les périphériques audio réseau se connectent au réseau standard et sont alimentés par le câble Ethernet qui transporte également les données audio.

1.6 Applications dans des secteurs d'activité clés

L'audio sur IP peut être utilisé dans un nombre quasiment illimité d'applications, à des fins de sécurité ou de sûreté et pour l'efficacité opérationnelle. Son utilisation typique dans des secteurs d'activité clés comprend :

- > **Villes intelligentes.** L'audio sur IP peut être un complément utile à la surveillance vidéo sur IP pour la prévention de la criminalité dans les villes. Il permet également d'accroître la sécurité en guidant les personnes en cas d'urgence.
- > **Vente au détail.** L'audio sur IP fournit aux magasins de détail un système flexible et facile à gérer pour les annonces et les messages à destination du personnel ou des clients. Il permet de dissuader les voleurs à l'étalage et les rôdeurs avec des messages vocaux appropriés, mais également de lire des annonces commerciales et de la musique de fond depuis un téléphone mobile ou un système téléphonique.
- > **Infrastructure critique.** Dans les centrales électriques et les industries lourdes, les systèmes audio sur IP peuvent émettre des annonces et des avertissements concernant les risques de sécurité et les incidents tels que les fuites de gaz, les déversements d'hydrocarbures ou les fuites chimiques. Ils peuvent émettre des messages de sécurité, tels que « Le port du casque est obligatoire ».
- > **Secteur industriel.** Dans les entrepôts, les centres de données et les centres logistiques, l'audio sur IP peut émettre des annonces déclenchées ou en direct concernant les problèmes de sécurité et les incidents. Les messages peuvent également être liés à l'efficacité de l'entreprise ;

il peut s'agir de rappels sur les changements d'équipe et les pauses. De la musique de fond peut également être diffusée pour le bien-être du personnel.

- > **Éducation.** Dans une école ou sur un campus, l'audio sur IP peut constituer un système de sonorisation flexible pour les messages d'information. Il peut également renforcer la sécurité grâce à des annonces portant sur des instructions et des avertissements en direct ou déclenchés en cas d'incident. Le système audio bidirectionnel permet la communication entre l'administration de l'établissement scolaire et les équipes de formation. L'audio sur IP peut également être utilisé pour améliorer la qualité du son dans les salles de classe en connectant l'équipement de présentation.
- > **Transport.** Dans les gares, les métros et les tunnels, l'audio sur IP peut être utilisé pour des messages de sécurité afin d'empêcher le vandalisme et le vol, ainsi que pour des avertissements et des consignes de sécurité en cas d'incident. Il peut également servir à communiquer des informations importantes sur les retards ou les changements d'horaires.



Figure 1.6a L'audio sur IP peut être installé à des fins de sécurité ou de sûreté et pour l'efficacité opérationnelle.

2. Matériel audio sur IP

Les haut-parleurs réseau forment la base physique de l'audio sur IP. Ils peuvent être de différents types en fonction de la finalité du système. Les périphériques système audio permettent de connecter l'audio analogique et l'audio sur IP, tandis que des consoles de microphones peuvent être utilisées pour compléter le système avec une fonctionnalité de sonorisation en direct. Axis fournit tous les éléments nécessaires d'un système audio complet.

2.1 Haut-parleurs réseau

Les haut-parleurs de réseau Axis sont des systèmes audio complets de haute qualité. Ils bénéficient de la technologie Power over Ethernet (PoE) et se connectent aux réseaux standard.



Figure 2.1a *Gauche : Les haut-parleurs audio sur IP sont des systèmes audio complets. Droite : Les haut-parleurs traditionnels nécessitent du matériel supplémentaire.*

Chaque haut-parleur Axis est constitué comme suit :

- > Amplificateur intégré et processeur de signal numérique pour un son préconfiguré.
- > Logiciel de gestion audio intégré, qui prend en charge les annonces en direct ou préenregistrées, la musique de fond, la programmation du contenu audio, le zonage et la priorité des sources audio.
- > Microphone intégré.
- > Transmission audio bidirectionnelle, qui est activée par le microphone intégré.

- > Fonction de test intégrée pour la vérification de l'état de santé à distance, qui est activée par le microphone intégré et l'utilisation de tonalités de test.
- > Mémoire embarquée pour le stockage de clips audio.
- > Ports d'E/S pour l'intégration à d'autres systèmes et périphériques.
- > LED intégrée (dans certains types de haut-parleurs) pour une confirmation visuelle de l'état.

2.1.1 Types de haut-parleurs

Les facteurs de forme, les pressions sonores et les possibilités de montage varient : certains types de haut-parleurs sont optimisés pour diffuser des annonces claires et audibles dans des environnements extérieurs bruyants, tandis que d'autres fonctionnent mieux dans de petits espaces.



Figure 2.1b *Haut-parleurs Axis.*

Haut-parleur à pavillon. Un haut-parleur réseau à pavillon Axis présente un très haut niveau de pression sonore et maximise l'intensité sonore des fréquences auxquelles l'oreille humaine est la plus sensible. Cela signifie qu'un message peut être émis aussi clairement que possible. En raison de

sa forme, le haut-parleur dirige tout le son dans une direction, ce qui améliore la pression sonore. Un haut-parleur à pavillon peut être utilisé dans des zones intérieures bruyantes, telles que des entrepôts et des usines, ou dans des installations extérieures. Il peut être monté sur un poteau ou un mur. Axis propose également un haut-parleur réseau à pavillon avec boîtier antidéflagrant, certifié pour une utilisation dans les zones dangereuses.

Projecteur sonore. Les projecteurs sonores réseau d'Axis ont un niveau de pression sonore élevé et un son naturel et de qualité. Les messages sont par conséquent transmis dans la plus grande clarté possible, et le son de la musique de fond est tout aussi bon. Un projecteur sonore peut être utilisé dans des installations extérieures ou des zones intérieures bruyantes, et installé sur un poteau, un mur ou un plafond. Il est adapté à une utilisation dans des endroits faciles à atteindre où le risque de vandalisme est plus élevé ; le projecteur sonore, qui est résistant aux actes de vandalisme, a également un design élégant et minimaliste qui se fond facilement dans l'environnement.

Haut-parleur de plafond. Les haut-parleurs réseau de plafond Axis procurent un niveau de pression sonore moyen et doivent être utilisés dans des zones intérieures ou extérieures moins bruyantes, telles que des hôpitaux, des magasins ou des immeubles de bureaux. Ils peuvent être montés dans un faux plafond, où ils seront très discrets et bien intégrés physiquement.

Haut-parleur suspendu. Les haut-parleurs réseau Axis suspendus ont un niveau de pression sonore moyen et conviennent aux zones intérieures moins bruyantes avec de hauts plafonds. Ils sont proposés en deux tailles, et la longueur du câble peut être réglée de manière à s'adapter dans un plafond haut.

Mini haut-parleur. Les mini haut-parleurs réseau Axis offrent un niveau de pression sonore faible et doivent être utilisés dans les zones intérieures plus calmes. Ils sont petits et discrets et s'adaptent aux petits espaces ou couloirs, où ils peuvent être montés sur un mur ou un plafond. Ils assurent une large couverture audio, ce qui signifie que vous avez besoin de moins de haut-parleurs. Le mini haut-parleur dispose d'un capteur infrarouge passif intégré pour la détection de mouvement, qui peut être configurée afin que le haut-parleur émette automatiquement un message audio quand quelqu'un approche.

Haut-parleur caisson. Les haut-parleurs caisson réseau d'Axis offrent un niveau de pression sonore moyen. Ils peuvent être utilisés dans la plupart des zones intérieures, mais leur utilisation est moins optimale dans les environnements très bruyants. Ils peuvent également être utilisés partiellement à l'extérieur, ce qui signifie qu'ils peuvent être installés sous un toit qui les protègent contre les fortes pluies. Le haut-parleur caisson peut être monté horizontalement ou verticalement, sur un mur, dans un plafond ou avec un kit de suspension.

2.2 Périphériques système audio

Certains périphériques système audio permettent une migration transparente de l'audio analogique vers l'audio sur IP. Ces périphériques permettent d'associer d'anciens équipements, tels que des systèmes de haut-parleurs analogiques avec ou sans amplificateur, et des équipements audio en réseau afin de bénéficier des avantages de l'audio sur IP sans devoir remplacer tous les équipements en même temps. Axis propose un pont audio réseau et un amplificateur audio réseau à cet effet. En outre, un contrôleur de volume facilite le réglage local du volume et la sélection de la source.

2.2.1 Pont audio réseau

Le pont audio réseau Axis est un petit périphérique polyvalent qui connecte et associe les systèmes audio analogiques et sur IP. Il peut être alimenté par PoE ou utiliser une alimentation électrique standard.

Entrée analogique. Le pont audio réseau vous permet de connecter différents équipements audio qui utilisent des interfaces analogiques et de s'en servir comme entrée dans des systèmes numériques. Vous pouvez, par exemple, connecter un ordinateur portable pour effectuer une présentation, ou un téléphone mobile pour diffuser de la musique, mais aussi des lecteurs de musique ou des projecteurs.

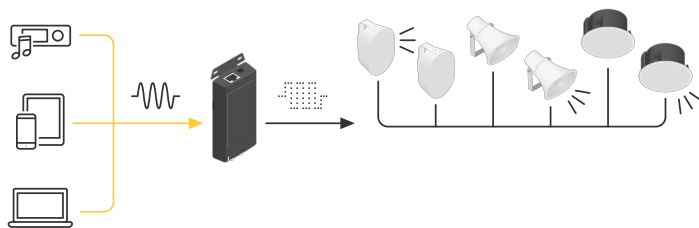


Figure 2.2a Un pont audio réseau associe des sources audio analogiques à des haut-parleurs réseau.

Un pont audio réseau vous permet également de continuer à utiliser un système audio analogique existant tout en l'étendant avec l'audio sur IP pour accroître ses fonctionnalités et assurer sa pérennité. Un pont audio réseau peut associer les deux systèmes et offrir des fonctionnalités réseau optimisées, même sur les systèmes analogiques, tout en protégeant l'important investissement vraisemblablement consacré au système analogique existant pendant que vous migrez progressivement vers l'audio sur IP.

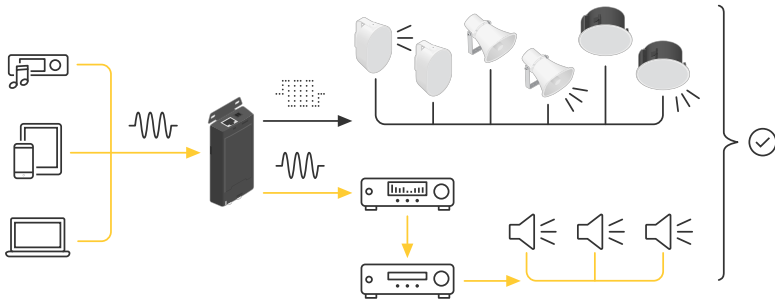


Figure 2.2b Un pont audio réseau associe un système analogique à un système audio sur IP.

Sortie analogique. Un pont audio sur IP peut être utilisé pour connecter n'importe quelle source audio numérique à un système de haut-parleurs analogiques. Vous pouvez, par exemple, déclencher des annonces ou passer des messages en direct via votre système de téléphonie sur IP. Un pont audio unique peut activer la fonctionnalité IP sur un système analogique en mesure d'intégrer des centaines de haut-parleurs.

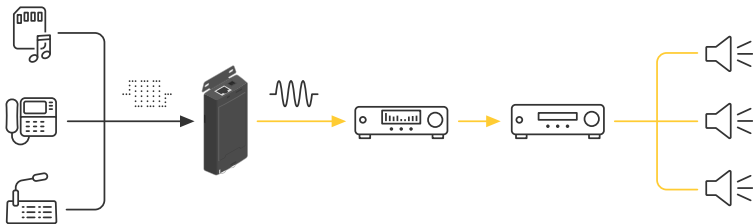


Figure 2.2c Le pont audio réseau connecte des sources audio numériques à un système audio analogique.

2.2.2 Amplificateur audio réseau

Un amplificateur audio réseau Axis est un petit périphérique permettant de connecter un ou plusieurs haut-parleurs analogiques. Il dispose d'un amplificateur et d'un processeur de signal numérique (DSP) intégrés, générant une puissance de sortie totale de 15 W. L'amplificateur est alimenté par PoE.

Avec l'amplificateur audio, les haut-parleurs passifs et les haut-parleurs audio sur IP peuvent être associés dans une seule installation et fonctionner ensemble parfaitement. L'amplificateur et un

haut-parleur passif fonctionnent ensemble, à tous égards, comme un haut-parleur réseau. Le haut-parleur passif peut être géré via un système de gestion audio : les haut-parleurs réseau et les haut-parleurs passifs peuvent être contrôlés et gérés depuis un emplacement unique.

Des câbles de haut-parleur standard servent à raccorder le haut-parleur à l'amplificateur. L'amplificateur est alors connecté au réseau IP du bâtiment. En cas de raccordement à un seul haut-parleur, l'amplificateur peut être fixé directement à l'arrière de ce haut-parleur. En cas de raccordement à des haut-parleurs dans un faux-plafond, l'amplificateur peut également être monté discrètement au-dessus de ce plafond, en le dissimulant. En fonction du cas d'utilisation et de l'environnement, il est recommandé d'utiliser l'amplificateur avec 8 haut-parleurs au maximum.

2.2.3 Contrôleur de volume

Les boutons du contrôleur de volume Axis permettent simplement de régler le volume et de sélectionner la source audio localement dans une zone audio. Ce dispositif convient parfaitement aux environnements dont les niveaux d'occupation ou de bruit sont variables, comme les magasins, les entrepôts et les cafétérias. Il est également bien adapté aux espaces qui abritent une grande variété d'activités et d'événements, comme les centres communautaires ou les salles de soins de santé. Le panneau de commande indique clairement comment augmenter et baisser le volume, couper le son et présente jusqu'à trois sources audio préconfigurées.

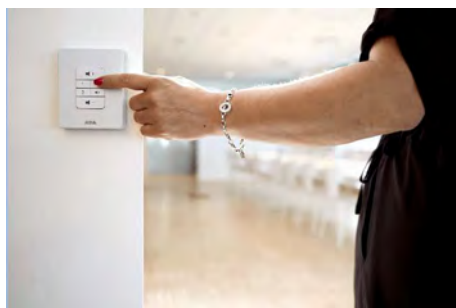


Figure 2.2d Le contrôleur de volume permet de régler facilement le volume local des sources audio sur IP préconfigurées.

Les réglages effectués via le contrôleur de volume affectent uniquement la source audio sélectionnée dans la zone associée, mais pas les annonces en direct ou programmées, la radiomessagerie ou le système de sonorisation. Les messages vocaux sont toujours transmis. Les sources audio possibles et le volume maximal sont configurés dans le logiciel de gestion audio Axis, de sorte que l'équipe du siège social ou le gestionnaire audio local définit le degré de flexibilité. Le contrôleur de volume s'installe facilement, il suffit de le connecter au port d'E/S d'un périphérique audio Axis compatible dans la zone associée. Il est alimenté par le périphérique et utilise sa

connectivité. Dans les zones audio étendues, autant de contrôleurs que nécessaire peuvent être installés afin de faciliter l'accès du personnel.

2.3 Consoles de microphones réseau

Axis propose une console de microphone dotée d'un microphone, de plusieurs boutons configurables et d'un serveur de gestion audio intégré. Elle peut être connectée à un réseau standard avec PoE et intégrée à des haut-parleurs réseau pour créer un système de sonorisation complet, pour les annonces en direct et préenregistrées. Grâce à l'interface utilisateur Web du logiciel intégré du microphone, vous pouvez configurer les boutons et leur attribuer les actions de votre choix. Chaque bouton peut être associé à une seule zone ou à une combinaison de zones, puis modifié aussi souvent que vous le souhaitez.

2.4 Autres produits audio en réseau

Sirène stroboscopique en réseau. Il s'agit d'un dispositif alimenté par PoE adapté à de nombreuses applications. La sirène stroboscopique se connecte à un périphérique Axis, à Axis VMS, ou à un VMS tiers pour produire un signal et une alarme à l'aide d'un éclairage stroboscope et d'alarmes sirène. Comportant différents clips sonores et modèles de lumière blanche/RGBA, elle peut être configurée avec des profils pour déclencher différentes réponses. Elle est idéale pour son effet dissuasif sur les intrus et les gains d'efficacité opérationnelle qu'elle génère.



Figure 2.4a À l'exception des alarmes sirène, les sirènes stroboscopiques en réseau sont disponibles en plusieurs couleurs et modèles de lumière.

Kit micro. Il s'agit d'un microphone intégré doté d'options de connectivité. Il vous permet d'écouter et d'enregistrer les sons dans des endroits où la qualité audio est importante et lorsque les caméras ne sont pas autorisées. Le kit est robuste et conçu pour résister aux conditions en extérieur. Il est

idéal pour loger le pont audio réseau et bénéficier des avantages du système audio en réseau. Cette combinaison vous permet d'ajouter facilement des analyses intelligentes pour détecter, par exemple, les comportements agressifs, les bris de verre et les coups de feu.



Figure 2.4b Le kit de microphone est constitué d'un microphone intégré doté d'options de connectivité.

3. Logiciel de gestion audio réseau

Un aspect important d'un système audio est la gestion du contenu audio ainsi que la gestion des périphériques. Avec le logiciel de gestion audio approprié, il est facile de mettre à jour la programmation, le zonage et le contenu audio. Un système audio sur IP peut également être géré et contrôlé efficacement, quelle que soit sa taille et sa complexité, sur un site unique ou plusieurs sites.

3.1 Fonctions de gestion

Le logiciel sophistiqué de gestion audio sur IP est essentiel pour la flexibilité de l'audio sur IP. Avec des fonctions telles que le contrôle centralisé, la gestion facilitée des zones et des contenus à distance ainsi que la surveillance centralisée de l'état de santé, un système audio sur IP peut être totalement contrôlé par le logiciel. Les modifications peuvent être appliquées sans nouveau câblage ni intervention physique d'une personne sur site. Le logiciel de gestion audio permet également l'intégration à d'autres systèmes.

- > **Commande centrale.** Le contrôle de tous vos périphériques et de leurs profils s'exerce à partir d'un emplacement unique. Si vous disposez d'un système multisite, vous pouvez gérer tous les sites et l'ensemble de leurs périphériques à partir d'un emplacement unique. Les directives, règles et protocoles peuvent être mis en œuvre simultanément dans tout le système sans intervention physique d'une personne sur les sites. Le système peut être mis à jour à la volée, dans le logiciel.

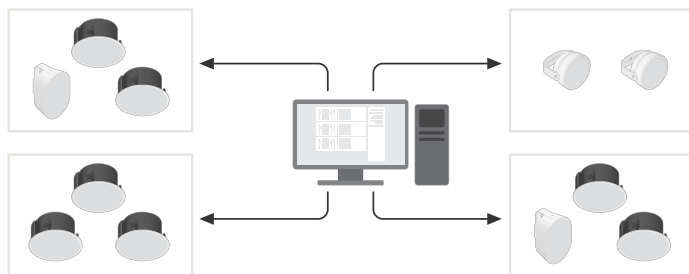


Figure 3.1a Contrôle centralisé de plusieurs périphériques audio sur un seul site.

- > **Gestion des utilisateurs.** Il est possible d'assigner différents niveaux de privilèges d'accès aux utilisateurs, en fonction de leur rôle dans l'organisation.
- > **Gestion de zone.** Les grands espaces peuvent être subdivisés en zones, et chaque zone peut contenir plusieurs haut-parleurs. Vous pouvez ainsi diffuser les annonces (préenregistrées ou en direct) et la musique dans des zones spécifiques. Le zonage du système permet également d'adapter le volume aux différents types de contenus séparément pour chaque zone.



Figure 3.1b La répartition en zones permet de contrôler et d'adapter le contenu audio en fonction de l'audience. Il est facile de modifier les zones dans le logiciel selon les besoins. Dans cette installation, la deuxième zone a été divisée une nouvelle fois afin de créer une zone 3.

- > **Gestion des contenus.** Les fichiers locaux d'annonces, de publicités, de musique et de configuration de la diffusion du contenu peuvent être gérés pour tous les sites et toutes les zones via une seule interface utilisateur. Cela facilite la configuration et l'association des sources audio, des configurations et des destinations.
- > **Programmation.** Les annonces récurrentes peuvent être émises par l'intermédiaire de la programmation, ce qui permet de s'assurer que les annonces sont lues à des heures et des jours spécifiques, dans des parties spécifiques du système. Par exemple, une annonce vocale spécifique peut être lue à midi tous les jours de la semaine dans les zones 1 et 2. La programmation permet une planification à long terme des annonces et de la musique, mais elle assure également la flexibilité et la possibilité de définir l'audio à l'avance. Outre la programmation basée sur le calendrier, le contenu peut être configuré pour être lu en fonction

d'événements externes, comme la détection de mouvement par une caméra vidéo ou des capteurs infrarouge passifs.

- > **Détermination des priorités.** Les annonces ou les clips audio peuvent être configurés pour remplacer automatiquement la musique de fond émise, afin qu'aucune annonce ne soit manquée. Lorsque le site reçoit une annonce programmée, cette dernière remplace la musique de fond, qui est coupée pendant l'annonce. Si une annonce de sécurité est déclenchée dans le système de gestion audio ou le logiciel de gestion vidéo, cette annonce remplace l'annonce programmée et la musique de fond. Des systèmes de gestion plus avancés proposent une gestion intelligente de la file d'attente en cas de conflit, ce qui signifie que le contenu remplacé est lu après l'interruption.

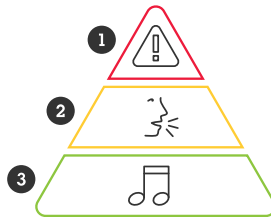


Figure 3.1c Une hiérarchisation des priorités peut être définie de manière à s'assurer que les contenus audio les plus importants, tels que les annonces de sécurité (1), remplacent toujours les contenus moins stratégiques, tels que les annonces programmées (2) et la musique (3).

- > **Surveillance de l'état de santé.** Un système de gestion audio sur IP permet de lancer des opérations de dépannage proactives à distance. Il est en mesure de détecter un dysfonctionnement des haut-parleurs et d'envoyer en temps réel des retours d'information à ce sujet. L'interface du logiciel permet de consulter le statut de connexion de tous les haut-parleurs simultanément.

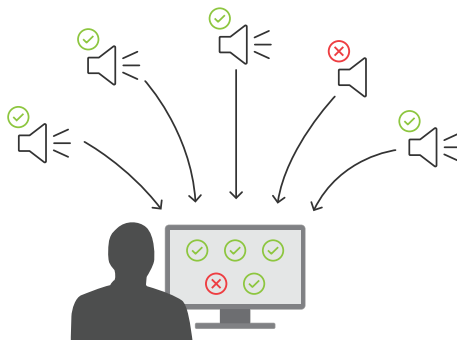


Figure 3.1d Surveillance centralisée de l'état de santé du système.

- > **Accès distant sécurisé.** Les équipes informatiques qui travaillent sur un site central peuvent utiliser un accès distant sécurisé pour diagnostiquer rapidement un problème, quel que soit votre emplacement dans le système, et accélérer la remise en ligne des périphériques.
- > **Intégration de systèmes.** Des systèmes externes peuvent être intégrés au système audio et lui fournir des données. L'utilisation de protocoles tels que SIP et VAPIX permet à des systèmes externes de lire des annonces en direct ou de déclencher des messages audio en fonction des événements. Pour plus de détails, reportez-vous au chapitre 4.

3.2 Solutions de gestion audio Axis

Chaque périphérique audio réseau Axis dispose d'un logiciel de gestion intégré, **AXIS Audio Manager Edge**. Les périphériques constituent donc un système audio tout en un complet, ne nécessitant pas de serveur de gestion logicielle distinct. Ce logiciel est destiné à des cas d'utilisation à faible complexité sur des sites de petite à moyenne taille, où il peut gérer jusqu'à 200 périphériques dans 20 zones.

Pour les cas d'utilisation plus importants et plus avancés, **AXIS Audio Manager Pro** prend en charge un grand nombre de zones et des milliers de périphériques avec une seule interface. La solution facilite la planification à long terme et met en œuvre des paramètres de priorité avancés avec la mise en file d'attente en cas de conflit.

AXIS Audio Manager Center est un service d'administration et de surveillance à distance de systèmes multisite, qui vont de quelques sites à plusieurs milliers. Il est utilisé conjointement avec **AXIS Audio Manager Edge** sur chaque site local. Avec des composants basés sur le cloud et des composants sur site, c'est une solution de cloud hybride pratique et stable. **AXIS Audio Manager**

Center réduit considérablement la charge de travail des utilisateurs, avec une connexion unique pour programmer des annonces, la musique de fond, des publicités et plus encore pour les sites ou les zones sélectionnés.

4. Intégration aux autres systèmes

Lorsque l'audio est intégré à d'autres systèmes, tels que la vidéosurveillance, VoIP et le contrôle d'accès, les informations provenant de ces systèmes peuvent être utilisées pour déclencher des fonctions dans le système audio sur IP et vice versa. Une interface commune est également disponible pour gérer les différents systèmes.

4.1 Les normes ouvertes favorisent l'intégration

L'audio sur IP Axis est un système réellement ouvert. Il utilise des normes ouvertes qui facilitent l'intégration avec d'autres systèmes non propriétaires. Pour Axis, des normes ouvertes signifient que nous proposons un accès total aux API (interfaces de programmation d'applications telles que VAPIX, SIP et RTP) et que nous travaillons avec des protocoles couramment utilisés. Les possibilités d'intégration sont quasiment illimitées et les utilisateurs peuvent développer leur propre logiciel pour l'utiliser dans les produits Axis. Les normes ouvertes pérennisent le système et permettent aux utilisateurs de tirer le meilleur parti de leur installation audio sur IP en autorisant des cas d'utilisation étendus. L'intégration, tant des périphériques que du système, offre une flexibilité d'utilisation des produits.

Les sous-sections suivantes présentent des exemples d'intégration de périphériques et systèmes audio avec d'autres périphériques et systèmes.

4.1.1 Intégration de la vidéosurveillance

L'audio sur IP Axis peut être facilement intégré à des systèmes de gestion vidéo comme AXIS Camera Station et AXIS Companion, mais également Milestone XProtect® (via le plug-in AXIS Optimizer pour Milestone XProtect), Genetec et de nombreuses solutions logicielles personnalisées développées par les partenaires d'intégration de technologie Axis.

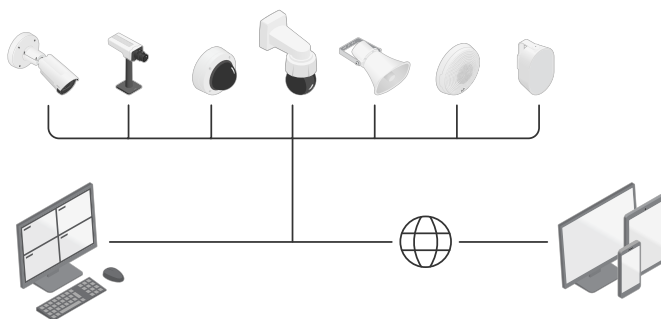


Figure 4.1a *Intégration transparente de produits audio et vidéo dans un système de sécurité basé sur IP.*

Dans de nombreuses situations, un système de sécurité bénéficie de la présence de capacités audio et de vidéosurveillance. Les analyses vidéo et les analyses audio peuvent améliorer cette intégration système. Lorsque des intrus sont détectés sur une vidéo, le système audio peut être déclenché pour envoyer un message vocal de dissuasion, en direct ou préenregistré, afin d'indiquer aux intrus qu'ils sont surveillés. L'inverse est également possible, pour que des applications d'analyse audio telles que la détection de bris de verre ou d'agression déclenchent un enregistrement basé sur un événement dans le système de vidéo sur IP.

4.1.2 Intégration VoIP

La voix sur IP (VoIP) est un moyen de communiquer sur des réseaux IP. Les applications VoIP peuvent comprendre des éléments vocaux et vidéo. Elles sont utilisées pour la vidéoconférence, le contrôle des appels et la messagerie instantanée. Cette fonctionnalité est mise en œuvre grâce au protocole SIP standard, qui permet de connecter, d'intégrer et de contrôler des produits audio sur un réseau IP. Vous pouvez vous connecter en tant que client SIP ou via une ligne SIP.

Avec VoIP, vous pouvez intégrer votre système audio sur IP à un système téléphonique PBX d'entreprise pour émettre des messages depuis un téléphone de bureau traditionnel. La technologie VoIP permet également de vous connecter à vos solutions de collaboration sur cloud (telles que Zoom, Cisco Webex®, RingCentral) pour émettre des messages depuis votre plateforme de collaboration à l'aide d'un PC/téléphone mobile, sans avoir à installer d'applications supplémentaires.

4.1.3 Intégration d'un système de notification de masse

Les systèmes de notification de masse d'urgence permettent de gérer les incidents en s'appuyant sur plusieurs méthodes de communication, où l'audio est souvent la composante la plus critique.

Grâce à l'intégration de la notification de masse et du système de sonorisation, le système est en mesure d'atteindre les personnes sur site rapidement et efficacement.

Les systèmes de notification de masse peuvent être intégrés aux haut-parleurs directement ou au niveau du système. Ainsi, il est possible d'exploiter les fonctionnalités de chaque système conjointement ou indépendamment. Les systèmes de notification de masse peuvent facilement communiquer directement avec les périphériques audio Axis. Cela est possible grâce à l'utilisation d'API partenaires (s'applique, par exemple, à Syn-Apps Revolution et à Singlewire InformaCast). Si aucune intégration d'API n'est disponible, les fonctions SIP de base des systèmes de notification de masse sont souvent utilisées.

4.1.4 Alarme incendie et systèmes de communication d'urgence

L'installation de systèmes d'alarme incendie et de systèmes de communication d'urgence relève de la norme NFPA 72 aux États-Unis et de la norme EN 54 dans l'UE. Ces normes ne couvrent pas les haut-parleurs sur IP. Par conséquent, les périphériques audio sur IP Axis ne sont pas conformes à ces normes.

Il n'y a pas d'intégration directe entre les systèmes certifiés EN 54 et NFPA 72 et les périphériques audio sur IP Axis.

Les systèmes audio réseau Axis peuvent toutefois coexister avec des systèmes certifiés. Vous pouvez même configurer les systèmes de manière à ce que l'alarme incendie certifiée déclenche les E/S de haut-parleurs Axis pour effectuer différentes actions. Par exemple, l'alarme incendie peut désactiver automatiquement le système audio en réseau. Le système audio peut également compléter le système certifié en diffusant des messages d'alerte clairs et précis.

4.1.5 Intégration edge-to-edge

Un type d'intégration est possible grâce à la technologie « edge-to-edge ». Celle-ci permet aux périphériques IP de communiquer directement entre eux. Edge-to-edge vous permet d'étendre les fonctionnalités d'une caméra réseau Axis avec l'audio, même si elle ne dispose pas d'un haut-parleur intégré ni d'une capacité de sortie de ligne.

5. Conception d'un système audio sur IP

La flexibilité et l'évolutivité comptent parmi les principaux avantages d'un système audio sur IP : la liberté d'associer les composants les plus appropriés et la possibilité d'optimiser ou d'agrandir la taille du système. Cependant, de nombreux points doivent être pris en compte lorsque vous planifiez un système audio sur IP.

5.1 Connaître l'objectif de votre système

Avant de commencer à concevoir votre système, vous devez établir clairement son objectif. Ce n'est qu'à ce moment-là que vous pourrez dimensionner correctement le réseau et identifier les bonnes possibilités d'intégration. Avez-vous besoin de l'audio pour la sécurité, intégré à un système de surveillance ? Avez-vous besoin de l'audio pour la sécurité ou pour améliorer l'efficacité opérationnelle ? Peut-être avez-vous besoin des deux en même temps ? Les systèmes audio sur IP d'Axis sont conçus pour répondre aux besoins de multiples cas d'utilisation.

Lors de l'évaluation d'un système audio, examinez également d'autres systèmes, tels que la vidéo, le contrôle d'accès, les interphones et la détection d'intrusion, pour déterminer s'il existe un moyen de concevoir un système intégré couvrant tous vos besoins en matière de sécurité physique. Les haut-parleurs réseau Axis peuvent être intégrés à plusieurs logiciels de gestion vidéo.

5.2 Planifier le réseau

Afin de disposer d'une base solide, une infrastructure réseau câblée est recommandée pour l'audio sur IP. Si un système audio est déjà installé, déterminez s'il répond toujours à vos attentes et à vos besoins actuels et futurs. Vous devrez également déterminer si votre système doit être intégré à un système de gestion vidéo (VMS) ou à un système de notification de masse, ou le connecter à un PBX. Vous devrez peut-être mettre à jour le système existant ou en créer un nouveau.

Dressez un inventaire de votre infrastructure informatique pour savoir si elle répond toujours à vos besoins ou si elle doit être actualisée. La plupart des réseaux actuels prennent en charge divers types de trafic réseau et il est courant que de plus en plus de périphériques basés sur IP y soient intégrés au fil du temps. Si le réseau existant est fortement sollicité, la qualité audio risque de s'en ressentir s'il n'est pas configuré correctement. En l'absence de mesures appropriées, il existe des risques de décalage, de gigue et de perte de paquets, susceptibles de générer des artefacts audibles.

Les exigences en matière de bande passante pour les applications audio dépendent de la qualité audio transmise : une qualité supérieure nécessite généralement davantage de bande passante. Par exemple, un signal audio stéréo non compressé avec un taux d'échantillonnage de 48 kHz et 16 bits par échantillon nécessite environ 1,5 Mbit/s de bande passante.

Par défaut, un système audio Axis est configuré pour émettre un son de haute qualité tout en optimisant l'utilisation de la bande passante, et ce grâce à l'association de codecs efficaces pour la compression audio et une transmission multicast sur le réseau. Un réseau audio doit utiliser la transmission multicast, mais cette configuration est parfois impossible en raison des contraintes liées à l'équipement. Si vous utilisez la diffusion unicast, chaque haut-parleur reçoit un flux audio distinct, de sorte que l'ensemble du trafic est multiplié par le nombre de haut-parleurs.

Si votre réseau est segmenté ou que vous souhaitez étendre le réseau audio sur un réseau étendu (WAN), il est recommandé d'utiliser un réseau local virtuel (VLAN) distinct pour le trafic audio. Ce choix facilite l'établissement de communications fiables entre les périphériques audio et donne la priorité au trafic du système audio sur les autres types de trafic.

Afin de garantir la hiérarchisation adéquate du trafic, la qualité de service (QoS) doit être mise en œuvre pour la réservation de ressources (services intégrés) en termes de ressources réseau allouées conformément à la requête QoS d'une application, ainsi que pour la hiérarchisation (services différenciés) en termes de ressources réseau classées et attribuées conformément aux critères de la politique de gestion de la bande passante.

5.3 Planification et conception du site audio

AXIS Site Designer vous aide à planifier et à concevoir votre site audio. Sur axis.com, vous trouverez également un guide rapide de calcul de la couverture des haut-parleurs qui pourra vous aider à déterminer le nombre de haut-parleurs nécessaires. En outre, Axis fournit des fichiers GLL pour l'outil de conception EASE Evac et AXIS Plugin pour Autodesk® Revit®, qui peuvent vous aider à planifier votre solution audio.

5.3.1 Faire une enquête sur site

Pour planifier correctement une installation audio, vous devez tout d'abord établir clairement l'objectif du système. Si vous devez faire des annonces dans une salle de classe, un seul haut-parleur peut être suffisant. Si vous voulez plutôt associer des annonces et de la musique de fond dans un magasin, vous aurez besoin de plusieurs haut-parleurs pour une bonne expérience d'écoute, même si les deux pièces ont la même taille.

Une fois votre objectif défini, vous devez faire une revue du site pour prendre des mesures. Le cas échéant, vous devez également utiliser des plans CAO des locaux dans un logiciel de conception de systèmes.

Mesure des dimensions de la pièce. Utilisez un télémètre laser. La hauteur du plafond et les hauteurs de montage possibles sont les mesures les plus importantes. Une hauteur de montage plus élevée signifie une meilleure couverture.

Noter la réflexion sonore. Les pièces avec des surfaces réfléchissantes peuvent présenter une réverbération, tandis que les pièces plus grandes peuvent subir un décalage. Cela peut avoir une influence sur le nombre de haut-parleurs nécessaires.

Mesurer le bruit de fond. Utilisez un sonomètre professionnel. Les messages vocaux importants que tout le monde doit entendre doivent présenter une intensité sonore jusqu'à 12 dB supérieure au bruit ambiant. Si le niveau de bruit de fond est élevé, vous devez vous assurer de choisir un haut-parleur dont le SPL (niveau de pression sonore) est suffisamment élevé.

Vérifier les possibilités de montage. Quels emplacements de montage sont disponibles, au vu des caractéristiques physiques de la pièce et de la connectivité ? Existe-t-il des limitations sur la façon et l'emplacement où les haut-parleurs peuvent être installés ? N'oubliez pas que la hauteur de montage du haut-parleur, et non la hauteur du plafond, déterminera la propagation du son.

5.3.2 Rechercher et comparer des haut-parleurs

Les sous-sections suivantes fournissent des directives pour vous aider à déterminer le type de haut-parleur dont vous avez besoin et ses fonctionnalités attendues. Vous pouvez ensuite utiliser le sélecteur de produits sur axis.com pour trouver et comparer les produits Axis adaptés à votre installation. AXIS Site Designer est également un outil en ligne utile à ce stade. Il vous permet de planifier et de concevoir une installation audio en fournissant des conseils sur les haut-parleurs à utiliser, le nombre de haut-parleurs nécessaires, leur emplacement optimal, etc. en fonction des conditions sur site.

5.3.2.1 Types de haut-parleurs

Pour déterminer quels types de haut-parleurs sont adaptés et combien de haut-parleurs sont nécessaires, l'environnement du site et l'objectif de l'installation des haut-parleurs doivent d'avoir être pris en compte. Voici ce dont il faut tenir compte :

- > **Intérieur ou extérieur..** Si vous prévoyez une utilisation à l'extérieur, il est important de choisir un haut-parleur pour une utilisation en extérieur. Le haut-parleur doit également être homologué pour une utilisation dans la plage de températures du site spécifique.
- > **Zone de couverture..** L'étendue et la largeur de la propagation du son dépendent du type et du modèle du haut-parleur. Les haut-parleurs à pavillon présentent généralement une pression sonore plus élevée et peuvent avoir une zone de couverture longue mais assez étroite, tandis que les haut-parleurs caisson et de plafond peuvent être conçus pour présenter une pression sonore réduite avec une couverture plus large. Consultez les caractéristiques du haut-parleur pour connaître sa valeur SPL et avoir des informations sur sa couverture.
- > **Installation cachée ou très discrète..** Les haut-parleurs présentent des facteurs de forme très différents, la forme étant principalement liée à la fonctionnalité. Mais le plus souvent, il est possible de trouver un haut-parleur qui correspond à vos besoins opérationnels tout en respectant vos exigences en matière de discrétion d'installation.

5.3.2.2 Fonctionnalités des haut-parleurs

Outre la diffusion d'un flux audio, les haut-parleurs réseau Axis proposent de nombreuses autres fonctionnalités. Par exemple :

- > **Logiciel de gestion audio intégré.** Ce type de logiciel assure la prise en charge des fonctions suivantes : annonces en direct ou préenregistrées, musique de fond, programmation de contenu audio, zonage et priorité des sources audio.
- > **Microphone intégré.** Permet d'effectuer des auto-tests de la fonction haut-parleur et d'utiliser les analyses audio assurant une écoute sur les événements.
- > **Transmission audio bidirectionnelle.** Grâce au microphone intégré et à la suppression d'écho, vous pouvez vous adresser en temps réel à des visiteurs ou à des intrus.
- > **Connecteur d'entrée de microphone.** Offre la possibilité de brancher un microphone externe.
- > **Analyses audio pour la détection.** Lorsque les microphones intégrés détectent des sons dont le volume dépasse un certain niveau, ils peuvent déclencher la lecture d'un message vocal ou le démarrage de l'enregistrement d'une caméra.

- > **Logement de carte mémoire.** Les cartes SD permettent de stocker des clips audio.
- > **Connecteurs d'entrée/sortie (E/S).** En connectant des périphériques d'entrée externes à un haut-parleur (comme un contact de porte, un détecteur de mouvement infrarouge, un dispositif radar, un capteur de bris de verre ou un capteur de choc), celui-ci peut réagir à un événement externe, par exemple en émettant un message audio. Les sorties permettent au haut-parleur ou à un opérateur distant de contrôler des périphériques externes, comme des dispositifs d'alarme, des verrous de porte ou des lumières.
- > **LED intégrée.** Certains types de haut-parleurs sont dotés d'une LED intégrée qui sert à confirmer visuellement leur état.

5.3.3 Déterminer l'homogénéité sonore nécessaire

Axis recommande différentes solutions en fonction des exigences des clients. En fonction de l'homogénéité nécessaire du niveau sonore, vous pouvez choisir une configuration de base, avancée ou intermédiaire.

La configuration de base fournit le nombre de haut-parleurs nécessaires pour couvrir une zone donnée. Il n'est jamais recommandé de dépasser ce nombre de haut-parleurs, car l'homogénéité des niveaux audio varierait trop dans la zone.

La configuration avancée fournit le double de haut-parleurs par rapport à la solution de base. Un niveau sonore plus homogène sera maintenu dans toute la zone.



Figure 5.3a *Gauche : dans une solution avancée, le son est homogène dans toute la zone. Droite : dans une solution de base, le son est moins homogène et des endroits présentant un volume sonore inférieur sont autorisés.*

Pour des annonces, une solution de base sera suffisante dans la plupart des situations. Si le niveau sonore ambiant est très élevé (cas d'un site de fabrication bruyant), une solution avancée est recommandée.

Pour la musique de fond, une solution de base est suffisante dans des lieux tels que les magasins standard. Si l'expérience client est un facteur critique, vous pouvez opter pour une solution haut de

gamme. Certaines installations peuvent également nécessiter une combinaison de configurations de base et avancée. Il peut s'agir d'un projet plus large avec de nombreux types de zones, comme un campus scolaire, un centre commercial ou un site de fabrication.

5.3.4 Déterminer la configuration du positionnement des haut-parleurs

Dans une solution extérieure, la propagation du son est meilleure que dans une solution intérieure en raison du nombre inférieur de réflexions et vous pouvez souvent utiliser moins de haut-parleurs que dans une solution intérieure.

Lors du positionnement de haut-parleurs à l'intérieur, la règle générale consiste, si possible, à diriger le son le long de la pièce. Par conséquent, si la pièce est rectangulaire, essayez de positionner les haut-parleurs sur les murs courts dirigés le long des murs plus longs. Cela permet de diffuser le son le plus loin possible avant qu'il soit réfléchi sur les murs. Cependant, il n'est pas recommandé de positionner un haut-parleur dans un angle, car cela amplifierait les sons graves de manière non uniforme.

Positionnement en groupes. Si vous privilégiez une installation simple et économique, vous pouvez installer les haut-parleurs en groupes. Ce cas d'utilisation réduit le câblage, mais n'est peut-être pas le meilleur moyen d'obtenir une bonne propagation du son.

Positionnement mural. Si les dimensions de la pièce le permettent, et si les câbles supplémentaires ne constituent pas un problème, une solution murale assurera probablement une meilleure propagation du son. Avec le même nombre de haut-parleurs que dans l'exemple de positionnement en groupes ci-dessus, l'installation peut ressembler à l'illustration ci-dessous. Cependant, si la pièce est grande, la portée des haut-parleurs sera peut-être trop courte.

Positionnement au plafond. Si la pièce dispose d'un faux-plafond ou s'il est possible d'installer des haut-parleurs de plafond intégrés, un positionnement au plafond peut être une solution discrète. Cependant, ce positionnement est très sensible à la hauteur du plafond. Plus le plafond est bas, plus vous aurez besoin de haut-parleurs afin de couvrir une zone donnée. En revanche, lorsque le plafond est haut, des haut-parleurs suspendus dotés de câbles à longueur ajustable peuvent être installés à la hauteur nécessaire.

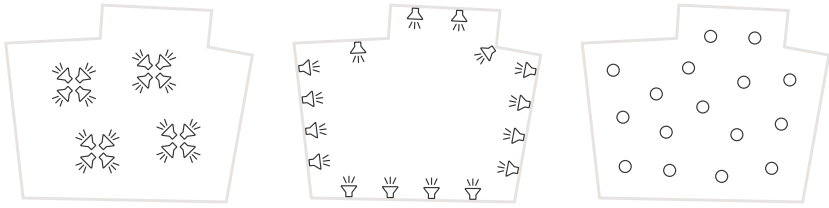


Figure 5.3b *Positionnement en groupes, positionnement mural et installation au plafond de haut-parleurs dans un espace intérieur (vue du dessus).*

5.3.5 Choix des supports des haut-parleurs

De nombreux haut-parleurs réseau disposent de supports intégrés qui facilitent l'installation en surface sur un mur ou dans un plafond. D'autres types de supports peuvent être disponibles en tant qu'accessoires distincts.

Supports de plafond. Tous les haut-parleurs réseau Axis peuvent être montés au plafond, ce qui signifie que le son passe du plafond au sol. Le meilleur moyen d'obtenir la couverture la plus uniforme des niveaux audio est une solution montée au plafond. Cela signifie qu'un message émis peut être entendu clairement dans n'importe quelle position. Cependant, une solution montée au plafond est parfois impossible en raison d'un matériau très solide au plafond, de la hauteur du plafond ou d'obstacles entre le plafond et le sol.

Les haut-parleurs peuvent être montés sur des plafonds en utilisant ce qui suit :

- > Montage en surface : monté directement sur la surface d'un plafond et donc complètement visible.
- > Montage encastré : monté à l'intérieur du plafond avec seulement des parties du haut-parleur visibles. Ce montage est également connu sous le nom de montage encastré ou suspendu.
- > Suspension : permet d'accrocher le haut-parleur au plafond.

Montages muraux. Les montages muraux sont un choix courant et simple pour de nombreuses installations de haut-parleurs, à l'intérieur et à l'extérieur. Avec des haut-parleurs montés au mur, l'audio du haut-parleur est dirigé directement dans la pièce. Une solution montée au mur peut nécessiter moins de haut-parleurs qu'une solution montée au plafond pour la propagation du son, mais elle peut nécessiter plus de câbles. En envisageant une solution intérieure montée au mur, il convient de tenir compte de la distance que le haut-parleur peut atteindre dans la pièce. Dans une grande pièce, les niveaux sonores au centre de la pièce peuvent être trop faibles si des messages doivent être entendus clairement dans n'importe quelle position.

Montages sur poteaux. Certains types de haut-parleurs peuvent être montés sur des poteaux à l'aide d'une fixation par sangle en acier. Cette solution est souvent utilisée à l'extérieur.

5.3.6 Détermination de la hauteur de montage et du nombre de haut-parleurs

La couverture d'une zone dépend du nombre de haut-parleurs et de leur hauteur de montage. Un guide rapide de calcul de la couverture des haut-parleurs est disponible sur axis.com. Pour calculer la couverture d'une pièce ou d'un bâtiment, utilisez AXIS Site Designer ou d'autres outils mis à votre disposition.

5.3.7 Choix d'un logiciel de gestion audio

Le logiciel de gestion audio Axis sert à gérer le contenu audio ainsi que les périphériques audio. Ses fonctionnalités comprennent la gestion des zones et des contenus, la programmation, la priorité des sources audio et le contrôle de l'état de santé du système. AXIS Audio Manager Edge est intégré à tous les périphériques audio Axis.

Pour les systèmes de petite et moyenne taille avec des cas d'utilisation de base, AXIS Audio Manager Edge procure l'ensemble des fonctions nécessaires pour une gestion efficace et intuitive. Par exemple, il permet le zonage et la programmation de contenu audio dans différentes zones depuis une interface utilisateur unique.

Les systèmes plus grands et plus complexes sont mieux pris en charge par AXIS Audio Manager Pro, qui peut gérer la programmation à long terme et les paramètres de priorité avancés.

Le service AXIS Audio Manager Center permet de gérer et de surveiller à distance les systèmes multisite. Cette solution de cloud hybride est utilisée conjointement avec AXIS Audio Manager Edge sur chaque site local. Avec une connexion unique, vous pouvez programmer des annonces, de la musique de fond, des publicités, etc. pour des milliers de sites.

La gestion des périphériques est un élément important d'un système de gestion audio. Elle vous permet de gérer les activités d'installation, de sécurité et de gestion opérationnelle de vos périphériques, par exemple la configuration des périphériques et la mise à niveau du logiciel des périphériques.

6. Spécifications réseau

En fonction des caractéristiques de votre réseau, ce chapitre vous aide à définir vos besoins pour établir la connexion avec un système audio Axis.

6.1 Glossaire de la terminologie réseau

Diffusion	Méthode de transmission de données où un émetteur envoie simultanément les mêmes informations à tous les récepteurs d'un réseau.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol : protocole d'attribution et de gestion automatiques des adresses IP.
IGMP	Internet Group Management Protocol : protocole de communication utilisé sur les réseaux IPv4 pour créer des groupes multicast. IGMP fait partie intégrante de la diffusion multicast IP.
mDNS	Multicast DNS : protocole exempt de toute configuration utilisé pour résoudre les noms d'hôte et trouver des périphériques sur un réseau. Bonjour est un exemple de ce type de protocole.
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport : protocole de messagerie standard dédié à l'Internet des objets (IoT). Utilisé dans de nombreux secteurs d'activité, il permet de connecter des périphériques distants avec une empreinte de code réduite et une bande passante réseau minimale.
Multicast	Méthode de transmission de données qui permet de communiquer avec plusieurs récepteurs sur un réseau. La multidiffusion réduit le trafic sur le réseau grâce à l'envoi d'un flux de données à de nombreux destinataires en une seule fois.

Port réseau	Numéro attribué pour identifier de façon unique un point de connexion virtuel et orienter des données vers un service spécifique ; HTTP par exemple, qui utilise normalement le port réseau 80. Il s'agit de ports logiciels non physiques.
PoE	Power over Ethernet : technologie qui permet aux ports de commutateur de fournir l'alimentation électrique des périphériques connectés. Ainsi les périphériques n'ont pas besoin d'une alimentation distincte. Conforme aux normes IEEE 802.3 af/at/bt, dont les limites de puissance varient.
RTCP	Real-Time Control Protocol : protocole qui fournit des statistiques hors bande et des informations de contrôle à une session RTP. Il se conjugue à RTP pour la livraison et le packaging des données multimédia, mais ne transfère pas les données multimédia en elles-mêmes.
RTP	Real-time Transport Protocol : protocole à base de paquets qui autorise le transfert de données en temps réel, par exemple des données audio et vidéo, entre les terminaux d'un système.
SIP	Session Initiation Protocol : protocole de signalisation utilisé pour initier, maintenir et mettre fin à des sessions de communication qui s'appuient sur des applications vocales, vidéo et de messagerie. SIP est l'un des protocoles utilisés avec la technologie Voice over IP (VoIP).
Port de commutateur	Connecteur physique d'un commutateur réseau auquel un périphérique est connecté.
Unicast	Méthode de transmission de données utilisée pour la communication un à un sur un réseau. Avec la diffusion unicast (individuelle), vous devez transmettre plusieurs flux pour envoyer les mêmes informations à plusieurs récepteurs.
VoIP	Voice over IP : groupe de technologies qui permet la communication vocale et multimédia sur les réseaux IP.

Table 6.1a *Terminologie réseau utilisée dans ce chapitre.*

6.2 Les spécifications réseau dépendent du choix du logiciel de gestion audio.

En effet, la configuration de votre réseau local et les ports de communication utilisés dépendent en partie de votre choix de service de gestion audio (AXIS Audio Manager Edge ou AXIS Audio Manager Pro).

En outre, si vous connectez également vos sites AXIS Audio Manager Edge au service AXIS Audio Manager Center, vous devez vérifier les paramètres de votre pare-feu pour pouvoir accéder à Internet via le système.

6.3 Spécifications réseau générales

Affectation d'adresses IP. Les systèmes audio Axis prennent en charge les adresses IP statiques et attribuées par DHCP des périphériques. Si vous utilisez DHCP, il est recommandé d'attribuer toujours la même adresse IP, que vous configurez sur votre serveur DHCP.

Commutateurs réseau. Les périphériques Axis sont alimentés par Power over Ethernet (PoE). L'alimentation PoE est fournie soit par des commutateurs réseau, soit par des injecteurs. En cas d'utilisation de commutateurs réseau, vous devrez peut-être activer PoE sur les ports de commutateur où les périphériques Axis sont installés. Il est recommandé de recourir à des commutateurs réseau gérés pour les installations plus conséquentes.

6.4 Spécifications réseau pour AXIS Audio Manager Edge

AXIS Audio Manager Edge est une solution sans serveur permettant de configurer les périphériques audio Axis dans un système et de définir des sources et des zones pour la diffusion de musique, de radiomessages et d'autres sources audio. Vous pouvez également configurer des programmes et hiérarchiser les sources. Un périphérique doit être sélectionné pour jouer le rôle de leader de la configuration. Depuis l'interface Web de ce périphérique, vous lancez AXIS Audio Manager Edge, qui permet de configurer et de contrôler le système.

Protocoles ou services.

- > Les périphériques utilisent le protocole Bonjour discovery (mDNS) pour localiser d'autres périphériques sur le réseau. Il est possible aussi d'ajouter des périphériques manuellement.
- > MQTT est utilisé pour l'échange d'informations entre les périphériques. MQTT ne requiert pas de courtier supplémentaire, mais le trafic doit être autorisé sur le réseau.

- > Pour chaque source (radiomessagerie, diffusion de musique, type de contenu) configurée dans le système, deux ports réseau sont utilisés pour le flux et le contrôle audio (RTP et RTCP).
- > Une horloge commune, sur le port réseau 5015, s'assure que le son est émis de manière synchronisée entre les périphériques.
- > La technologie SiP (VoIP) peut être utilisée pour la radiomessagerie et servir d'interface avec d'autres systèmes. En cas d'utilisation de SIP, vous devez autoriser les ports et le trafic associés sur le réseau.

Unicast/Multicast.

- > Les systèmes audio Axis utilisent le multicast, c'est-à-dire qu'ils transmettent les flux audio d'une source à de nombreux périphériques tout en limitant le trafic sur le réseau. Le commutateur réseau utilise la fonction de filtrage IGMP pour déterminer les périphériques qui doivent recevoir le flux. Pour utiliser le multicast, le multicast et la fonction de filtrage IGMP doivent être activés sur les commutateurs réseau.
- > AXIS Audio Manager Edge utilise une seule adresse multicast et différents ports réseau sur cette adresse pour distinguer les flux.
- > Vous pouvez configurer le système pour qu'il utilise plutôt la diffusion unicast, mais cela limite la taille de l'environnement à 20 périphériques maximum.

6.5 Spécifications réseau pour AXIS Audio Manager Pro

AXIS Audio Manager Pro est destiné aux systèmes de plus grande envergure qu'AXIS Audio Manager Edge, ou aux cas d'utilisation plus complexes. Le logiciel AXIS Audio Manager Pro s'exécute sur un serveur Windows ou une machine virtuelle.

Protocoles ou services.

- > La technologie SiP (VoIP) peut être utilisée pour la radiomessagerie et servir d'interface avec d'autres systèmes. En cas d'utilisation de SIP, vous devez autoriser les ports et le trafic associés sur le réseau.

Unicast/Multicast.

- > Les systèmes audio Axis utilisent le multicast, c'est-à-dire qu'ils transmettent les flux audio d'une source à de nombreux périphériques tout en limitant le trafic sur le réseau. Le commutateur réseau utilise la fonction de filtrage IGMP pour déterminer les périphériques qui doivent recevoir le flux. Pour utiliser le multicast, le multicast et la fonction de filtrage IGMP doivent être activés sur les commutateurs réseau.

- > Tous les périphériques doivent être connectés au même domaine multicast que le serveur sur lequel AXIS Audio Manager Pro est installé. Le flux audio entre le serveur et tous les périphériques utilise le multicast. AXIS Audio Manager Pro utilise une adresse multicast par flux. La plage d'adresses par défaut est comprise entre 239.0.0.0 et 239.0.0.254.

6.6 Spécifications réseau pour AXIS Audio Manager Center

AXIS Audio Manager Center est un service par abonnement pour la gestion et la surveillance à distance de systèmes multisite utilisant des systèmes AXIS Audio Manager Edge en local. La solution de cloud hybride utilise à la fois des composants cloud et sur site pour aboutir à une solution stable et pratique. Elle réduit considérablement la charge de travail des utilisateurs, avec une connexion unique pour programmer des annonces, la musique d'arrière-plan, des publicités et plus encore pour les sites ou les zones audio sélectionnés.

En plus de la configuration réseau de chaque site audio local (voir AXIS Audio Manager Edge), une connexion réseau au service cloud est établie. La communication est initiée par chaque site audio local et, normalement, il n'est pas nécessaire d'ajouter des règles de pare-feu dans le réseau. Pour des besoins de sécurité et de confidentialité, la communication est cryptée.

7. Capture audio et analyses audio

Ce guide technique cible les systèmes de diffusion audio, mais ce chapitre présente brièvement la fonction de capture audio et certains de ses avantages dans les cas d'usage de la sécurité. La capture audio est un outil inestimable pour la détection et l'interprétation des événements et des urgences. Les analyses audio permettent de surveiller l'audio entrant et de réagir en cas d'événement sonore distinctif, tout en préservant la confidentialité en ne diffusant ni n'enregistrant le son d'origine.

7.1 Capture audio

La capture audio peut être déployée en tant que technologie autonome, ce qui permet plusieurs cas d'usage dans les domaines de la prévention des crimes et délits, de la protection et des enquêtes judiciaires. Par exemple, la surveillance audio avec interaction directe avec l'opérateur renforce la perception de la scène. Dans un hôpital ou un centre de soins, la capture audio peut vous aider à percevoir si un patient est en détresse et a besoin d'une infirmière.

En cas d'utilisation combinée de la vidéosurveillance, la capture audio ajoute une nouvelle dimension d'information pour la prise de décision et optimise potentiellement les cas de vidéosurveillance existants. Par exemple, le personnel de sécurité peut bénéficier d'un bien meilleur aperçu des événements d'une scène si le flux vidéo est complété par un flux audio.

Avec les produits Axis, la capture audio peut être mise en œuvre de différentes manières. Tous les haut-parleurs réseau Axis ainsi que de nombreuses caméras Axis disposent de microphones intégrés. Souvent, les haut-parleurs ou les interphones sont placés à proximité des personnes, alors qu'une caméra peut être installée dans un coin de la pièce. La conséquence logique est que les haut-parleurs ou interphones avec microphone intégré détectent généralement mieux la voix qu'une caméra avec microphone intégré. Vous pouvez également connecter des microphones séparés/autonomes et les positionner dans les meilleurs emplacements stratégiques et capturer un son clair et pertinent. Les microphones peuvent être branchés via un connecteur physique micro/entrée de ligne sur la caméra, un hub de connectivité ou une interface audio et d'E/S grâce à la

technologie de conversion des ports. Il est également possible d'appairer des micros et des caméras sur le même réseau via la technologie bord à bord.



Figure 7.1a Une caméra avec microphones intégrés et un haut-parleur pour une transmission audio bidirectionnelle, un microphone numérique autonome doté d'un connecteur 3,5 mm (1/8 pouce) et une interface audio et E/S qui utilise la technologie de conversion des ports pour ajouter en toute transparence la fonctionnalité de capture audio à une caméra.

7.2 Analyses audio

Les analyses audio peuvent être configurées pour déclencher des alarmes automatiques et d'autres actions lorsqu'un microphone détecte des sons associés au cri de personnes, à du bris de verre ou à d'autres sons inattendus. Cet avertissement précoce permet des réponses et une intervention rapides. Les analyses audio peuvent également être utilisées pour rediriger automatiquement une caméra PTZ (panoramique-inclinaison-zoom) vers un incident sonore.

En général, les analyses audio n'enregistrent pas le son en continu. Elles le mettent temporairement en mémoire tampon et traitent l'audio afin de rechercher des modèles, niveaux ou fréquences spécifiques. Mais les systèmes peuvent être configurés pour enregistrer ce qui a été mis en mémoire tampon juste avant ou après une détection afin de permettre à la sécurité de vérifier la détection et éventuellement, conserver l'audio dans le cadre d'une enquête judiciaire.

7.3 Confidentialité et restrictions légales

Nombreux sont ceux qui sont préoccupés par l'utilisation de microphones dans une solution de surveillance. Généralement, ces inquiétudes sont liées à l'enregistrement de conversations. Pour des raisons de confidentialité, le flux audio est désactivé par défaut dans les produits Axis.

Cela signifie que le son détecté par le microphone n'est ni enregistré, ni diffusé, même lorsqu'il est utilisé par les fonctions d'analyse audio intégrées. Si nécessaire, vous pouvez activer la diffusion audio, mais il est possible aussi d'utiliser les analyses audio pour, par exemple, détecter les cris dans la salle d'attente d'un hôpital, même si personne n'est en mesure d'entendre les conversations via le microphone.

Les lois qui régulent la surveillance varient d'une région et d'un pays à l'autre. Il est donc nécessaire de bien les connaître avant d'utiliser la capture audio ou les analyses audio sur votre système de surveillance.

8. Considérations de fond sur l'audio

Nul besoin d'être un expert dans le domaine pour déployer ou utiliser un système audio en réseau Axis : nos haut-parleurs sont préconfigurés pour émettre un son de bonne qualité. Toutefois, pour les lecteurs qui souhaitent aller plus loin ou ceux qui gèrent des installations et des solutions particulièrement complexes, ce chapitre fournit des informations de fond sur la physique du son, l'acoustique et la technologie audio numérique.

8.1 Notions de base relatives à l'audio

Un système audio peut être numérique, mais le son lui-même est constitué de vibrations physiques. La physique du son porte sur des concepts tels que les fréquences, la pression sonore, la perception humaine des sons et les unités de mesure du son.

8.1.1 Qu'est-ce que le son ?

Le son est une onde de pression audible. Les vibrations émises par vos cordes vocales ou le diaphragme d'un haut-parleur perturbent l'air. Ces différences de pression correspondent à ce que nous entendons. Les qualités d'un son, l'intensité sonore et la hauteur tonale, sont déterminées par les propriétés de l'onde sonore.

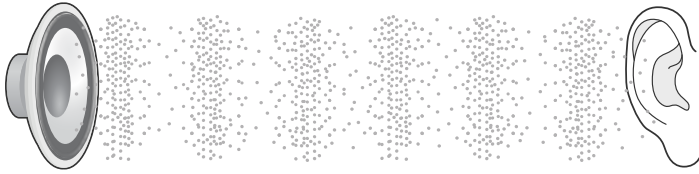


Figure 8.1a *Les différences de pression dans l'air sont interprétées comme du son.*

8.1.2 Ondes longitudinales

Une onde sonore est une onde longitudinale, ce qui signifie que l'air vibre parallèlement à la direction de propagation de l'onde. Les molécules d'air vibrent d'avant en arrière, dans la même direction que le son se propage. Vous pouvez le visualiser comme le mouvement qui se produit lorsque vous étirez et comprimez un ressort (de type jouet à ressort), avec la distance entre les spires qui augmente et diminue.

Cependant, les ondes longitudinales ne se visualisent pas aussi facilement que l'autre type d'onde, l'onde transversale. Dans une onde transversale, le mouvement d'avant en arrière des vibrations se produit dans des directions perpendiculaires à la direction dans laquelle l'onde se propage. Vous pouvez également visualiser cette vague avec un ressort, en déplaçant les extrémités du ressort dans une direction perpendiculaire à la longueur du ressort. Un exemple d'onde transversale est une onde électromagnétique (telle que la lumière), où les champs électriques et magnétiques varient perpendiculairement à la direction de propagation.

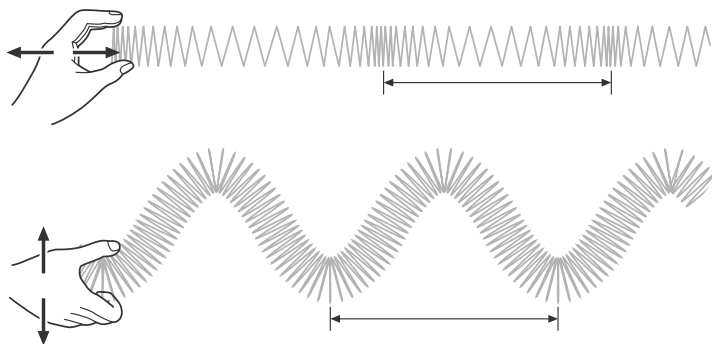


Figure 8.1b Utilisation d'un ressort pour visualiser une onde longitudinale (haut), telle qu'une onde sonore, et une onde transversale (bas). La longueur d'onde est marquée comme la distance entre deux minima.

Vu qu'il est plus facile de visualiser une onde transversale qu'une onde longitudinale, une onde sonore est généralement représentée graphiquement par une onde transversale. Bien qu'elle ne soit pas totalement représentative de la nature de l'onde, cette forme d'onde graphique permet de bien comprendre une onde sonore qui se déplace dans l'air au fil du temps, et permet de visualiser plus facilement les caractéristiques fondamentales de l'onde : longueur d'onde, amplitude et fréquence. Les ondes longitudinales et transversales ont ces caractéristiques.

Ne confondez pas la représentation graphique d'une onde sonore, telle que celle d'un oscilloscope qui affiche une onde transversale lors de l'affichage des sons. Le son réel est toujours longitudinal.

8.1.3 Hauteur tonale

Lorsque nous évoquons la hauteur tonale, que le son soit élevé ou faible, nous désignons la fréquence de l'onde de pression, à savoir le nombre de vibrations de l'onde sonore par seconde. La fréquence est mesurée en cycles par seconde, son unité est le Hz (Hertz).

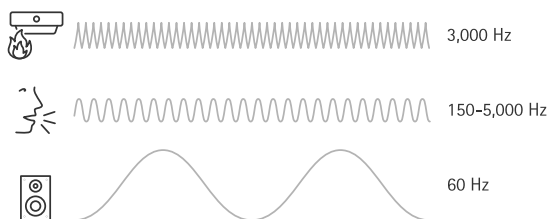


Figure 8.1c Les sons, notamment les voix humaines, peuvent varier en hauteur tonale, ou vibrations par seconde (également appelées fréquence).

8.1.4 Pression sonore

Un bruit peut être à peine audible ou extrêmement fort, mais avec la même hauteur tonale. Ces bruits ont la même fréquence, mais l'amplitude de leur forme d'onde diffère. La pression sonore est plus élevée pour un son avec une amplitude plus élevée et les changements de pression sont mesurés en Pascal (Pa). Nous pouvons percevoir des sons dont la pression sonore est comprise entre 20 μPa (comme un moustique à 3 mètres) et 20 milliards de μPa (correspondant au lancement d'une navette spatiale). Pour traiter une plage de nombres aussi large, il est plus facile d'utiliser une échelle logarithmique. C'est l'une des raisons pour lesquelles les niveaux de pression sonore sont souvent mesurés en dB SPL.

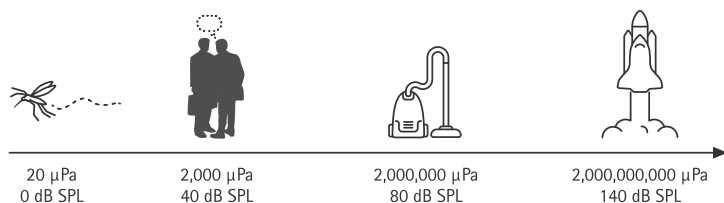


Figure 8.1d Pressions sonores typiques provenant de sources familières, mesurées en Pascal et en décibels.

8.1.5 Valeurs SPL

Le niveau de pression sonore (SPL) correspond à la valeur RMS (moyenne quadratique) des pressions sonores instantanées mesurées, en dB, pendant une durée spécifiée. Le SPL n'est pas une valeur moyenne constante de l'intensité sonore, mais plutôt une moyenne des valeurs de crête courtes. Une valeur SPL donnée pour un haut-parleur est supposée être mesurée pour une tonalité de 1 kHz à une distance de 1 m, si rien d'autre n'est indiqué.

Le niveau de pression sonore d'une source audio diminue avec la distance par rapport à la source. Défini pour commencer à 0 dB à 1 m de la source, le SPL diminue de 6 dB chaque fois que la distance par rapport à la source est doublée.

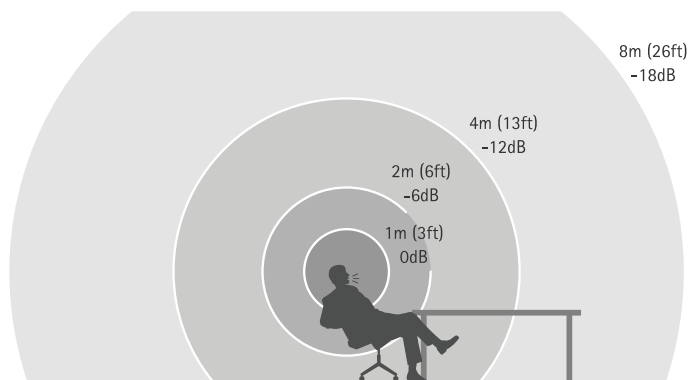


Figure 8.1e Le niveau de pression sonore d'une source audio diminue de 6 dB chaque fois que la distance par rapport à la source est doublée.

8.1.6 Puissance acoustique

L'unité de puissance Watt (W) est courante pour de nombreux composants électriques, tels que les ampoules, les chargeurs d'ordinateurs portables et les haut-parleurs. Cependant, cette unité peut être utilisée de différentes façons et la terminologie audio comprend plusieurs types, tels que la puissance instantanée, la puissance moyenne, la puissance RMS (moyenne quadratique) et la puissance de crête.

Un amplificateur peut être conçu pour délivrer 300 W sur une période très courte, comme dans le cas d'un tambour, d'une explosion ou de tout autre son présentant un transitoire court et fort. Cela signifie que la puissance instantanée augmentera très rapidement de très faible à très élevée. Cependant, le même amplificateur peut avoir une puissance nominale de seulement 50 W en utilisation continue, car une utilisation continue produit beaucoup plus de chaleur, ce qui a une influence sur les composants électriques et les performances de l'amplificateur.

8.1.7 Décibels

Le son étant perçu de manière non linéaire, il est mieux mesuré et décrit avec l'unité non linéaire du décibel (dB). Un doublement (mesuré en W) de la puissance acoustique est égal à une augmentation de 3 dB, tandis qu'un doublement de l'intensité sonore équivaut à une augmentation de 10 dB.

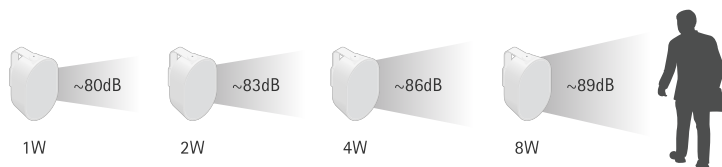


Figure 8.1f *Un doublement de la puissance acoustique, mesuré en Watts, correspond à une augmentation de 3 dB.*

Un niveau de pression sonore donné dans l'échelle dBA pondérée a été compensé pour la perception du son par l'oreille humaine en fonction de la fréquence. Avec l'échelle dB non pondérée, un niveau de 100 dB à 100 Hz sera perçu, par exemple, comme ayant une intensité sonore égale à seulement 80 dB à 1 kHz, tandis qu'un niveau de 100 dBA sera perçu comme ayant la même intensité sonore à toutes les fréquences.

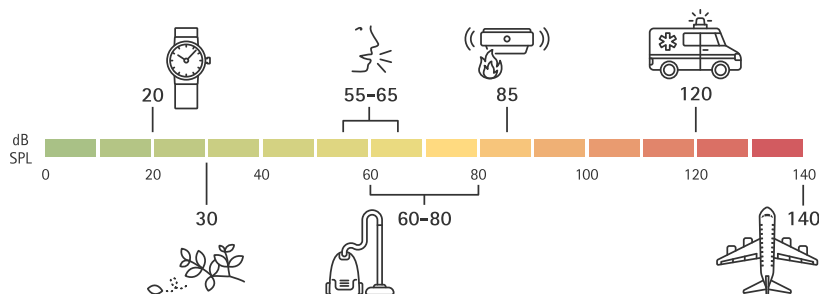


Figure 8.1g *Niveaux sonores approximatifs, en décibels, de sources audio courantes.*

L'unité du décibel représente souvent un changement relatif de l'intensité sonore. Pour exprimer une valeur absolue, dB SPL doit être utilisé. Une valeur de 0 dB SPL est le son le plus faible que l'oreille humaine peut percevoir.

8.1.8 Intensité sonore perçue

L'oreille humaine peut, en théorie, percevoir des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz. La limite supérieure de 20 kHz baisse avec l'âge, mais les hautes fréquences peuvent tout de même ajouter du caractère au son présentant des fréquences plus basses via les harmoniques. La voix humaine, complexe avec son grand nombre d'harmoniques, s'étale sur des fréquences d'environ 85 Hz (les plus basses chez les hommes) jusqu'à environ 8 kHz (harmoniques chez les femmes). En téléphonie, seule la plage comprise entre 300 Hz et 3,4 kHz est couramment utilisée, et même si elle rend la voix audible, le son n'est pas aussi clair qu'une voix enregistrée sur une plage de fréquences complète.

Bien que l'oreille soit sensible à toutes les fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz, la sensibilité varie en fonction de la fréquence. Les sons d'une puissance donnée seront donc perçus comme ayant une intensité sonore différente selon les fréquences. L'unité d'intensité sonore *phone* prend en compte cette sensibilité et, par exemple, une tonalité sinusoïdale de 50 phones est perçue comme ayant une intensité sonore identique à toutes les fréquences.

La différence de sensibilité peut être visualisée dans les courbes isophoniques. Une ligne représente le niveau sonore qui doit être utilisé pour que le son soit perçu au même volume pour toutes les fréquences. Les différentes lignes représentent différentes valeurs en phones. Il ressort des courbes que le niveau sonore doit être significativement supérieur aux fréquences plus basses afin d'être perçu avec la même intensité sonore que les fréquences plus élevées. En effet, l'oreille humaine est moins sensible aux basses fréquences. Le minimum des courbes se trouve autour de 2 kHz à 5 kHz, ce qui signifie qu'il s'agit de la plage de fréquences à laquelle une oreille humaine est la plus sensible et dans laquelle l'oreille peut le mieux déchiffrer une conversation. Il s'agit également de la plage de fréquences de la parole humaine.

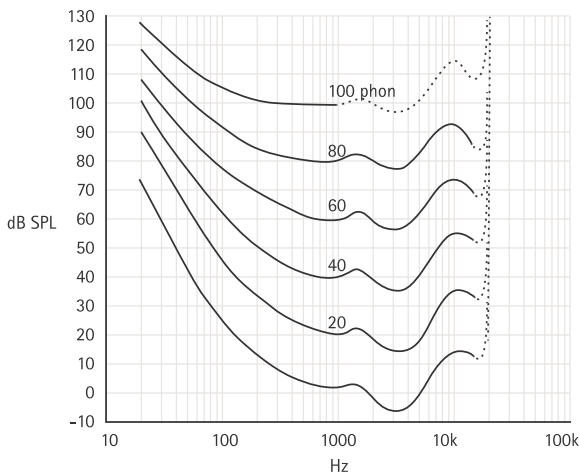


Figure 8.1h *Courbes isophoniques présentant les niveaux de pression sonore requis à différentes fréquences pour qu'un son soit perçu avec la même intensité sonore sur toutes les fréquences. À l'origine, les courbes proviennent de la norme ISO 226:2003.*

8.1.9 Fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage correspond au nombre d'« instantanés » audio effectués chaque seconde sur le flux audio d'entrée analogique, afin de le reconstituer numériquement. Les fréquences d'échantillonnage plus basses échantillonnent les données moins fréquemment. Avec

une basse fréquence d'échantillonnage, des parties du son ne sont pas capturées et la qualité sonore globale est inférieure. Avec un taux d'échantillonnage plus élevé, le flux audio peut être recréé plus correctement, ce qui assure une meilleure qualité.

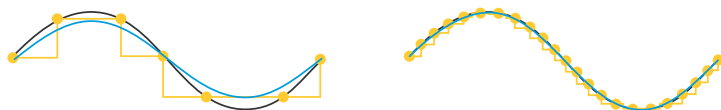


Figure 8.1i *Visualisation d'une onde sonore analogique et de la manière dont elle peut être représentée numériquement. Gauche : avec une fréquence d'échantillonnage trop basse (échantillonnage à chaque point), l'onde initiale (ligne noire) est représentée de façon incorrecte (comme la ligne bleue), ce qui entraîne une qualité sonore inférieure. Droite : avec une fréquence d'échantillonnage suffisamment élevée, l'onde analogique peut être reconstituée avec précision.*

La fréquence d'échantillonnage doit être au moins deux fois plus élevée que la fréquence audio d'entrée la plus élevée qui doit être reconstruite, voire encore plus élevée pour obtenir une bonne qualité. Dans les fichiers audio et les CD, 44,1 kHz est une fréquence d'échantillonnage couramment utilisée, réalisant donc 44 100 échantillons par seconde.

8.1.10 Compression de plage dynamique

Un son présentant de grandes différences entre l'intensité sonore minimale et l'intensité sonore maximale est dit à « large plage dynamique ».

La compression de plage dynamique est une opération de traitement du signal audio qui augmente les intensités sonores les plus faibles, tandis que les intensités sonores élevées restent identiques ou diminuent. L'opération réduit la plage dynamique et l'enregistrement est perçu avec une intensité sonore supérieure.

La compression de plage dynamique est souvent utilisée dans les systèmes audio pour les restaurants, la vente au détail et les environnements publics similaires qui émettent de la musique de fond à un volume relativement faible. Outre le volume plus constant, la compression rend également les parties de l'audio présentant une faible intensité sonore plus audibles dans le bruit ambiant.

Vous pouvez également utiliser la compression de plage dynamique pour augmenter la perception du volume d'une annonce vocale. Cette fonction est utile pour les annonces de sécurité où l'essentiel est de faire passer un message qui se détache clairement du bruit de fond, et où un son naturel est moins important.

8.1.11 Sensibilité du haut-parleur

La sensibilité d'un haut-parleur désigne sa capacité à reproduire un son en lui fournissant une puissance donnée. La sensibilité est généralement déterminée en fournissant un signal audio de 1 W (généralement à 1 kHz), puis en mesurant le niveau de pression sonore en dB à 1 m de distance. Les valeurs courantes pour les haut-parleurs sont comprises entre 85 et 92 dB. Plus la sensibilité est élevée, plus l'intensité sonore du haut-parleur sera élevée en lui fournissant une puissance donnée.

Parfois, la sensibilité du haut-parleur est un indicateur de la qualité du haut-parleur. Une sensibilité inférieure est synonyme d'aimant moins puissant et/ou de bobine plus petite et moins chère. Par conséquent, en matière de qualité audio, un gros haut-parleur n'est pas nécessairement meilleur qu'un petit haut-parleur. La taille d'un haut-parleur est, d'une certaine manière, ce que les mégapixels sont à une caméra : si vous ne disposez pas d'un bon objectif de caméra (ou d'une bonne sensibilité de haut-parleur), une résolution supérieure (ou un haut-parleur plus grand) ne sert pas à grand-chose.

La sensibilité du haut-parleur permet de comparer des haut-parleurs analogiques avec d'autres haut-parleurs analogiques, mais pas de les comparer à des haut-parleurs actifs tels que des haut-parleurs IP.

8.1.12 Réponse polaire

Certains haut-parleurs présentent une direction du son très étroite afin d'obtenir une pression sonore élevée dans une direction. D'autres sont conçus pour assurer la propagation du son la plus large possible. La capacité d'un haut-parleur à reconstruire l'audio dépend de la fréquence audio. En général, les basses fréquences présentent une propagation plus large, tandis que les hautes fréquences sont plus directionnelles.

Un diagramme polaire permet de visualiser la différence de propagation des fréquences depuis un haut-parleur.

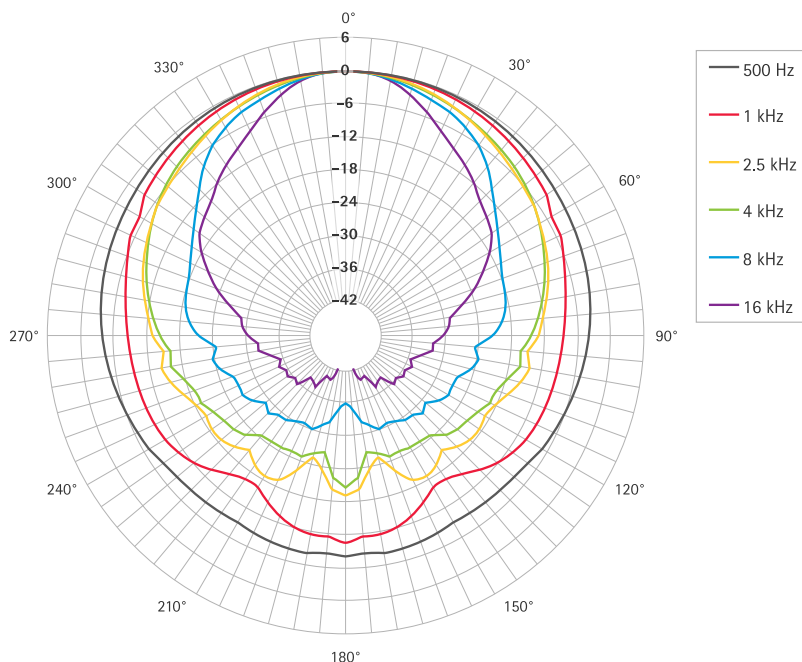


Figure 8.1j *Diagramme polaire indiquant la propagation depuis un exemple de haut-parleur générique (situé au centre du diagramme). Les basses fréquences présentent une propagation plus large (même derrière le haut-parleur, à 180 degrés) tandis que les hautes fréquences sont plus directionnelles.*

8.2 Acoustique

L'environnement a une influence considérable sur le son provenant d'un système audio. Même si le calcul des effets peut être une tâche complexe, la compréhension de l'acoustique est très utile.

8.2.1 Échos

Un espace complètement vide présentera de la réverbération et/ou un décalage du son. En effet, toutes les surfaces planes favorisent la réflexion des ondes sonores. En ajoutant des tissus et des surfaces irrégulières, comme des canapés, des rideaux et des tapis, il y aura moins de réverbération, mais le son sera également perçu avec une intensité légèrement inférieure en raison de l'absorption.

Les ondes sonores sont souvent réfléchies plusieurs fois avant d'atteindre nos oreilles. Sachant que la vitesse du son dans l'air est d'environ 340 m/s (1020 pieds/s), nous pouvons calculer la distance parcourue par un écho. Si nous entendons l'écho 0,25 s après le son initial, par exemple, le son a parcouru environ 85 m ($0,25 \times 340 \text{ m/s}$) ou 255 pieds. À chaque réflexion, le son s'atténue un peu jusqu'à ce que nous ne puissions plus l'entendre.

8.2.2 Influence des dimensions d'une pièce

La taille de la pièce a une grande influence sur l'expérience audio. En effet, les ondes sonores se réfléchissent sur les murs, les plafonds et les meubles. Pour mieux comprendre l'impact de ces réflexions, il peut être utile de prendre en compte la longueur d'onde d'une onde audio.

La longueur d'onde, désignée par la lettre grecque lambda (λ), est liée à la vitesse du son ($v=340 \text{ m/s}$ dans l'air) et à la fréquence (ou hauteur tonale, notée f , mesurée en Hz), selon la formule $\lambda=v/f$.

Une fréquence de 20 kHz (20 000 vibrations par seconde) correspond à une longueur d'onde d'environ 1,7 cm (0,7 pouce), tandis qu'une fréquence plus basse de 20 Hz (20 vibrations par seconde) correspond à une longueur d'onde plus élevée d'environ 17 m (56 pieds).

Avec des longueurs d'onde jusqu'à 17 m (56 pieds) pour les sons les plus graves, les ondes sonores audibles dans une petite pièce seront réfléchies contre les murs avant de se développer correctement. Cela se traduit par des résonances et des ondes stationnaires associées, causant l'amplification de certaines fréquences (volume plus élevé), et l'atténuation d'autres fréquences (volume plus bas). Une grande pièce est nécessaire pour écouter les graves sans distorsion.

L'influence des résonances sur la qualité audio augmente avec le volume sonore. Avec un volume plus élevé, les réflexions interfèrent davantage avec le son provenant de la source.

8.2.3 Neutralisation de l'acoustique d'une pièce

Afin de réduire les échos gênants dans les pièces vides ou de grandes dimensions, des panneaux acoustiques peuvent être installés au plafond, sur les murs ou les deux. Fabriqués en matériaux insonorisants, les panneaux créent une acoustique plus neutre dans des espaces tels que les centres commerciaux, les auditoriums, les bureaux et les salles de conférences. Cependant, un effet similaire peut être obtenu en utilisant des rideaux ou d'autres tissus d'intérieur. Les panneaux acoustiques sont généralement assez efficaces pour les fréquences supérieures à 300 Hz, tandis que les capacités d'absorption diminuent progressivement pour les basses fréquences.



Figure 8.2a Les rideaux et autres éléments en tissu peuvent considérablement améliorer l'acoustique d'une pièce.

8.3 Technologies audio

Différentes technologies audio sont utilisées pour permettre aux périphériques audio en réseau de fournir un son de haute qualité. Dans les installations de sécurité et de sûreté, la haute qualité est généralement synonyme de parole claire et intelligible, ce qui est garanti par l'utilisation de plusieurs techniques d'optimisation du son intégrées aux haut-parleurs. La qualité est maintenue dans tout le système au moyen de techniques de compression, de transmission et de synchronisation des flux audio.

8.3.1 Qualité sonore numérique

Dans l'audio sur IP Axis, le son est entièrement numérique de la source jusqu'au haut-parleur. Le son est stocké, traité et transmis numériquement, sans conversion analogique-numérique ou numérique-analogique. Le processeur de signal numérique intégré permet d'optimiser le son directement dans les haut-parleurs. Les techniciens ayant à leur disposition des profils sonores prédéfinis pour la musique de fond et la voix, il n'est pas nécessaire qu'ils se rendent sur site pour contrôler la qualité audio. Les annonces audio sont configurées et contrôlées dans un souci de clarté et de facilité de compréhension. Le signal sonore reste également fort, et ce quelle que soit la longueur des câbles.

Toutefois, l'audio analogique convertit les ondes sonores en tension électrique. Ce signal électrique peut ensuite être transporté, stocké et finalement reconverti en ondes sonores. Lorsque le signal électrique passe par de nombreuses étapes ou d'importantes longueurs de câble, son niveau de tension chute et doit être amplifié. Ce processus peut augmenter le bruit et réduire la qualité, avec une sortie audio dégradée.

A contrario, l'audio numérique utilise des valeurs numériques au lieu de recourir à une tension fluctuante pour décrire la forme d'onde. Ces valeurs peuvent être stockées et transmises sans aucune modification, même dans des zones subissant des perturbations électromagnétiques. Elles ne seront pas corrompues par le bruit et, lorsqu'elles seront reconverties en ondes sonores, elles restitueront exactement l'audio initial.

8.3.2 Haute qualité pour l'audio sur IP

Dans le secteur du divertissement, le terme « Audio haute qualité » peut désigner des haut-parleurs Hi-Fi générant un son stéréophonique. Ces haut-parleurs sont conçus pour reproduire très précisément le son avec une intensité sonore élevée. Un système de haut-parleurs peut être constitué de plusieurs types de haut-parleurs pour gérer autant de fréquences audibles que possible. Un élément pour les graves peut reproduire les sons jusqu'à 500 Hz, un élément pour les médium peut prendre en charge les fréquences comprises entre 500 Hz et 9 kHz, tandis qu'un élément pour les aigus peut restituer les fréquences supérieures à 9 kHz, par exemple. Les systèmes de divertissement peuvent également proposer des expériences d'écoute très puissantes grâce à l'utilisation du son stéréophonique, ou stéréo, dans lequel au moins deux canaux audio indépendants sont utilisés dans des haut-parleurs distincts afin de créer une impression de son provenant de différentes directions.

Cependant, l'audio sur IP Axis ne concerne pas les intensités sonores élevées, les plage de fréquences étendues ou le son stéréo. À des fins de sécurité ou de sûreté, nos solutions maximisent l'intensité sonore de la plage de fréquences étroite où la parole humaine est la plus perceptible. Même lorsque l'audio sur IP est utilisé pour la musique de fond, l'intensité sonore est relativement faible. D'autre part, le son stéréo n'est pas nécessaire : lorsque le public cible est constitué de personnes qui se déplacent dans une école, un hôpital ou un magasin, la notion de gauche et de droite n'existe pas. C'est la raison pour laquelle l'audio sur IP utilise des haut-parleurs mono dont l'intensité sonore est relativement basse.

8.3.3 Techniques d'optimisation du son

Les haut-parleurs réseau Axis disposent de capacités de traitement de signal numérique (DSP). Un DSP de sonorisation analyse et manipule le son afin d'améliorer l'intelligibilité de la parole. Les haut-parleurs réseau Axis intègrent plusieurs techniques d'optimisation du son, telles que

l'optimisation de la fréquence, la compensation de l'intensité sonore et le contrôle de la plage dynamique, pour assurer une excellente qualité audio dans tous les environnements.

- > **Optimisation de la fréquence.** Le traitement edge des haut-parleurs réseau Axis permet de les optimiser en fréquence, ce qui procure les mêmes caractéristiques à chaque haut-parleur. Par conséquent, ils peuvent être intégrés sans devoir les mettre au point ou les configurer manuellement et le système peut être facilement étendu en connectant simplement d'autres haut-parleurs Axis.
- > **Contrôle de plage dynamique** ou compression de plage dynamique. Un signal audio présente souvent des crêtes et des creux de volume. Le contrôle de plage dynamique peut les équilibrer pour garantir que le son est diffusé au volume idéal pour les auditeurs.
- > **Compensation de l'intensité sonore.** Si votre système stéréo est doté d'un bouton « Intensité sonore », vous connaissez peut-être le concept de base. À faible volume, certaines fréquences sont moins perceptibles pour l'oreille humaine (voir la section 8.1.8 concernant l'intensité sonore perçue). La compensation d'intensité sonore amplifie ces fréquences pour que l'auditeur ne manque rien. Elle est effectuée automatiquement sur les haut-parleurs Axis, ce qui en fait une solution adaptée aux messages audio importants et à la musique de fond.

8.3.4 Modes de communication audio

Selon l'application, il peut être nécessaire d'envoyer de l'audio dans une seule direction ou dans les deux directions. Cela correspond à trois modes de base de communication audio :

- > **Simplex** signifie que l'audio peut être envoyé dans une seule direction. Dans l'audio sur IP, le son est généralement envoyé par un opérateur à un haut-parleur, par exemple pour communiquer des avertissements ou des annonces via le haut-parleur. Mais l'audio en mode simplex peut également être envoyé depuis le haut-parleur à l'opérateur, par exemple dans des applications de surveillance à distance où l'audio en direct provenant d'un site surveillé est envoyé sur un réseau.
- > **Half-duplex** signifie que l'audio peut être envoyé et reçu dans les deux directions, mais seulement dans une direction à la fois. La direction est contrôlée soit par l'intermédiaire d'un bouton poussoir physique, soit par le biais d'un logiciel de détection de la voix. Ce mode de communication est similaire à une conversation par talkie-walkie. Dans la mesure où le haut-parleur et le microphone ne sont jamais actifs en même temps, le half-duplex ne présente aucun risque de problèmes d'écho.
- > **Full-duplex** signifie que les utilisateurs peuvent envoyer et recevoir de l'audio (parler et écouter) en même temps. Ce mode de communication est similaire à une conversation téléphonique. Le full-duplex nécessite que le client (PC, microphone SIP ou téléphone VoIP) et

le haut-parleur prennent en charge l'audio full-duplex. Lors de la mise en œuvre, la suppression de l'écho acoustique doit également être prise en charge afin d'éviter les effets d'écho.

Les périphériques audio Axis fonctionnent en half-duplex ou en full-duplex pour un audio bidirectionnel.

8.3.5 Suppression d'écho

Avec la technologie half-duplex, le haut-parleur et le micro ne sont jamais actifs en même temps. Il n'y a par conséquent aucun risque de problème d'écho.

À l'inverse, la technologie full-duplex permet de transmettre et de recevoir le son simultanément. Lors de la mise en œuvre, la suppression de l'écho acoustique doit être prise en charge afin d'éviter les effets d'écho.

8.3.6 Codecs audio

Un codec (encodeur-décodeur) audio est un système logiciel capable de numériser et de compresser les données pour la transmission et de décompresser les données reçues. Les produits Axis prennent en charge différents codecs audio :

AAC-LC (Advanced Audio Coding - Low Complexity), également connu sous le nom MPEG-4 AAC, qui nécessite une licence. AAC-LC, en particulier à un taux d'échantillonnage de 16 kHz ou plus et à un débit binaire de 64 kbit/s ou plus, est le codec recommandé pour obtenir la meilleure qualité audio possible.

G.711 et **G.726** sont des normes ITU-T sans licence. Le retard est plus faible et elles nécessitent moins de puissance de calcul qu'AAC-LC. G.711 et G.726 sont des codecs vocaux principalement utilisés en téléphonie, et qui offrent une qualité audio faible. Elles ont un taux d'échantillonnage de 8 kHz. G.711 a un débit binaire de 64 kbits/s. La mise en œuvre de G.726 par Axis prend en charge des débits de 24 et 32 kbit/s. Avec G.711, les produits Axis ne prennent en charge que μ -law, qui est l'un des deux algorithmes de compression sonore de la norme G.711. Lorsque G.711 est utilisé, il est important que le client utilise également la compression μ -law.

Les produits Axis qui prennent en charge SIP peuvent également utiliser Opus, L16/16000, L16/8000, speex/8000, speex/16000, G.726-32.

8.3.7 Synchronisation de l'audio et de la vidéo

La synchronisation des données audio et vidéo est assurée par un lecteur multimédia ou par un framework multimédia tel que WebRTC.

Dans les produits audio/vidéo combinés, l'audio et la vidéo sont envoyés sur un réseau sous la forme de deux flux de paquets distincts. Pour que le client ou le lecteur synchronise parfaitement les flux audio et vidéo, les paquets audio et vidéo doivent être horodatés. L'horodatage des paquets vidéo utilisant la compression Motion JPEG n'est pas toujours pris en charge dans une caméra réseau. Si c'est le cas et si la vidéo et l'audio doivent être synchronisés, le format vidéo à choisir est MPEG-4, H.264 ou H.265 puisque ces flux vidéo, ainsi que le flux audio, sont envoyés en RTP (Real-time Transport Protocol), qui horodate les paquets vidéo et audio.

8.3.8 Synchronisation entre plusieurs périphériques audio sur IP

L'audio sur IP Axis prend en charge la synchronisation des médias inter-destination. Cela signifie que la lecture synchronisée est possible entre plusieurs périphériques sur n'importe quel réseau, car la synchronisation entre leurs horloges est maintenue.

9. Réseaux et cybersécurité

Cette partie du guide technique traite des nombreuses technologies réseau sur lesquelles repose le système audio en réseau. Elle explique également comment protéger le réseau et les périphériques grâce à l'application des meilleures pratiques et fonctionnalités de cybersécurité.

9.1 Technologies réseau

Un système audio sur IP utilise de nombreuses technologies réseau. Les réseaux locaux, notamment Ethernet, constituent la base et permettent également d'alimenter les produits audio sur IP par Power over Ethernet (PoE). Les protocoles d'adressage IP et de transport de données permettent d'accéder aux produits sur Internet, tandis que les technologies qui assurent la qualité de service permettent à différentes applications réseau de coexister sans consommer mutuellement leur bande passante respective.

9.1.1 Réseaux locaux et Ethernet

Un réseau local (LAN) est un groupe d'ordinateurs qui sont connectés dans une zone localisée pour communiquer entre eux et partager des ressources telles que des imprimantes. Les données sont envoyées sous forme de paquets, et différentes technologies régulent la transmission des paquets. La technologie LAN la plus utilisée est Ethernet, qui est spécifiée dans la norme IEEE 802.3. Il existe d'autres types de technologies de réseau LAN comme Token Ring et FDDI (Fiber Distributed Data Interface).

Aujourd'hui, Ethernet utilise une topologie en étoile dans laquelle les nœuds individuels (périphériques) sont connectés les uns aux autres via des équipements de réseau actifs tels que des commutateurs. Un LAN peut comporter plusieurs milliers de périphériques en réseau.

Il convient de toujours développer un réseau avec une capacité supérieure à celle requise. Pour pérenniser un réseau, vous pouvez le concevoir de sorte qu'il n'utilise que 30 % de la capacité totale lors de la première mise en service. Comme de plus en plus d'applications s'exécutent sur des réseaux, les performances des réseaux devront être de plus en plus élevées. Les commutateurs

réseau sont faciles à mettre à niveau après quelques années, mais le câblage est généralement beaucoup plus difficile à remplacer.

9.1.1.1 Types de réseaux Ethernet

Les types de réseaux Ethernet les plus couramment utilisés actuellement sont les suivants. Ils peuvent être basés sur des câbles à paires torsadées ou à fibres optiques.

Fast Ethernet. Peut transférer des données à un débit de 100 Mbit/s, ce qui est suffisant pour la plupart des applications audio sur IP. L'ancien Ethernet 10 Mbits/s est toujours installé et utilisé, mais ces réseaux ne fournissent peut-être pas la bande passante nécessaire pour certaines applications modernes. La plupart des périphériques sont équipés d'une interface Ethernet 10BASE-T/100BASE-TX, plus communément appelée interface 10/100, qui prend en charge à la fois le débit 10 Mbits/s et Fast Ethernet. Le type de câble à paires torsadées prenant en charge Fast Ethernet est appelé câble Cat-5.

Gigabit Ethernet. Prend en charge un débit de données de 1 000 Mbits/s (1 Gbits/s) et est plus couramment utilisé que Fast Ethernet. Ethernet 1 ou 10 Gbits/s peut être nécessaire pour un réseau dorsal qui connecte de nombreux périphériques réseau. Le câble à paires torsadées prenant en charge Gigabit Ethernet est de type Cat-5e, dans lequel les quatre paires de fils torsadés sont utilisées pour atteindre les débits de données élevés. La plupart des interfaces sont rétrocompatibles avec Ethernet 10 et 100 Mbits/s et sont communément appelées interfaces 10/100/1000. Pour la transmission sur de plus grandes distances, des câbles à fibre optique tels que 1000BASE-SX (jusqu'à 550 m/1804 pi.) et 1000BASE-LX (jusqu'à 550 m avec fibres optiques multimodes et 5 km/3 miles avec fibres monomodes) peuvent être utilisés.

10 Gigabit Ethernet. Prend en charge un débit de 10 Gbits/s (10 000 Mbits/s). 10GBASE-LX4, 10GBASE-ER et 10GBASE-SR basés sur un câble à fibre optique peuvent être utilisés pour couvrir des distances allant jusqu'à 10 km/6 miles). Un câble de très haute qualité (Cat-6a ou Cat-7) est requis pour les solutions à paire torsadée 10GBASE-T. Ethernet 10 Gbit/s est principalement utilisé pour les réseaux dorsaux dans les applications qui nécessitent des débits de données élevés.

9.1.1.2 Connexion de périphériques et de commutateurs réseau

Pour mettre en réseau plusieurs périphériques dans un réseau local (LAN), un équipement réseau, tel qu'un commutateur réseau, est nécessaire. Sa fonction principale est de transférer les données d'un périphérique à un autre sur le même réseau. Le commutateur le fait efficacement en dirigeant les données d'un périphérique directement vers le périphérique cible, sans affecter les autres périphériques se trouvant sur le même réseau.

Un commutateur réseau fonctionne en enregistrant l'adresse MAC (Media Access Control) de chaque périphérique qui s'y connecte. Chaque périphérique de mise en réseau possède une adresse MAC unique, composée d'une série de chiffres et de lettres en notation hexadécimale, telle que définie par le fabricant. L'adresse se trouve souvent sur l'étiquette du produit. Lorsqu'un commutateur réseau reçoit des données, il les transmet uniquement au port connecté à l'appareil avec l'adresse MAC destinataire appropriée.

Les commutateurs réseau indiquent généralement leurs performances en débits par port, en débits internes ou en « backplane » (en débit binaire et en paquets par seconde). Les débits de port indiquent les débits maximums sur des ports spécifiques. La vitesse d'un commutateur, par exemple 100 Mbit/s, correspond ainsi souvent à la performance de chaque port.

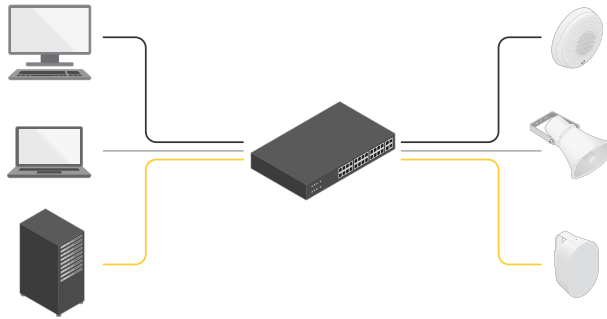


Figure 9.1a Dans un commutateur réseau, le transfert de données est géré très efficacement car le trafic de données peut être dirigé d'un périphérique à un autre sans affecter les autres ports du commutateur.

Les commutateurs réseau ont souvent des interfaces 10/100/1000, prenant ainsi en charge 10 Mbits/s, Fast Ethernet et Gigabit Ethernet simultanément. Le débit et le mode de transfert entre le port d'un commutateur et un périphérique connecté sont normalement négociés automatiquement, grâce à quoi le débit de données commun le plus élevé et le meilleur mode de transfert sont utilisés. Le commutateur réseau permet également aux périphériques connectés de fonctionner en mode duplex intégral, c'est-à-dire d'envoyer et de recevoir des données en même temps, ce qui améliore les performances.

Les commutateurs réseau peuvent avoir des caractéristiques ou des fonctions différentes. Par exemple, certains peuvent inclure une fonctionnalité de routeur. Un commutateur peut également prendre en charge Power over Ethernet ou QoS, permettant ainsi de contrôler la quantité de bande passante utilisée par différentes applications.

9.1.1.3 Power over Ethernet (PoE)

Power over Ethernet (PoE) est utilisé pour alimenter les périphériques connectés à un réseau Ethernet sur le câble de communication de données. Outre son utilisation dans l'audio sur IP, PoE est largement utilisé pour alimenter les téléphones IP, les points d'accès sans fil et les caméras réseau.

PoE a pour principal avantage de réduire les dépenses. Il n'est pas nécessaire d'embaucher un électricien agréé pour installer une ligne d'alimentation séparée lorsque vous utilisez PoE. C'est avantageux, en particulier dans les zones difficiles d'accès. Le fait que le câblage électrique ne soit pas nécessaire peut réduire les coûts et facilite également le déplacement d'un périphérique.

En outre, PoE facilite la sécurisation d'un système audio. Un système avec PoE peut être alimenté à partir de la salle des serveurs, qui est souvent sauvegardée par un onduleur UPS (alimentation continue). Ainsi, le système peut rester opérationnel même pendant une panne d'électricité.

En raison des avantages de PoE, il est recommandé de l'utiliser avec autant de périphériques que possible. L'énergie disponible à partir du commutateur ou de l'injecteur PoE doit être suffisante pour les périphériques connectés, et les périphériques doivent prendre en charge la classification de puissance.

Normes PoE

Aujourd'hui, la plupart des périphériques PoE sont conformes à la norme IEEE 802.3af. Des câbles Cat-5 ou de catégorie supérieure sont utilisés, garantissant que le transfert de données n'est pas affecté. Dans la norme, l'appareil qui fournit l'alimentation est appelé équipement d'alimentation (PSE). Cela peut être un commutateur ou injecteur compatible PoE. L'appareil qui reçoit l'alimentation est appelé appareil alimenté (PD). La fonctionnalité est habituellement intégrée au périphérique réseau, ou peut être fournie par un séparateur autonome.

La rétrocompatibilité avec les périphériques réseau non compatibles avec PoE est garantie. La norme inclut une fonction d'identification automatique de la prise en charge de la technologie PoE par le périphérique, et l'alimentation n'est fournie à l'appareil que lorsque cette prise en charge est confirmée. Cela signifie également que le câble Ethernet connecté à un commutateur PoE ne fournira aucune alimentation s'il n'est pas connecté à un périphérique compatible PoE. Cela élimine le risque d'électrocution lors de l'installation ou de la reconnexion d'un réseau.

Il y a quatre paires de fils torsadés dans un câble à paires torsadées. PoE peut utiliser soit les deux paires de fils « de rechange », soit il peut superposer le courant sur les paires utilisées pour la transmission de données. En général, les commutateurs avec PoE intégré alimentent les deux paires

de fils utilisées pour le transfert des données, alors que les injecteurs utilisent habituellement les deux paires de rechange. Un appareil alimenté (PD) prend en charge ces deux options.

Conformément à IEEE 802.3af, un équipement d'alimentation fournit une tension de 48 V CC avec une puissance maximale de 15,4 W par port. Tenant compte du fait qu'il y aura une perte de puissance sur un câble à paire torsadée, seulement 12,95 W sont garantis comme disponibles pour l'appareil alimenté. La norme spécifie différentes catégories de performance pour les appareils alimentés.

Les dispositifs PSE tels que les commutateurs et les injecteurs compatibles PoE fournissent normalement un certain niveau de puissance, en général 300 à 500 W. Sur un commutateur à 48 ports, cela correspondrait à 6 à 10 W par port, si tous les ports sont connectés à des dispositifs qui utilisent PoE. À moins que les appareils alimentés prennent en charge la classification de puissance, 15,4 W doivent être réservés pour chaque port utilisant PoE, ce qui signifie qu'un commutateur de 300 W ne peut alimenter que 20 ports sur les 48 existants. Cependant, si tous les appareils indiquent au commutateur qu'ils sont de classe 1, alors 300 W suffiront pour alimenter les 48 ports.

Il existe d'autres normes PoE, telles que IEEE 802.3at (également connue sous le nom PoE+) et IEEE 802.3bt. En utilisant PoE+, la limite de puissance est portée à au moins 30 W via deux paires de fils d'un équipement d'alimentation. Pour les exigences d'alimentation supérieures à la norme PoE+, Axis utilise le terme « High PoE », qui élève la limite de puissance à au moins 60 W via quatre paires de fils, et 51 W est garanti pour le périphérique (PD).

Classe	Type	Niveau de puissance minimum à l'équipement d'alimentation	Niveau de puissance maximum utilisé par le périphérique alimenté
0	Type 1, 802.3af	15,4 W	0,44 W - 12,95 W
1	Type 1, 802.3af	4 W	0,44 W - 3,84 W
2	Type 1, 802.3af	7 W	3,84 W - 6,49 W
3	Type 1, 802.3af	15,4 W	6,49 W - 12,95 W
4	Type 2, 802.3at	30 W	12,95 W - 25,5 W
6	Type 3, 802.3bt	60 W	51 W
8	Type 4, 802.3bt	90 W	71,3 W

Table 9.1a *Classifications de puissance selon les normes IEEE 802.3af, IEEE 802.3at et IEEE 802.3bt.*

La plupart des périphériques audio sur IP peuvent être alimentés via PoE en utilisant la norme IEEE 802.3af et sont normalement identifiées en tant que périphériques de classe 3.

Nouvelle prise en charge de PoE avec utilisation d'injecteurs

Les injecteurs sont des périphériques permettant à un réseau existant de prendre en charge l'alimentation PoE. L'injecteur, qui injecte de l'énergie au câble Ethernet, est placé entre le commutateur réseau et les périphériques alimentés. Pour s'assurer que le transfert de données n'est pas affecté, la distance maximale entre la source des données (par exemple, le commutateur) et le produit audio sur IP ne doit pas dépasser 100 m (330 pi.). L'injecteur n'est pas un répéteur et il n'amplifie pas le signal des données Ethernet.

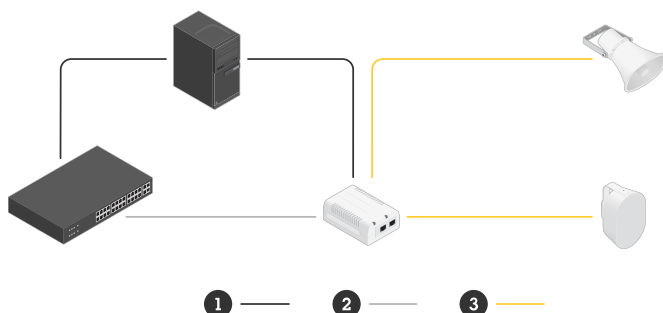


Figure 9.1b *Un système existant avec une alimentation séparée (1) et des câbles Ethernet (2) peut être mis à niveau et recevoir la fonctionnalité PoE (3) à l'aide d'un injecteur.*

9.1.2 Envoyer des données sur Internet

Voici les éléments de base de la communication sur Internet :

Routeurs. Les routeurs réseau doivent être utilisés pour transférer des paquets de données d'un LAN à un autre via Internet. Ces périphériques acheminent les informations d'un réseau à un autre en fonction des adresses IP. Un routeur ne transmet que les paquets de données destinés à un autre réseau, et le plus souvent il est utilisé pour connecter un réseau local à Internet. Les routeurs sont parfois appelés passerelles.

Pare-feu. Un pare-feu est conçu pour empêcher tout accès non autorisé à ou depuis un réseau privé. Les pare-feu peuvent être implémentés sous forme matérielle ou logicielles, ou les deux. Les pare-feu sont fréquemment utilisés pour empêcher les utilisateurs Internet non autorisés d'accéder

à des réseaux privés connectés à Internet. Les messages entrant ou sortant d'Internet passent par le pare-feu, qui examine chaque message et bloque ceux qui ne répondent pas aux critères de sécurité spécifiés.

Connexions Internet. Lors de la connexion à Internet, le flux de chargement (envoi de données) correspond au débit de transfert (bande passante) auquel les données peuvent être téléchargées depuis le périphérique vers Internet. Le flux de téléchargement (réception de données) correspond à la vitesse de transfert pour le téléchargement de fichiers.

L'envoi de données entre deux périphériques situés chacun sur un LAN différent nécessite une méthode de communication standard, car chaque LAN peut utiliser des technologies différentes. Cette exigence a conduit au développement de l'adressage IP et de nombreux protocoles IP pour la communication sur Internet.

9.1.2.1 Adressage IP

Les dispositifs souhaitant communiquer via Internet doit avoir des adresses IP uniques et appropriées, qui identifient les dispositifs expéditeurs et destinataires. Il y existe actuellement deux versions de l'IP : IP version 4 (IPv4) et IP version 6 (IPv6). La principale différence entre les deux est qu'une adresse IPv6 est plus longue (128 bits par rapport à 32 bits pour une adresse IPv4). Les adresses IPv4 sont les plus couramment utilisées aujourd'hui.

9.1.2.2 Adresses IPv4

Les adresses IPv4 sont regroupées en quatre blocs, chaque bloc étant séparé par un point. Chaque bloc représente un nombre entre 0 et 255 ; par exemple, 192.168.12.23.

Certains blocs d'adresses IPv4 sont réservés à un usage privé. Ces adresses IP privées sont 10.0.0.0 à 10.255.255.255, 172.16.0.0 à 172.31.255.255 et 192.168.0.0 à 192.168.255.255. Ces adresses ne peuvent être utilisées que sur des réseaux privés et ne peuvent pas être transmises via un routeur à Internet. Les périphériques souhaitant communiquer sur Internet doivent posséder leur propre adresse IP publique, qui sera attribuée par un fournisseur de services Internet. L'adresse peut être une adresse IP dynamique, qui peut changer au cours d'une session, ou une adresse statique, qui est généralement facturée en sus sur une base mensuelle.

Ports

Un numéro de port définit un service ou une application de sorte que le périphérique destinataire (par exemple, un haut-parleur réseau) saura comment traiter les données entrantes. Lorsqu'un ordinateur envoie des données liées à une application spécifique, il ajoute d'ordinaire automatiquement le numéro de port à une adresse IP.

Les numéros de port peuvent être compris entre 0 et 65535. Certaines applications utilisent des numéros de port qui leur sont préattribués par l'IANA (Internet Assigned Numbers Authority). Par exemple, un service Web via HTTP est généralement mappé au port 80 sur un périphérique audio en réseau.

Définition d'adresses IPv4

Une adresse IP doit être assignée au périphérique audio réseau pour qu'il puisse fonctionner sur un réseau IP. La définition d'une adresse IPv4 pour un périphérique réseau Axis peut être effectuée automatiquement à l'aide du protocole DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), qui nécessite un serveur DHCP sur le réseau. Il est également possible d'utiliser un outil logiciel de gestion tel qu'AXIS Device Manager. L'adresse peut aussi être définie manuellement. Pour ce faire, il faut utiliser la page Web du périphérique et entrer l'adresse IP statique, le masque de sous-réseau et les adresses IP du routeur par défaut, le serveur DNS (Domain Name System) et le serveur NTP (Network Time Protocol).

Le serveur DHCP gère un pool d'adresses IP, qu'il peut affecter dynamiquement aux périphériques réseau, cette fonction étant souvent effectuée par un routeur haut débit. Le routeur est généralement connecté à Internet et obtient son adresse IP publique auprès d'un fournisseur de services Internet. L'adresse IP d'un périphérique réseau peut changer chaque jour quand elle est dynamique. Avec les adresses IP dynamiques, il est recommandé d'enregistrer un nom de domaine pour le produit audio sur IP sur un serveur DNS dynamique, qui peut toujours lier le nom de domaine du produit à l'une des adresses IP de ce dernier. Un nom de domaine peut être enregistré en utilisant certains sites DNS dynamiques connus tels que www.dyndns.org

L'utilisation de DHCP pour définir une adresse IPv4 fonctionne comme suit. Lorsqu'un périphérique réseau est en ligne, il envoie une requête demandant la configuration à partir d'un serveur DHCP. Le serveur DHCP répond avec la configuration demandée par le périphérique réseau. Cela inclut normalement l'adresse IP, le masque de sous-réseau et les adresses IP du routeur, du serveur DNS et du serveur NTP. Le produit vérifie d'abord que l'adresse IP proposée n'est pas déjà utilisée sur le réseau local, lui attribue l'adresse et peut mettre à jour un serveur DNS dynamique avec son adresse IP actuelle afin que les utilisateurs puissent accéder au périphérique en utilisant un nom de domaine.

Avec AXIS Device Manager, le logiciel peut automatiquement trouver et définir des adresses IP et afficher l'état de la connexion. Le logiciel peut également être utilisé pour assigner des adresses IP statiques et privées aux périphériques réseau Axis. Il s'agit de la procédure recommandée lorsque vous utilisez un logiciel de gestion audio pour accéder à des produits audio sur IP. Dans un système audio sur IP pouvant comporter des centaines de périphériques, un logiciel tel qu'AXIS Device Manager est nécessaire pour gérer efficacement le système.

NAT (Traduction d'adresse réseau)

Lorsqu'un périphérique réseau avec une adresse IP privée souhaite envoyer des informations via Internet, il doit le faire en utilisant un routeur prenant en charge la NAT. En utilisant cette technique, le routeur convertit l'adresse IP privée en une adresse IP publique, pour une exposition publique sur Internet.

Multicast IP

La diffusion multicast IP permet à un hôte d'envoyer des flux audio à de nombreux autres hôtes, de préférence dans le même domaine de diffusion, sans duplication inutile de paquets de données. L'émetteur peut transmettre vers les membres d'un groupe, défini par une adresse de Classe D comprise dans la plage 224.0.0.0 – 239.255.255.255. En permettant à plusieurs utilisateurs d'accéder au même flux de données, la diffusion multicast conserve la bande passante par opposition à la diffusion unicast, qui nécessite un flux de données par client connecté.

9.1.2.3 Adresses IPv6

Une adresse IPv6 est écrite en notation hexadécimale avec des deux-points subdivisant l'adresse en huit blocs de 16 bits chacun (par exemple, 2001:0da8:65b4:05d3:1315:7c1f:0461:7847).

IPv6 a pour avantage, mis à part le nombre élevé d'adresses IP qu'il fournit, de permettre à un périphérique de configurer automatiquement son adresse IP à l'aide de son adresse MAC. Pour la communication sur Internet, l'hôte demande au routeur et reçoit de celui-ci le préfixe requis du bloc d'adresse publique, ainsi que toute information supplémentaire. Le préfixe et le suffixe de l'hôte étant utilisés, DHCP n'est plus requis avec IPv6 pour l'allocation des adresses IP et leur paramétrage manuel. IPv6 présente également d'autres avantages tels que la renumérotation pour simplifier le transfert de réseaux d'entreprise entiers entre fournisseurs, un routage plus rapide, un cryptage point à point selon IPsec et une connectivité utilisant la même adresse dans les réseaux changeants (Mobile IPv6).

Une adresse IPv6 est placée entre crochets dans une URL et un port spécifique peut être adressé de la façon suivante : `http://[2001:0da8:65b4:05d3:1315:7c1f:0461:7847]:8081/`

Pour définir l'adresse IPv6 d'un périphérique réseau Axis, il suffit de cocher une case pour activer IPv6 dans le périphérique. Le périphérique reçoit ensuite une adresse IPv6 en fonction de la configuration définie dans le routeur réseau.

9.1.2.4 Protocoles de transport de données

Le protocole TCP (Transmission Control Protocol) et le protocole UDP (User Datagram Protocol) sont les protocoles IP utilisés pour l'envoi de données. Ces protocoles de transport agissent comme des transporteurs pour de nombreux autres protocoles. Par exemple, HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), qui est utilisé pour parcourir les pages Web, est transporté par TCP.

TCP fournit un canal de transmission fiable basé sur la connexion. Il s'assure que les données envoyées par un point sont reçues par l'autre. La fiabilité de TCP par retransmission peut introduire des retards importants, mais en général TCP est utilisé lorsqu'une communication fiable est préférée à une latence réduite.

UDP est un protocole sans connexion et ne garantit pas la livraison des données transmises, confiant la responsabilité du contrôle et de la vérification des erreurs à l'application elle-même. UDP ne retransmet pas de données perdues et, par conséquent, n'introduit aucun retard supplémentaire.

Protocole	Protocole de transport	Port	Usage courant	Utilisation de l'audio sur IP
FTP (protocole de transfert de fichiers)	TCP	21	Transfert de fichiers	Transfert audio sur un serveur FTP ou une application
SMTP (Send Mail Transfer Protocol)	TCP	25	Protocole d'envoi d'e-mail	Le périphérique audio envoie des images ou des notifications d'alarme via un client de messagerie intégré.
HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)	TCP	80	Navigation sur le Web : obtenir des pages Web à partir de serveurs Web	Le périphérique audio fonctionne comme un serveur Web, permettant à l'utilisateur ou au serveur d'applications d'accéder à l'audio.
HTTPS (HTTP sur sécurité de couche transport)	TCP	443	Accès sécurisé aux pages Web à l'aide du cryptage	Transmission audio sécurisée vers/à partir de périphériques audio sur IP.

Protocole	Protocole de transport	Port	Usage courant	Utilisation de l'audio sur IP
RTP (Real-time Transport Protocol)	UDP/TCP	Non défini	Format de paquet normalisé RTP pour la diffusion audio et vidéo sur Internet, souvent utilisé dans les systèmes de diffusion multimédia en continu ou la vidéoconférence	Transmission audio, synchronisation audio et vidéo. RTP assure une numérotation séquentielle et un horodatage des paquets de données, permettant un réassemblage correct. Unicast ou multicast.
RTSP (Real-Time Streaming Protocol)	TCP	554	Configuration et contrôle des sessions multimédia sur RTP	

Table 9.1b *Protocoles TCP/IP communs et ports utilisés pour l'audio sur IP.*

Voir aussi la documentation Axis sur les ports couramment utilisés sur help.axis.com/axis-os-knowledge-base#commonly-used-network-ports

9.1.2.5 SIP

Session Initiation Protocol (SIP) est un protocole basé sur du texte, similaire à HTTP et SMTP, pour la communication sur les réseaux IP. Il est utilisé pour démarrer, modifier et terminer des sessions de flux multimédia, qui peuvent inclure des éléments audio et vidéo. SIP est le protocole standard utilisé dans les applications voix sur IP (VoIP) et les plates-formes de communication unifiées, pour la vidéoconférence, le contrôle des appels et la messagerie instantanée. SIP constitue un moyen de connecter, d'intégrer et de contrôler les produits réseau Axis.

Les appels SIP peuvent être configurés de plusieurs façons, mais il existe trois méthodes principales :

Appels P2P homologues, également appelés appels locaux. Il s'agit d'appels effectués entre deux appareils (tels que des ordinateurs, des haut-parleurs réseau, des téléphones logiciels, des stations de porte, des caméras ou des téléphones de bureau IP) appartenant au même réseau. L'appel est effectué à l'adresse SIP de l'appareil.

Appels de serveur SIP, également appelés appels d'autocommutateur privé (PBX). Pour effectuer des appels de serveur SIP, les périphériques doivent être connectés à un serveur SIP qui gère les échanges d'appels. Un serveur SIP ou un PBX est un concentrateur qui fonctionne comme un standard traditionnel. Il peut être hébergé sur un réseau intranet ou par un fournisseur de services tiers. Les périphériques SIP s'enregistrent auprès du serveur SIP et peuvent se contacter via leurs adresses SIP. Un PBX peut entre autres afficher l'état des appels, autoriser les transferts d'appels, gérer la messagerie vocale et rediriger les appels.

Les adresses SIP, également appelées identificateurs de ressources uniformes (URI) SIP ou numéros SIP, sont utilisées pour identifier les utilisateurs au sein d'un réseau, tout comme les numéros de téléphone ou les adresses e-mail. Comme les adresses e-mail, les adresses SIP sont un type d'URI qui comprend deux parties spécifiques à l'utilisateur, un ID utilisateur ou une extension, et un nom de domaine ou une adresse IP. Avec un préfixe et le symbole @, ils forment une adresse unique. Dans le cas d'un appel P2P, l'adresse SIP inclura l'adresse IP plutôt que le nom de domaine.

Appels de ligne réseau SIP. Avec un fournisseur de services qui propose des lignes groupées SIP, le réseau téléphonique traditionnel peut être utilisé pour effectuer des appels, et les numéros de téléphone traditionnels peuvent être attribués aux dispositifs SIP. De cette manière, les appels peuvent être effectués à partir d'un haut-parleur réseau ou d'une station de porte réseau vers un mobile ou inversement.

9.1.3 Réseaux locaux virtuels

La mise en place de systèmes audio sur IP entraîne souvent la nécessité de séparer le réseau des autres réseaux, à la fois pour des raisons de sécurité et de performance. À première vue, la meilleure solution serait de construire un réseau distinct. Alors que la conception serait simplifiée, le coût d'achat, d'installation et de maintenance du réseau serait souvent plus élevé que l'utilisation d'un réseau local virtuel (VLAN).

VLAN est une technologie permettant de segmenter virtuellement des réseaux. Cette fonctionnalité est prise en charge par la plupart des commutateurs réseau. Il faut pour ce faire diviser les utilisateurs du réseau en groupes logiques. Seuls les utilisateurs d'un groupe spécifique peuvent échanger des données ou accéder à certaines ressources sur le réseau. Si un système audio sur IP est segmenté en VLAN, seuls les serveurs situés sur ce VLAN peuvent accéder aux périphériques audio sur IP. Les VLAN constituent une solution flexible et plus économique qu'un réseau séparé. Ils peuvent notamment être utilisés pour séparer un réseau audio d'un réseau de bureau.

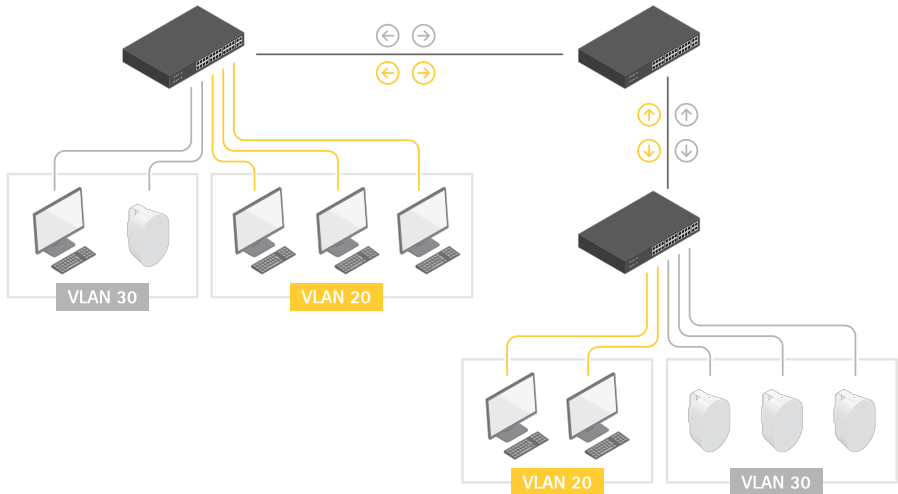


Figure 9.1c Dans cette illustration, les VLAN sont configurés sur plusieurs commutateurs réseau. Les deux LAN différents sont segmentés en VLAN 20 et VLAN 30. Seuls les membres du même VLAN peuvent échanger des données, soit au sein du même réseau soit sur des réseaux différents.

Le protocole principal utilisé lors de la configuration des VLAN est IEEE 802.1Q, qui étiquette chaque trame ou paquet avec des octets supplémentaires pour indiquer à quel réseau virtuel appartient le paquet.

9.1.4 Qualité de Service

Étant donné que différentes applications (par exemple téléphone, e-mail et audio) peuvent utiliser le même réseau IP, il est nécessaire de contrôler la manière dont les ressources réseau sont partagées pour répondre aux besoins de chaque service. Pour ce faire, il est possible de laisser les routeurs et les commutateurs de réseau fonctionner différemment pour différents types de services (voix, données et audio) lorsque le trafic passe à travers le réseau. En utilisant la Qualité de Service (QoS), différentes applications réseau peuvent coexister sur le même réseau sans consommer la bande passante des autres.

Le terme Qualité de Service fait référence à un certain nombre de technologies, telles que DSCP (Differentiated Service Codepoint), qui peuvent identifier le type de données des paquets et diviser ceux-ci en classes de trafic afin de leur attribuer une priorité de transfert. Un réseau compatible QoS a pour avantage de hiérarchiser le trafic pour permettre de diffuser les flux critiques avant les flux ayant une priorité moindre. Il offre aussi une meilleure fiabilité dans le réseau en contrôlant la quantité de bande passante qu'une application peut utiliser et ainsi la concurrence entre les

applications. Afin de pouvoir utiliser la QoS dans un réseau audio, il faut que tous les commutateurs, routeurs et produits audio sur IP prennent en charge la Qualité de Service.

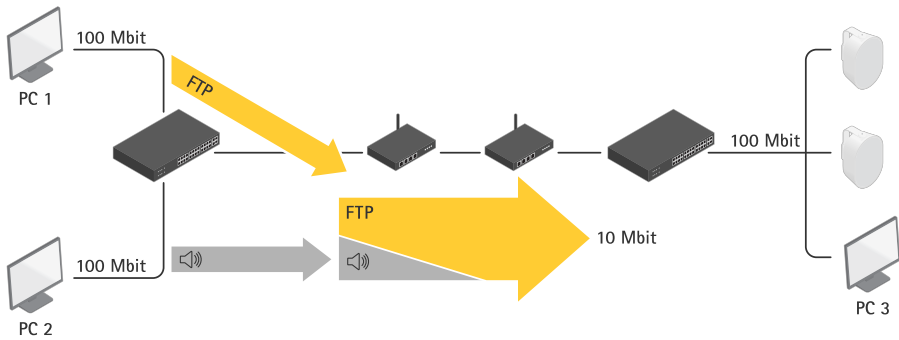


Figure 9.1d Réseau standard (n'utilisant pas QoS). Dans cet exemple, les flux FTP et audio disposent de 10 Mbit/s à partager et la bande passante audio ne peut pas être garantie.

Dans l'illustration, PC1 envoie deux flux audio aux deux haut-parleurs, avec chaque clip audio diffusé à 2,5 Mbits/s. PC3 démarre soudainement un transfert de fichiers à partir de PC2. Dans ce scénario, le protocole FTP (File Transfer Protocol) essaiera d'utiliser la capacité totale de 10 Mbits/s entre les routeurs, tandis que les flux audio essaieront de maintenir leur total de 5 Mbits/s. La quantité de bande passante donnée au système audio ne peut plus être garantie et la qualité audio sera probablement réduite. Dans le pire des cas, le trafic FTP consommera toute la bande passante disponible.

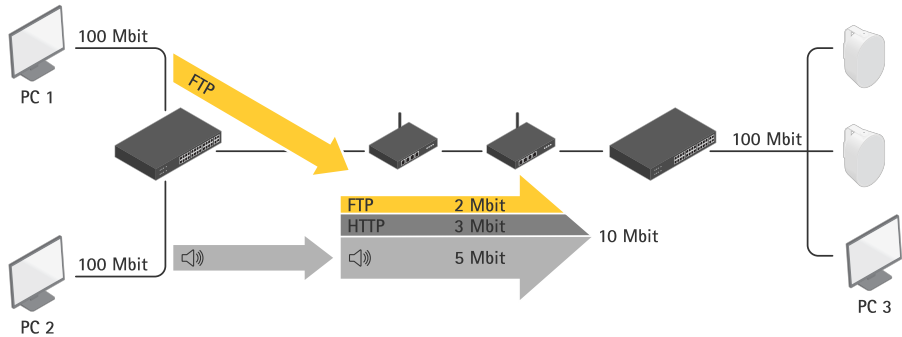


Figure 9.1e Réseau utilisant QoS. Dans cet exemple, la diffusion audio dispose d'une bande passante garantie jusqu'à 5 Mbit/s.

Dans cette illustration, le premier routeur a été configuré pour utiliser jusqu'à 5 Mbit/s des 10 Mbit/s disponibles pour la diffusion audio. Le trafic FTP peut utiliser 2 Mbit/s, et HTTP et d'autres types de trafic peuvent utiliser jusqu'à 3 Mbit/s. En utilisant cette division, les flux audio auront toujours la bande passante nécessaire disponible. Les transferts de fichiers sont considérés comme moins importants et ont moins de bande passante, mais la bande passante reste disponible pour la navigation sur le Web et d'autres types de trafic. Notez que ces valeurs maximales ne s'appliquent que lorsqu'il y a une congestion du réseau. Si la bande passante inutilisée est disponible, elle peut être utilisée par tout type de trafic.

9.2 Protection du système

Les cybermenaces sont généralement associées aux pirates informatiques et aux logiciels malveillants, mais leur impact négatif peut également résulter d'un usage abusif non intentionnel. Lorsque vous déployez un système, il est recommandé de respecter les meilleures pratiques du secteur. Pour être protégé, un système doit être bien configuré et bien maintenu.

9.2.1 Protection du réseau

Les réseaux ont besoin d'être protégés contre les cyberattaques. Tous les paquets envoyés sur le réseau peuvent être récupérés par d'autres ordinateurs sur le même réseau. Si la charge utile des paquets est envoyée en texte clair, les données peuvent être facilement compromises par ce que l'on appelle le reniflage réseau. Une autre menace concerne l'usurpation de réseau, où un ordinateur malveillant tente d'usurper l'identité d'un serveur, d'un ordinateur ou d'un périphérique réseau légitime afin d'accéder au réseau. Les connexions cryptées et les certificats signés par une autorité de certification assurent une protection.

Pour en savoir plus sur la réduction de l'exposition du réseau aux risques, consultez le manuel *Axis Network Switches Hardening Guide* sur <https://help.axis.com/axis-network-switches-hardening-guide>.

Pour prendre connaissance des meilleures pratiques en matière d'intégration et d'exploitation des périphériques Axis sur les réseaux HPE Aruba Networking, consultez le guide d'intégration *HPE Aruba Networking – Integration Guide* sur la page help.axis.com/axis-aruba-secure-network-integration. La configuration des meilleures pratiques s'appuie sur des normes et des protocoles tels que IEEE 802.1X, IEEE 802.1AR et HTTPS.

9.2.1.1 Norme IEEE 802.1x

De nombreux produits réseau Axis prennent en charge IEEE 802.1X, qui est utilisé pour protéger les réseaux contre les connexions d'appareils non autorisés. IEEE 802.1X établit une connexion point à point ou empêche l'accès à partir du port LAN si l'authentification échoue. IEEE 802.1X empêche le piratage de port, c'est-à-dire lorsqu'un périphérique non autorisé accède à un réseau via un accès physique à un port / une prise réseau. IEEE 802.1X est utile dans les applications audio sur IP, car les haut-parleurs réseau sont souvent situés dans des espaces publics où une prise réseau ouvertement accessible peut présenter un risque de sécurité. Dans les réseaux d'entreprise d'aujourd'hui, IEEE 802.1X est une exigence de base pour tout ce qui est connecté à un réseau.

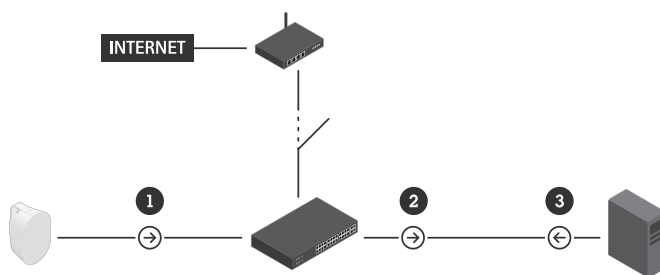


Figure 9.2a IEEE 802.1X permet de bénéficier d'une sécurité basée sur les ports.

1. Un haut-parleur réseau configuré pour IEEE 802.1X envoie une demande d'accès réseau à un commutateur. 2. Le commutateur transmet la requête à un serveur d'authentification. Il peut s'agir d'un serveur RADIUS (Remote Authentication Dial-in User Service), tel qu'un serveur Microsoft Internet Authentication Service. 3. Si l'authentification réussit, le serveur demande au commutateur d'ouvrir le port, pour permettre aux données du haut-parleur réseau de passer à travers le commutateur et sur le réseau.

9.2.1.2 HTTPS (HTTP sur TLS)

HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol Secure) est une méthode de communication sécurisée qui envoie HTTP à l'intérieur d'une connexion TLS (Transport Layer Security). La connexion HTTP et les données elles-mêmes sont ainsi cryptées.

Pour permettre à un haut-parleur réseau Axis de communiquer via HTTPS, un certificat numérique et une paire de clés asymétriques doivent être installés dans le produit. La paire de clés est générée par le produit Axis. Le certificat peut être généré et auto-signé par le produit Axis, ou il peut être émis par une autorité de certification. Dans HTTPS, le certificat est utilisé pour l'authentification et le cryptage, ce qui signifie que le certificat permet à un navigateur de vérifier l'identité du produit et crypte la communication à l'aide de clés générées par la cryptographie à clé publique.

9.2.1.3 SRTP (RTP sécurisé)

SRTP (protocole de transport sécurisé en temps réel ou RTP sécurisé) est une extension du protocole RTP (protocole de transport en temps réel) qui intègre des fonctions de sécurité améliorées. Comme RTP, il est particulièrement adapté aux communications VoIP (Voix sur IP). SRTP utilise le cryptage et l'authentification pour réduire le risque d'attaques par déni de service (DoS). SRTP peut atteindre des débits élevés dans divers environnements de communication, avec des périphériques filaires et sans fil. Des dispositions permettent des améliorations et des extensions ultérieures.

9.2.1.4 Infrastructure de clé publique (PKI) fiable

Une infrastructure de clé publique (PKI) fiable est constituée d'une autorité de certification (CA) privée ou publique, qui est un service d'émission (signature) de certificats à installer sur les périphériques en réseau. Les certificats sont utilisés pour le cryptage de bout en bout des connexions TLS entre les hôtes d'un réseau. Un certificat signé par une autorité de certification (AC) avec une chaîne de confiance validée permet aux applications, telles qu'un système VMS ou un navigateur Web, de valider l'identité du périphérique en réseau Axis. Généralement, un certificat CA (certificat racine) signe un certificat CA intermédiaire, qui, en retour, signe les certificats client pour les périphériques. Pour que cette validation réussisse, le certificat CA connu publiquement (certificat racine et/ou intermédiaire) doit être installé et utilisé par l'application pour vérifier les certificats clients qui sont transportés par les périphériques en réseau Axis. AXIS Device Manager dispose d'un service d'autorité de certification intégré pouvant émettre et déployer des certificats de serveur sur les périphériques de façon économique.

9.2.1.5 Isolement réseau

L'isolation réseau, ou segmentation réseau, est un moyen de séparer les ressources réseau critiques les unes des autres afin de réduire le risque d'impact négatif qu'elles peuvent avoir les unes sur les

autres. Il s'agit d'une tactique particulièrement pertinente si les différentes ressources n'ont pas besoin ou ne doivent pas interagir entre elles. La segmentation réseau peut être virtuelle (VLAN) et nécessiter une infrastructure de commutateurs gérés. Les réseaux peuvent également être séparés avec un câblage et des équipements réseau différents.

9.2.2 Protection des dispositifs

Chaque haut-parleur et ses ressources doivent être dûment protégés. La protection peut dans ce cas désigner la protection physique, par exemple en installant les haut-parleurs hors de portée, ainsi que la protection du logiciel du haut-parleur. Le *Guide de renforcement AXIS OS* est un document constamment mis à jour qui ne cesse de fournir davantage d'informations sur les meilleures pratiques en matière de protection des périphériques.

9.2.2.1 Plateforme de cybersécurité intégrée

Les périphériques Axis sont protégés par la plate-forme de cybersécurité matérielle Axis Edge Vault. Elle s'appuie sur de solides modules de calcul cryptographique (élément sécurisé et TPM) et de sécurité SoC (TEE et *amorçage sécurisé*), associés à une expertise en sécurité des périphériques edge.

Axis Edge Vault limite l'exposition aux risques de cybersécurité et transforme les périphériques en unités sécurisées et fiables au sein du réseau.

- > **Identité du périphérique de confiance.** Il est essentiel de pouvoir vérifier l'origine du périphérique pour établir la confiance concernant son identité. Pendant la production, les périphériques compatibles avec Axis Edge Vault reçoivent un certificat d'ID des périphériques Axis conformes à la norme IEEE 802.1AR, fourni en usine. Il est stocké de manière sécurisée et permanente dans le keystore sécurisé et peut être utilisé pour l'intégration automatique de périphériques sécurisés et l'identification sécurisée des périphériques.
- > **Stockage sécurisé des clés.** Le keystore sécurisé fournit un espace de stockage matériel infalsifiable pour les informations cryptographiques. Il protège l'identifiant de périphérique Axis ainsi que les informations cryptographiques chargées par le client, et empêche tout accès non autorisé et toute extraction malveillante en cas de faille de sécurité.
- > **Protection de la chaîne d'approvisionnement.** Les fonctions de cybersécurité, l'*amorçage sécurisé* et le *système d'exploitation signé* contribuent à établir une base sécurisée pour Axis Edge Vault en fournissant une chaîne ininterrompue de logiciels validés par cryptographie. Le *démarrage sécurisé* empêche le sabotage physique de la chaîne d'approvisionnement en garantissant qu'un périphérique ne peut être démarré qu'avec un système d'exploitation signé Axis. Le *système d'exploitation signé* garantit que le système d'exploitation installé (AXIS OS) provient véritablement d'Axis et que tout nouveau système d'exploitation à télécharger et à

installer sur le périphérique est également signé par Axis. Si le périphérique détecte que le système d'exploitation n'est pas signé par Axis ou que son intégrité est compromise, la mise à niveau est rejetée.

9.2.2.2 Gestion des comptes utilisateurs

Les mots de passe des périphériques ont tendance à se généraliser au sein d'une société. Par exemple, lors de la maintenance d'un périphérique, une personne est susceptible de demander le mot de passe pour effectuer un réglage. Quelques jours ou semaines plus tard, une autre personne peut faire la même demande. Rapidement, un grand nombre de nouveaux utilisateurs (ou d'utilisateurs temporaires) connaissent le mot de passe de tous vos périphériques et vous avez perdu le contrôle des personnes qui peuvent y accéder. La complexité du mot de passe ne fait aucune différence dans ce scénario. La gestion des périphériques doit impliquer l'utilisation de plusieurs comptes (en fonction des rôles) et des comptes temporaires doivent être créés pour la maintenance et la recherche de panne occasionnelle.

Pour l'accès aux comptes, vous devez utiliser le principe de moindre privilège. Cela signifie que les privilèges d'accès d'un utilisateur sont limités aux seules ressources nécessaires à l'exécution de ses tâches spécifiques. AXIS Device Manager permet une gestion facile et efficace de plusieurs comptes et mots de passe, aux niveaux de l'utilisateur, de l'opérateur ou de l'administrateur.

9.2.2.3 Filtrage d'adresse IP

Les produits Axis fournissent un filtrage d'adresse IP, qui permet d'autoriser ou de refuser l'accès à des adresses IP définies. Dans une configuration typique, les haut-parleurs réseau sont configurés de manière à n'autoriser l'accès au produit qu'à l'adresse IP du serveur hébergeant le logiciel de gestion audio.

Le filtrage IP agit comme un pare-feu local dans le haut-parleur. Le seul ordinateur ou serveur censé accéder aux haut-parleurs pendant les opérations normales est le serveur de gestion audio. Les haut-parleurs peuvent être configurés avec un filtre IP pour répondre uniquement aux adresses IP sur liste d'autorisation, généralement le serveur du logiciel de gestion audio et les clients d'administration. Si le mot de passe du périphérique est compromis, le filtrage IP permet d'atténuer les risques provenant des périphériques non corrigés ou des attaques par force brute.

9.2.2.4 Mise à jour des logiciels des périphériques

L'utilisation de périphériques dotés de la dernière version du système d'exploitation AXIS OS permet de limiter les risques courants. En effet, la dernière version inclut généralement des correctifs de sécurité pour toutes les vulnérabilités connues, notamment celles récemment découvertes. Par conséquent, les cybercriminels ne peuvent ni exploiter les vulnérabilités ni compromettre éventuellement le système, l'application ou les périphériques. AXIS Device Manager et AXIS Device

Manager Extend vous aide à gérer les mises à niveau de plusieurs périphériques et sites, et vous informent automatiquement de la disponibilité de versions plus récentes.

En tant qu'autorité de numérotation CVE (CNA), Axis respecte les meilleures pratiques du secteur en matière de gestion et de réponse aux failles de sécurité découvertes dans ses produits. Les vulnérabilités sont évaluées à l'aide du système d'évaluation CVSS largement utilisé, et corrigées pendant une période déterminée en fonction du score.

Pour une protection contre les menaces spécifiques de sabotage de la chaîne d'approvisionnement, les fonctions de *système d'exploitation signé* et de *démarrage sécurisé* sont largement disponibles sur les dispositifs Axis.

9.2.3 Protection physique

Même si un périphérique en réseau ne peut jamais être protégé physiquement à 100 %, différents aspects physiques doivent être pris en compte. Vous pouvez utiliser un modèle et une couleur de haut-parleur qui se fondent dans l'environnement, installer le haut-parleur hors de portée et toujours faire passer le câble directement à travers le mur ou le plafond derrière le haut-parleur. L'application de cette configuration permet de renforcer la protection contre le vandalisme spontané et les attaques planifiées. Les équipements réseau stratégiques, tels que les routeurs et les commutateurs, et l'hôte exécutant le logiciel de gestion audio doivent être placés dans un environnement dont les accès physiques et logiques sont restreints.

10. Outils en ligne

Axis propose des outils pour faciliter les installations audio sur axis.com/tools

Rechercher et comparer des produits :

- > Le **sélecteur de produits** vous aide à rechercher et à comparer des produits Axis.
- > **AXIS Site Designer** vous permet de planifier et de concevoir une installation audio (ainsi qu'une installation vidéo), y compris les haut-parleurs à utiliser et le nombre de haut-parleurs nécessaires.

Planification et conception de sites :

- > Pour commencer, nous conseillons le document **Guide rapide de calcul de la couverture des haut-parleurs**. Il fournit des règles empiriques permettant d'estimer le nombre de haut-parleurs nécessaires sur un site.
- > Dans un deuxième temps, utilisez **AXIS Site Designer** qui vous permet de planifier et de concevoir une installation, y compris les haut-parleurs à utiliser et le nombre de haut-parleurs nécessaires.
- > Si vous avez besoin d'une aide de conception encore plus avancée, Axis fournit l'outil de conception **Fichiers GLL pour EASE® Evac**. Ces fichiers d'entrée de haut-parleurs peuvent être importés dans l'outil de conception commercial EASE® Evac afin d'optimiser le positionnement des haut-parleurs pour un son soigneusement conçu. De même, vous pouvez utiliser le **plug-in Axis pour Autodesk® Revit®** pour positionner les produits Axis dans des plans de construction Autodesk® Revit®.

Installation et gestion des systèmes :

- > **AXIS Device Manager**. Vous permet de gérer toutes les principales activités d'installation, de sécurité et de gestion opérationnelle de vos périphériques, par exemple la configuration des périphériques, la mise à niveau du logiciel des périphériques, les paramètres de restauration et les contrôles de cybersécurité.

À propos d'Axis Communications

En concevant des solutions qui améliorent la sécurité et les performances de l'entreprise, Axis crée monde plus clairvoyant et plus sûr. En tant qu'entreprise de technologie de réseau et leader de l'industrie, Axis propose des solutions de vidéosurveillance, de contrôle d'accès, d'interphonie et de systèmes audio. Les performances de ces solutions sont améliorées grâce à des applications d'analyse intelligentes et une formation de haute qualité.

Axis emploie près de 4 000 personnes dans plus de 50 pays et collabore avec des partenaires technologiques et d'intégration de systèmes dans le monde entier pour fournir des solutions clients adaptées. Axis a été fondée en 1984 et le siège social se trouve à Lund, en Suède