

LIVRE BLANC

Comment fonctionne un réseau cellulaire privé 5G ?

Mars 2026

Avant-propos

Les réseaux cellulaires privés 5G (PCN 5G) sont de plus en plus nécessaires à cause de l'accélération de la numérisation de l'industrie et de l'augmentation rapide du nombre de dispositifs connectés à l'Internet des objets (IoT).

Le PCN 5G est particulièrement avantageux pour les sociétés et les industries qui ont besoin d'une connectivité sans fil fiable, sécurisée et haute performance. Ce réseau prend en charge l'utilisation d'applications de pointe et s'adapte bien à l'augmentation de la demande en matière d'automatisation industrielle.

Un PCN 5G, comparé au Wi-Fi®, présente un meilleur champ de vision en extérieur, une capacité supérieure, et peut gérer davantage de dispositifs que les réseaux mobiles traditionnels (3G/4G). Il permet aussi aux utilisateurs de s'approprier et de concevoir leurs propres systèmes afin de les adapter à leur flux de travail spécifique. Un PCN 5G représente un investissement conséquent, mais en même temps, il permet de réduire les coûts par rapport à une installation filaire, en supprimant la nécessité de creuser des tranchées et en améliorant l'efficacité opérationnelle.

Les réseaux cellulaires se sont développés au fil des ans et sont passés d'une génération à l'autre, chaque génération ayant connu des évolutions rapides en matière de capacité et de connectivité des dispositifs mobiles.

Table des matières

1	Introduction	4
2	Avantages d'un réseau cellulaire privé 5G	6
3	Scénarios d'utilisation et applications d'un réseau cellulaire privé 5G	7
4	Différences entre les réseaux cellulaires privés et publics	8
5	Considérations sur la sécurité et la confidentialité dans les réseaux cellulaires privés 5G	9
6	5G et vidéosurveillance	10

1 Introduction

Ce livre blanc fait référence à un réseau cellulaire privé en tant que réseau doté de son propre cœur et utilisant la technologie cellulaire pour assurer une connectivité dans un lieu spécifique. Le cœur de réseau agit comme le centre de contrôle intelligent du PCN et est, par exemple, responsable de la gestion du trafic de données, de l'authentification, des sessions utilisateurs, de la sécurité et de la fourniture de services.

Contrairement aux réseaux cellulaires publics exploités par des opérateurs de réseaux mobiles (ORM) et destinés au grand public, les réseaux cellulaires privés sont conçus exclusivement pour répondre aux besoins spécifiques d'une société. Seuls les utilisateurs autorisés peuvent accéder aux réseaux cellulaires privés.

Le réseau d'accès radio (RAN) utilise des signaux radio pour connecter les dispositifs des utilisateurs au réseau cellulaire privé 5G.

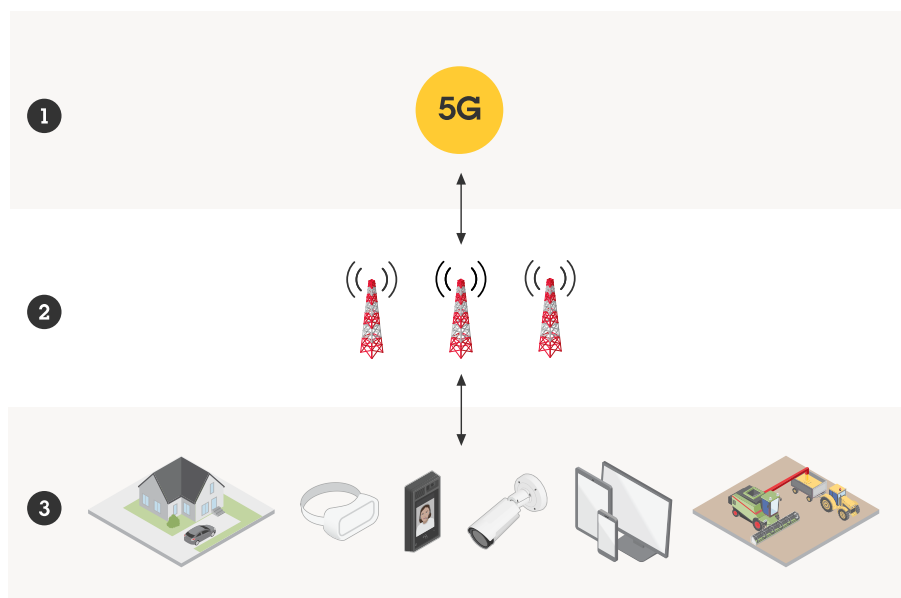


Figure 1.1 1 : Cœur de réseau 5G 2 : Réseau d'accès radio (RAN) 3 : Équipement d'utilisateur (UE)

La 5G prend en charge un spectre de fréquences plus large que la génération précédente. Elle prend en charge les fréquences dans trois bandes : bande haute, bande moyenne et bande basse.

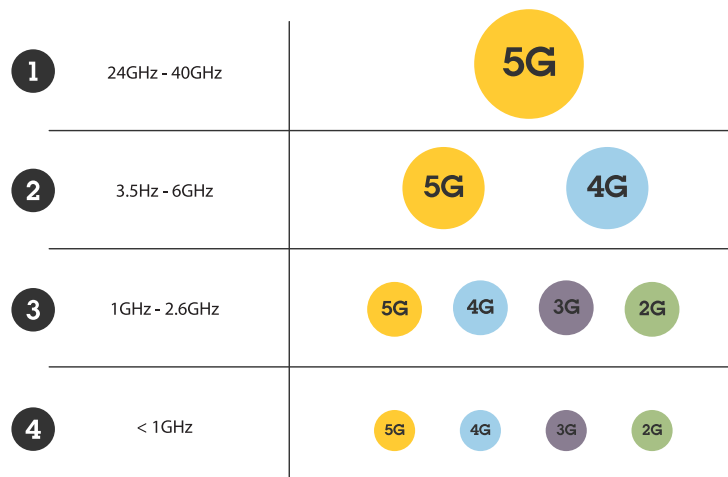


Figure 1.2 1 : Bande haute 2 et 3 : bande moyenne 4 : Bande basse

- La bande haute fournit des vitesses ultra-rapides avec une latence ultra-faible d' environ 1 milliseconde.
- La vitesse élevée et la faible latence de la bande moyenne pour les dispositifs mobiles activent les flux vidéo en haute définition, la réalité virtuelle et augmentée, ainsi que le cloud gaming, avec une grande fiabilité et une connectivité à grande échelle.
- La bande basse présente un large champ de vision et une meilleure pénétration à l'intérieur.

Ces bandes 5G sont également appelées « 5G sub-6G Hz » et ondes millimétriques 5G (24 GHz - 40 GHz), et ont une incidence sur le champ de vision, la capacité et la vitesse du réseau.

La 5G est la cinquième génération de technologie de réseau cellulaire, conçue pour offrir des vitesses de transmission de données supérieures, une latence plus faible et une capacité accrue par rapport aux générations précédentes. Elle présente en théorie une vitesse de téléchargement maximale de 20 Gops et une vitesse de chargement maximale de 10 Gops. En pratique, les vitesses ressenties par les utilisateurs sont généralement inférieures et dépassent souvent les 100 Mops. Ces débits de pointe, obtenus principalement grâce au spectre des ondes millimétriques, sont conçus pour prendre en charge une capacité de trafic 100 fois supérieure à celle de la 4G LTE. Grâce à ce débit, le flux, le téléchargement et le chargement de contenus de fichiers volumineux sont plus fluides et plus rapides.

2 Avantages d'un réseau cellulaire privé 5G

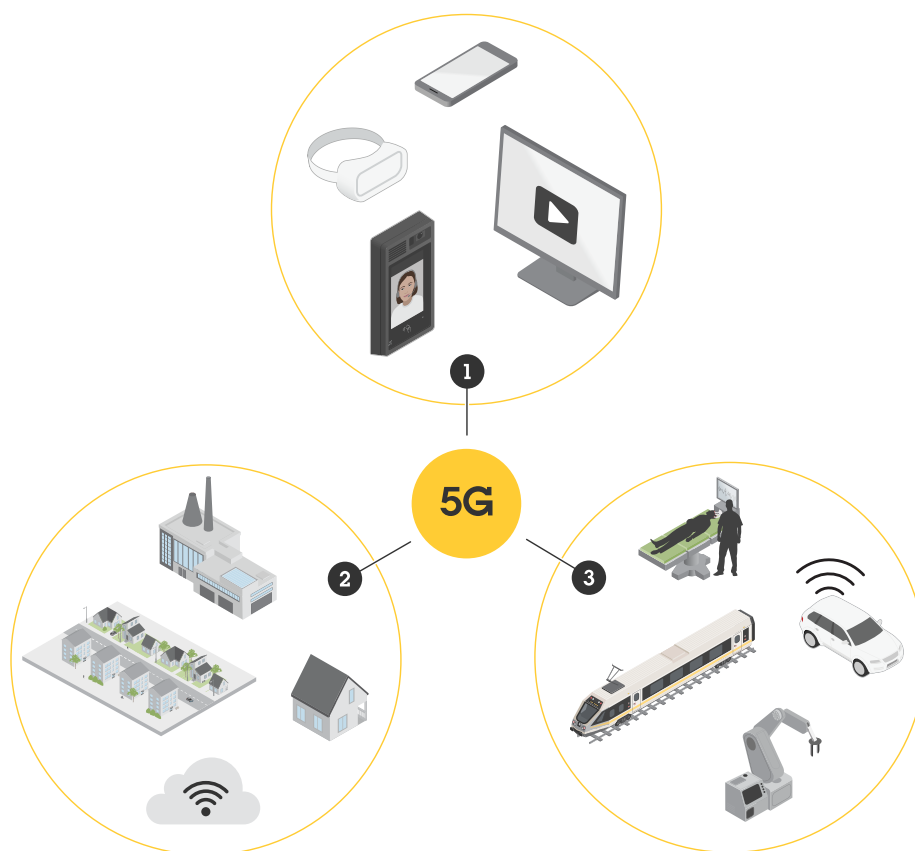


Figure 2.1 1 : *Haut débit mobile haute performance* 2 : *Communication de type « Huge Machine »* 3 : *Communication fiable à faible latence*

1 Haut débit mobile haute performance : Avec un réseau cellulaire privé 5G, vous pouvez attribuer, contrôler et répartir la bande passante réseau au sein d'un bâtiment ou d'un lieu en fonction de vos besoins de connexion. Le réseau peut être découpé, ce qui veut dire que vous pouvez créer plusieurs réseaux virtuels présentant des caractéristiques de performance différentes au sein d'une même infrastructure physique. Les sociétés peuvent ainsi adapter le réseau à des scénarios d'utilisation spécifiques. Par exemple, un aéroport exploitant un PCN peut proposer à une compagnie aérienne son propre réseau privé sous la forme d'une tranche de son PCN, offrant ainsi une sécurité supérieure à celle d'un réseau Wi-Fi traditionnel ou d'un réseau public.

La 5G est moins sensible aux interférences et offre une meilleure sécurité que le Wi-Fi. Comme il s'agit d'un réseau privé, elle garantit une sécurité renforcée et un meilleur contrôle du trafic de données. C'est important pour les sociétés qui gèrent des informations sensibles. Elle fonctionne aussi indépendamment des réseaux publics et ne présente aucun problème de congestion du réseau du fait des utilisateurs publics, ou de pannes dues à des dysfonctionnements des systèmes, qui échappent au contrôle de la société.

2 Communication de type « Huge Machine » : Elle prend en charge l'Internet des objets (IoT) et les communications de machine à machine (M2M), essentielles aux applications industrielles et d'entreprise modernes. Elle permet un champ de vision plus étendu et peut prendre en charge plus de dispositifs connectés que la 4G. L'augmentation du nombre de dispositifs utilisant l'IoT et le M2M montre que la 5G est de plus en plus nécessaire.

3 Communication fiable à faible latence : les réseaux 5G présentent une latence réduite, autrement dit le temps que met un paquet pour aller d'une source à une destination. Les applications qui exigent une

réactivité en temps réel, comme les jeux en ligne, les véhicules autonomes et la téléchirurgie, nécessitent un réseau cellulaire à latence réduite.

Un réseau 5G privé représente un investissement conséquent, mais il permet aussi de réduire les coûts. Des économies peuvent être réalisées tant en matière de coûts d'installation directs que d'efficacité opérationnelle. Dans un aéroport, par exemple, le PCN peut contribuer à réduire les coûts comme suit :

- **Installation périmétrique économique** : Creuser des tranchées autour de grandes clôtures peut être très coûteux. Le PCN ne nécessite pas de tranchées tant qu'il y a une alimentation électrique.
- Des installations plus rapides et plus flexibles : Vous pouvez monter des caméras sans avoir besoin de nouvelles infrastructures de connectivité. Les travaux de creusement de tranchées et la pose de câbles peuvent avoir des répercussions indésirables sur divers éléments d'un aéroport, notamment les bâtiments. De plus, ces installations filaires ont rarement un effet esthétique positif sur l'environnement. Les travaux de creusement de tranchées, de forage et de tirage de câbles, entre autres activités de construction nécessaires, prennent du temps, sont source de bruit, et entraînent des blocages routiers susceptibles de perturber ou d'entraver le travail quotidien des sociétés.
- **Le PCN complète l'ancienne infrastructure** : Plutôt que de remplacer l'ancienne infrastructure filaire par une nouvelle afin d'augmenter la capacité, le PCN peut compléter et soulager le réseau. Il vous permet aussi d'ajouter de nouveaux dispositifs.
- **Connectivité temporaire** : Le PCN offre l'avantage de la mobilité car il est difficile de gérer un véhicule en mouvement connecté à un réseau filaire. C'est pratique dans de nombreuses situations où vous avez besoin d'une connectivité temporaire, par exemple sur un aéroport, lors d'un salon professionnel avec des clients, sur un site de construction de votre campus, ou lors d'un événement en intérieur ou en extérieur.

3 Scénarios d'utilisation et applications d'un réseau cellulaire privé 5G

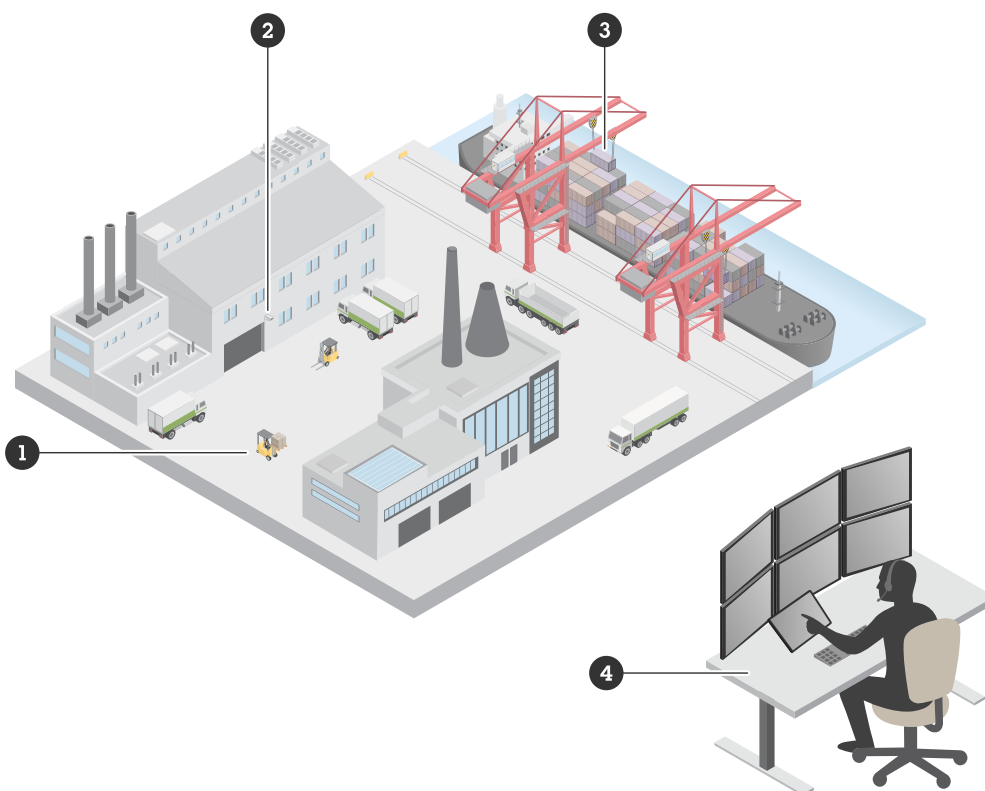


Figure 3.1 1 : Suivi en temps réel de la charge de travail 2 : Vidéosurveillance 3 : Télémétrie sur les machines 4 : Surveillance et fonctionnement à distance

Un réseau cellulaire privé 5G est idéal pour les sociétés qui fonctionnent dans des environnements grands, complexes et dynamiques et qui ont besoin d'une connexion mobile sécurisée et fiable.

- 1 **Suivi en temps réel de la charge de travail** : le PCN 5G permet le suivi en temps réel. Par exemple, les installations de fabrication et industrielles pourraient avoir besoin de suivre leurs actifs en temps réel pour connaître leur emplacement précis et leur état. Elles ont besoin pour cela d'une latence extrêmement faible et d'une connexion fiable, que la 5G leur fournit. Les hôpitaux peuvent également utiliser la 5G privée pour une connectivité fiable des dispositifs médicaux vitaux, des consultations de télésanté à faible latence, la téléchirurgie, ainsi que le suivi d'équipements mobiles tels que les pompes à perfusion et les fauteuils roulants à travers un vaste campus, tout en garantissant la sécurité des données et les performances du réseau.
- 2 **Vidéosurveillance** : Les environnements dynamiques, tels qu'un port où circulent des grues, des camions et où travaillent des ouvriers, nécessitent une vidéosurveillance sans faille, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. Le PCN 5G fournit un champ de vision étendu et les transitions fluides dont un port a besoin pour suivre ses actifs, gérer ses véhicules autonomes et assurer le bon fonctionnement des opérations.
- 3 **Télémétrie sur les machines** : Pour prédire les besoins de maintenance d'une machine, effectuer des analyses opérationnelles et pouvoir contrôler la machine à distance, vous avez besoin d'un flux constant de données provenant de cette machine. Ces données peuvent inclure l'emplacement du spreader, le poids de la charge et la température du moteur. Par exemple, une énorme grue de quai peut devenir un actif numérique entièrement connecté. Une connexion 5G privée remplace les bobines de câbles à fibre optique, fragiles et nécessitant beaucoup d'entretien, et transmet sans fil des informations essentielles, par voie électronique. La même connexion peut, dans le même temps, diffuser des flux vidéo de caméras installées directement sur la grue, offrant aux opérateurs une vue claire du conteneur et de ses environs.
- 4 **Surveillance et fonctionnement à distance** : Les infrastructures critiques (énergie, services publics, exploitation minière) et les grands sites (aéroports, stades) ont souvent besoin de surveiller le site et de piloter leurs machines à distance. Une entreprise de services publics, par exemple, doit surveiller les capteurs de son réseau. Une connexion 5G privée peut prendre en charge les deux, c'est-à-dire la surveillance des sites et le pilotage des machines, tout en garantissant des performances efficaces pour le trafic opérationnel critique.

4 Différences entre les réseaux cellulaires privés et publics

Alors qu'un réseau cellulaire privé est réservé à une société spécifique, un réseau cellulaire public est partagé et utilisé par le grand public. Bien qu'ils offrent tous deux des connexions réseau, il existe certaines différences entre eux. sous plusieurs angles :

Fonction	Réseau privé	Réseau public
Propriété	Un réseau privé dédié est séparé de tout réseau mobile exploité publiquement. Il est exploité exclusivement pour le compte d'une société. Il permet à la société d'exercer un contrôle total sur le réseau, les dispositifs et les politiques de sécurité.	Il est détenu et exploité par des opérateurs de réseaux mobiles (ORM) et les utilisateurs finaux n'ont qu'un contrôle limité.
Configurabilité	Avec un PCN, la société peut exercer un contrôle total sur le réseau, les dispositifs et les politiques de sécurité.	Les possibilités de configurations réseau spécifiques pour votre abonnement sont plus limitées.

	La société peut configurer les ressources radio en liaison montante et descendante, ainsi que définir les niveaux de qualité de service (QoS), configurer des tranches de réseau et étendre le réseau comme elle l'entend.	Toutes les configurations devront passer par l'administration de l'ORM. Il est toutefois possible de créer un sous-réseau virtuel (tranche de réseau) au sein du réseau d'un ORM, qui se comporte comme un réseau privé, en utilisant ainsi le cœur de l'ORM et les nœuds du réseau plutôt qu'en possédant ses propres équipements réseau.
Modèle de coûts	L'achat et la mise en place de son propre matériel, ainsi que la maintenance du réseau, nécessitent un investissement considérable. Il s'agit toutefois d'un investissement unique qui vous permet d'utiliser des données illimitées.	Les ORM ont une licence accordée par l'administration et doivent se conformer à certaines réglementations. Vous devez vous acquitter d'un abonnement auprès de l'ORM.
Sécurité	Cette solution est extrêmement sécurisée car elle vous permet de gérer directement la sécurité, de conserver vos données sur site et de naviguer en toute sécurité sur l'internet public ou sur le réseau des ORM. Si elles sont configurées, les cartes SIM privées ajoutent également un niveau de sécurité supplémentaire grâce au code PIN de la carte SIM.	Vous devez confier vos données à la sécurité et aux politiques d'un tiers. De plus, les données transitent par l'Infrastructure partagée des ORM.
Accès et champ de vision	Il offre une faible latence et un large champ de vision, car la connexion et l'accès sont réservés aux dispositifs autorisés et sont déployés là où la société en a besoin. Vous pouvez contrôler chaque dispositif individuellement en définissant le volume de données qu'il peut utiliser ainsi que sa qualité de service (QoS).	Son champ de vision est limité et il existe un risque de congestion du réseau. En effet, votre dispositif, tout comme de nombreux autres dispositifs, se dispute des ressources partagées, et vous n'avez aucun contrôle sur les utilisateurs de ces données ni sur la quantité de données qu'ils consomment.

En résumé, un réseau public repose sur un modèle simple, basé sur un abonnement, et s'avère pratique lorsqu'un niveau de performance suffisant est acceptable. Un réseau privé est nécessaire lorsque les performances, la sécurité et la fiabilité sont essentielles au bon fonctionnement d'une société et ne peuvent faire l'objet d'aucun compromis.

5 Considérations sur la sécurité et la confidentialité dans les réseaux cellulaires privés 5G

Un réseau cellulaire privé offre aux sociétés une connexion réseau sécurisée et privée. De plus, avec un réseau cellulaire privé, les sociétés possèdent et contrôlent leurs données.

Outre la protection de l'accès au réseau via les cartes SIM, un chiffrement complet contribue à protéger les données opérationnelles et personnelles. Seuls les utilisateurs, dispositifs, applications et systèmes autorisés doivent être autorisés à accéder au réseau.

L'accès physique au cœur du serveur ou à l'unité radio sur site doit être limité et contrôlé. L'objectif de cette mesure est de garantir que seules les personnes disposant d'un accès autorisé puissent accéder aux composants physiques de votre sécurité réseau.

Voici quelques risques liés à la sécurité dans un PCN 5G :

- **Mauvaise configuration** : Une tranche de réseau mal configurée peut contourner les contrôles partagés. Cela peut créer une faille de sécurité difficile à détecter et facile à exploiter.
- **Attaques par canal auxiliaire** : Il serait possible d'extraire des informations à partir de signaux indirects tels que la synchronisation, l'alimentation ou l'utilisation de la mémoire.
- **Déni de service (DoS)** : Des pirates peuvent brouiller les canaux d'accès radio, surcharger les API ou inonder une tranche de réseau.
- **Écoute clandestine et analyse du trafic** : Les données dans un réseau 5G sont cryptées, mais pas toujours les métadonnées. Les pirates qui analysent les schémas de trafic peuvent en déduire le comportement des utilisateurs, leur emplacement ou le type d'application utilisé.
- **Attaques de type « man-in-the-middle » (MITM)** : Un dispositif peut simuler une station de base 5G et compromettre à la fois la confidentialité et l'intégrité.

6 5G et vidéosurveillance

Un réseau 5G fait appel à une architecture basée IP, mais présente des différences notables au niveau de la couche 2 (couche liaison de données). Un réseau 5G se comporte donc différemment d'un réseau filaire ou Wi-Fi.

Par défaut, une caméra IP se comporte de manière passive et attend qu'un client se connecte à elle. Grâce à un système de gestion vidéo (VMS), les caméras sont souvent détectées par des protocoles tels que mDNS (Multicast DNS) ou UPnP (Universal Plug and Play). Ces protocoles s'appuient fortement sur la couche liaison et ne sont pas pris en charge par un réseau 5G. Pour embarquer une caméra sur un PCN 5G à un VMS existant comme Genetec, Milestone ou AXIS Camera Station, la caméra doit disposer d'une adresse IP statique connue. Il est également possible de scanner une plage d'adresses IP à partir du VMS, mais la caméra doit tout de même disposer d'une adresse IP statique comprise dans une plage d'adresses IP connue.

En utilisant, par exemple, WebRTC ou une solution VPN, vous n'avez pas besoin d'une adresse IP statique connue car le client et le serveur se connectent via un serveur connu commun. Cette fonctionnalité n'est toutefois pas prise en charge nativement par une caméra Axis ou un VMS existant.

Le PCN 5G fonctionnant dans la bande moyenne (inférieure à 6 GHz) prend en charge une bande passante maximale de 100 MHz qui limite le débit binaire disponible. De plus, la qualité du signal peut changer lorsqu'un dispositif est en mouvement. Un dispositif fixe peut également changer en fonction de l'environnement radio, ce qui affecte la qualité du signal et, par conséquent, le débit binaire disponible sur le canal. Un réseau PCN 5G présente un débit binaire plus limité et plus imprévisible qu'un réseau filaire et est donc plus sensible à la congestion.

Un profil de flux de données vidéo classique présente souvent de fortes variations. Une image I génère un grand volume de données qui doivent être transmises rapidement. Si la bande passante est insuffisante, cela peut entraîner des interruptions de lecture, une latence, des pertes d'images et une mauvaise qualité vidéo.

Par rapport à un réseau filaire, un PCN 5G fonctionnant dans la bande inférieure à 6 GHz présente une latence supplémentaire d'environ 10 ms. Cela n'a aucune incidence sur les scénarios d'utilisation de surveillance tels que la vidéo en direct et la commande panoramique/inclinaison/zoom (PTZ), mais s'avère essentiel pour d'autres scénarios d'utilisation comme les véhicules autonomes. La congestion du réseau peut augmenter la latence de manière significative.

À propos d'Axis Communications

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

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