

# FICHE TECHNIQUE

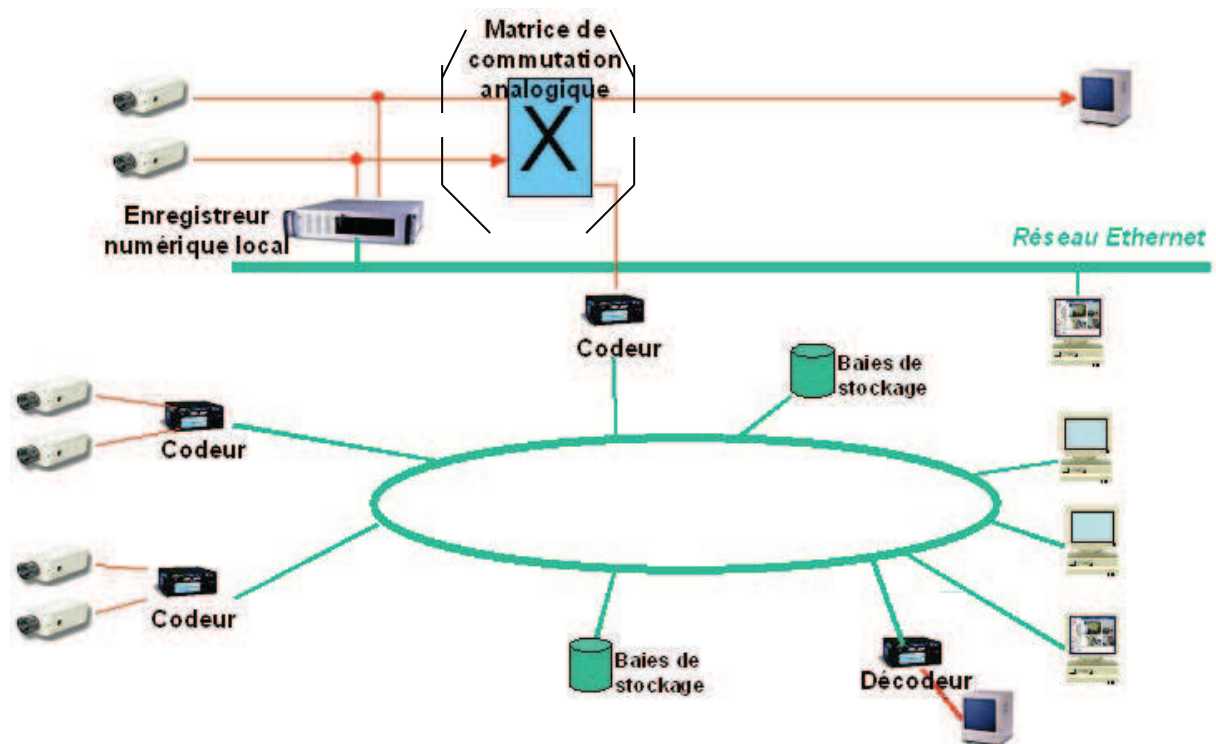
## Les problèmes de réseau, de transmission et d'alimentation.

### 1. INTRODUCTION - L'ARCHITECTURE D'UN RÉSEAU DE VIDÉOSURVEILLANCE

Un système de vidéosurveillance (VS) est composé de plusieurs éléments :

- les caméras et leurs supports physiques
- le raccordement de ces caméras au réseau électrique et la boucle locale Télécom qui permet de raccorder les caméras à un nœud de concentration Télécom
- un backbone Télécom qui permet de desservir les exploitants, et les enregistreurs
- le système de stockage qui permet d'enregistrer les différents flux d'images ;
- le système de visualisation qui permet à un œil humain d'observer les flux d'images issus des caméras ;
- le système d'information associé aux images dont en particulier des logiciels d'analyse et de traitement d'images, des logiciels experts.

La présente fiche s'intéresse essentiellement aux aspects transmission, mais il est utile de décrire rapidement les éléments amont et aval pour comprendre les besoins. En particulier, l'essentiel du parc des caméras est encore analogique, même si la tendance est clairement vers le numérique. De ce fait beaucoup de systèmes déployés sont aujourd'hui mixtes, avec une forte proportion de caméras analogiques, avec une numérisation plus ou moins près de la caméra (mais on trouve encore des systèmes avec des matrices vidéo), et l'intégration des flux dans un réseau Télécom de type IP (cf schéma ci après).



L'architecture est évidemment différente suivant la taille du réseau

## 2. LES CAMÉRAS ET LES TYPES DE TRANSMISSION

Le flux brut sortant d'une caméra est très gourmand en bande passante puisqu'il représente de l'ordre de l'ordre de 0,5 million de pixels par écran (format 704 x 576 pixels, dit 4CIF) et 25 images par secondes soit une bande passante de plusieurs centaines de Mhz en analogique ou des débits de plus de 100 Mbits/s en numérique. Seuls la fibre optique et le coaxial peuvent permettre de tels débits.

C'est pourquoi, les flux vidéo sont maintenant numérisés (dans la caméra elle même pour les caméras numériques, et à un point intermédiaire du trajet pour les caméras analogiques) puis compressés avec des algorithmes évolués et relativement normalisés aujourd'hui, qui permettent de descendre le débit utile à quelques Mbits/s.

La compression peut être de type image par image (M-JPEG ou M-JPEG 2000), ou du type images animées (MPEG2, MPEG 4). Ces dernières tiennent compte de la redondance entre 2 images animées et minimisent le débit pour des images peu animées. La dernière version de la norme MPEG (dite H264 ou chapitre 10) est en train de s'imposer pour la Télévision HD et la vidéosurveillance. A plus long terme, un projet de norme MPEG 7 est envisagé.

Les débits respectifs en M-JPEG et en MPEG dépendent de la scène elle-même (action rapide ou pas) ainsi que du nombre d'images par seconde, mais à qualité d'image constante, le débit du MPEG 4 peut être 5 fois moindre que celui du M JPEG.

Pour fixer les idées,

- dans le cas d'un signal PAL à 25 images/s présentant une action à vitesse moyenne, le débit M-JPEG serait voisin de plusieurs Mbits/s et de 384 kbits/s en MPEG-4, mais avec une qualité meilleure pour la première solution.
- en SD (Standard Définition, correspondant à la qualité DVD), le MPEG-4 nécessite un débit de 2 Mb/s environ
- En HD (haute définition, correspondant à la TV du futur), le débit M-JPEG passe à environ 10 Mbits/s et celui du MPEG-4 à 5 Mbits/s.

### **3. INSTALLATION ET RACCORDEMENT EDF & TÉLÉCOM**

#### **3.1. Généralités - Les coûts**

Les coûts sont très variables. Il n'y a d'ailleurs aucune commune mesure entre des petits sites (banques, bureaux de poste...) pour lesquels le raccordement de la caméra au courant électrique et au réseau Télécom de l'entreprise est fait par le technicien local, et les caméras sur voie publique, pour lesquelles il faut passer par des prestataires externes, et notamment des opérateurs de Télécom. Les coûts moyen par caméra des installations s'en ressentent fortement.

- pour les installations privées mono site (supérette, bureau de Poste...), le coût total d'un réseau de Vidéosurveillance est de 3 à 4000 € par caméra, dont 1000 € pour le raccordement
- pour les installations multi-sites avec exploitation centralisée des images (type Aéroport de Paris, RATP...), le coût moyen par caméra est 10 000 €, dont un tiers pour le raccordement
- pour les installations sur Voie publique, le coût moyen par caméra est de 30 000 à 40 000 € environ, dont plus de la moitié pour le raccordement Télécom

Aujourd'hui se dessine la possibilité de faire de la télé alimentation par Ethernet (protocole de conversion du signal électrique en langage binaire) et donc, pour les raccordements filaires, de ne plus avoir qu'un câble au lieu de deux, qui permettrait de diminuer les coûts de génie civil.

#### **3.2. Le transfert des images vers le centre d'exploitation (ou vers le backbone réseau dans le cas d'un grand réseau avec des utilisateurs sur plusieurs sites)**

Le transfert des images vers les utilisateurs nécessite un raccordement réseau, de type boucle locale pour aller de la caméra vers une matrice vidéo, ou dorsale haut débit sur lesquelles seront raccordés les exploitants d'images.

Comme on l'a vu, la numérisation permet maintenant de ne plus être uniquement tributaire de la fibre optique pour le transfert des images, puisque le besoin se situe au

niveau de quelques Mbits/s, du même ordre de ce qui est largement répandu pour le haut débit.

En effet, de nombreuses techniques permettent aujourd'hui de le transmettre : sur réseau filaire téléphonique (paires de cuivre : xDSL), courant porteur en ligne (CPL), Wireless Fidelity (Wifi), Wimax, et ceci en plus de la fibre optique.

On ne reviendra pas sur les installations internes de petits sites qui peuvent utiliser de la fibre optique ou des câblages en cuivre de type Ethernet de toutes façons à des coûts faibles, et on étudiera principalement **les installations sur voie publique**

### 3.2.1. La fibre optique.

La fibre permet des débits très supérieurs au besoin mais reste chère lorsqu'elle n'est pas présente au départ, cas encore relativement fréquent : on est aujourd'hui autour de 6 500 € par km en investissement plus 200 €/km/an pour la location des fibres. Lorsqu'elle est louée à un opérateur type France Télécom, les liaisons louées à haut débit sont encore à des prix très élevés en raison d'une concurrence faible (de l'ordre de 1000 €/mois pour des liaisons de quelques km)

Toutefois, de plus en plus d'opérateurs lancent des programmes dans les grandes villes, notamment pour le très haut débit car le coût marginal de pose d'une fibre supplémentaire dans un fourreau est quasi nul à la construction. C'est une opportunité forte, car une grande partie du coût vient du génie civil et pourrait être évité si les creusements de tranchées étaient coordonnés. Néanmoins, il y a jusqu'ici eu peu de synergies par manque de coopération des opérateurs (qui ont des contraintes de discrétion et de rapidité en raison de la concurrence) et par manque de visibilité long terme des collectivités locales (qui n'ont généralement pas de schéma directeur Vidéosurveillance).

### 3.2.2. L'ADSL/ xDSL

L'avantage de l'ADSL est qu'il utilise des paires de cuivre parfois déjà présentes sur la voie publique ou dans les câblages des entreprises. Cette technique permet aujourd'hui de véhiculer un débit de 1 Mb/s sur 4 km (ou des débits supérieurs sur des distances plus courtes). La technique à utiliser est qualifiée de xDSL, car l'ADSL<sup>1</sup> est dissymétrique et n'offre qu'un débit de quelques centaines de kbits/s dans le sens montant (caméra vers cœur de réseau)

Le coût de revient est à rapprocher des offres Internet Grand public (500 €/an avec frais initiaux négligeables). Mais les offres commerciales des opérateurs télécom destinées aux professionnels excèdent très largement ces valeurs pour plusieurs raisons : exigence d'une meilleure qualité de service, offres traditionnellement plus

---

<sup>1</sup> Comme son nom l'indique : Asynchronous Digital Subscriber Line

élevées pour les professionnels que les particuliers (cf. billets d'avion), marges historiquement plus grandes sur les liaisons louées que sur les services grand public. Les tarifs des liaisons louées France Telecom vont de 500 € à 800 €/mois pour des liaisons 2 Mbits/s de quelques km.

D'autre part, l'usage d'un VPN (Virtual Private Network) imposé par la réglementation oblige les exploitants à se doter d'une compétence en administration de réseaux.

### **3.2.3. Le CPL (courant porteur en ligne)**

Les câbles électriques d'EDF peuvent véhiculer des signaux télécom, avec des débits de quelques Mbits largement suffisants pour le besoin. Le signal peut donc être acheminé de la caméra jusqu'au transformateur EDF le plus proche, qu'il faut alors raccorder à un opérateur télécom. L'équipement en CPL du transformateur coûte 6 000 € (hors raccordement à l'opérateur télécom) et l'équipement CPL près de la caméra 1 500 € (installation comprise). Le problème est qu'il y a beaucoup de transformateurs EDF (un transformateur couvrant une zone de 300 m de rayon, risque donc de ne desservir qu'une ou deux caméras) et que ces transformateurs sont parfois souterrains : le coût moyen pour raccorder un transformateur à France télécom est de 1 500 €. Les installateurs de CPL n'estiment pas qu'il soit approprié pour une installation vidéo seule, mais que sa mise en place doit résulter d'une mutualisation de besoins (par ex. : desserte Internet d'un quartier et vidéosurveillance)

### **3.2.4. Le WiFi**

Le WiFi, système de transmission sans fil, permet des débits de quelques Mb/s à un coût très faible (parfois gratuit si la ville a mis en place du Wifi gratuit) mais la bande de fréquences utilisée (2,4 GHz ou 5,6 GHz) n'est pas réservée. Il y a donc un fort risque que les images ne passent pas pour des raisons de saturation. Les retours d'expérience sont très réservés sur cette technique, les exploitants ayant peur que le signal ne passe pas justement au moment où ils en auront besoin (par ex. : en cas de crise).

Le WiFi MESH (ou WiFi maillé) entre dans la même catégorie. La qualité de service peut être meilleure car une mutualisation des ressources est possible, mais il reste non garanti.

### **3.2.5. Le Wimax**

Le Wimax utilise des techniques proches du WiFi, mais avec des portées plus importantes pouvant atteindre quelques dizaines de kilomètres. Le déploiement d'une solution Wimax nécessite l'obtention d'une licence de l'autorité de régulation des communications électroniques et postales (ARCEP), à chaque licence est associée une bande de fréquences. Le système est a priori partagé avec d'autres utilisateurs, la norme Wimax permettant de garantir un débit et une qualité de service. L'ARCEP préconise une utilisation partagée dans le cadre d'un service commercialisé par un

opérateur télécom. Des licences ont été attribuées mais les réseaux ne sont pas encore déployés et les tarifs ne sont pas connus.

Un contact avec un opérateur disposant de licences Wimax a fourni quelques ordres de grandeur : une licence de 30 MHz permet de disposer de 3 fois 14 Mbits/s (3 secteurs) sur une zone de 2 km de rayon, (de manière réutilisable cf.<sup>2</sup>) pour un coût de 300 k€.

Une caractéristique de la radio est que son prix est fortement lié à l'usage qui en est fait (quasiment proportionnel dans le cas du Wimax car le coût du terminal est de quelques centaines d'euros seulement). Ceci permet donc d'envisager, à des coûts nettement plus faibles, des systèmes où les images inutiles ne sont pas rapatriées :

- le raccordement télécom permanent d'une caméra avec les chiffres ci-dessus représente environ 8 000 € en investissement et 2 500 €/an,
- alors que le raccordement d'une caméra consultée 20 % du temps reviendrait à 2 000 € en investissement et 500 €/an en fonctionnement.

### **3.2.6. Les réseaux mobiles**

Le GSM / GPRS, utilisé pour les téléphones mobiles, est largement déployé mais offre un débit insuffisant et non garanti. La norme 3G (UMTS), qui a les mêmes limites, est déployée dans certaines villes avec un débit qui peut convenir avec une qualité dégradée (débit de 384 kbits/s). Les coûts de raccordement/ abonnement sont faibles (500 à 1 000 €/an pour une heure de trafic par mois) mais le coût peut exploser si le trafic est élevé. Ce ne peut donc en aucun cas être une offre de transmission permanente, mais cela peut convenir pour une utilisation ponctuelle de l'ordre de quelques heures par mois, par ex. pour la transmission d'images en levée de doute ou sur alarme.

D'ici 3 ans, le nouveau standard HSDPA doit permettre des débits adaptés à la vidéosurveillance, avec vraisemblablement des coûts moindres que ceux de la 3G. Un tel raccordement devrait être adapté à une vidéosurveillance non permanente (quelques heures par mois et par caméra).

### **3.2.7. Analyse**

Pour les réseaux de voie publique, le coût de la boucle locale (raccordement entre la caméra et un nœud de réseau d'un opérateur télécom) reste encore élevé. En effet, le niveau de débit exigé pour avoir une bonne qualité d'image reste autour de 1 ou 2 Mbits/s même en MPEG 4, et on est en limite des performances de la paire de cuivre sur xDSL et aussi voisin de la limite à partir de laquelle l'hertzien devient moins cher que le cuivre (comme indiqué, les systèmes Wimax, Mobile 3G ont un coût proportionnel au débit, et le Wimax n'est plus compétitif si on dépasse 2 Mbits/s). Ceci fait que de nombreux opérateurs proposent encore des fibres optiques pour la liaison terminale.

---

<sup>2</sup> D'autres études font état d'un débit possible de 3 b/s/Hz, ce qui est un peu supérieur mais du même ordre de grandeur.



Néanmoins, rien n'oblige à avoir un mode unique de transmission pour un réseau de Vidéosurveillance donné. La cohérence veut que le débit soit homogène, mais si le niveau de débit retenu est de 1 Mbits/s (images de type télévision standard en MPEG 4), on peut utiliser des paires de cuivre ADSL ou de la fibre lorsqu'il existe des conduits qui passent à proximité de la caméra, et recourir au Wimax pour les sites qui nécessiteraient du génie civil pour une solution filaire. On peut aussi profiter des opportunités de CPL s'il existe un projet dans la zone.

**Pour un usage permanent, il faut compter 5 000 € (cas où des synergies fortes avec un réseau câblé par exemple, ou si on utilise des supports type feux rouges ou lampadaires) à 20 000 € pour l'investissement et 15% par an pour le fonctionnement.**

**Pour un usage occasionnel la 3G est possible à partir de 1 000 € par an, mais avec une qualité dégradée et à condition qu'il y ait un dispositif d'enregistrement au niveau de la caméra (sinon, pas d'utilisation possible pour la procédure judiciaire).**

### 3.3 LE CŒUR DE RÉSEAU

Dans le cas de l'analogique, on utilise des matrices vidéo, qui nécessitent des liaisons en fibre optique privatives de bout en bout entre les caméras et la matrice vidéo d'une part, et entre la matrice vidéo et les pupitres utilisateurs d'autre part. Le coût d'une matrice vidéo est élevé (de l'ordre du M€).

Dans le cas de caméras numériques, le signal issu des liens décrits ci dessus avec les caméras est intégré dans un réseau généralement IP. Suivant les cas on aura

- une simple installation centrale dédiée comprenant les pupitres d'exploitation et les enregistrements proches (petites installations de quelques dizaines de caméras)
- un réseau multi-site dédié haut débit (backbone IP) qui assure la collecte des flux des caméras et dessert les utilisateurs des images (pupitres d'exploitation, enregistreurs)
- l'intégration des flux Vidéo dans un réseau interne haut débit de l'entreprise, avec un cloisonnement logique des flux pour des raisons de sécurité.

On peut noter plusieurs pratiques utilisées pour réduire les volumes dans le cas de grosses installations (où les stockages peuvent atteindre le million de Go, et les tuyaux du backbone plusieurs Gbits/s) :

- la technique du multicast, dans laquelle, lorsqu'il y a plusieurs utilisateurs simultanés qui regardent une image, on ne transmet pas  $n$  fois l'image au départ de la caméra, mais on duplique l'image uniquement à proximité de l'utilisateur final (on peut même ne pas transmettre l'image -sauf pour l'enregistrement - si aucun utilisateur n'est connecté)

- un enregistrement avec une cadence (6 images par seconde) moindre que la cadence utilisée pour les exploitants humains.

### Le coût du stockage :

Il a considérablement décru ces dernières années puisqu'il est passé de 170 \$/Go en 1999, à 5 \$/Go en 2002 et à 1 \$/Go en 2008. Le volume du stockage des enregistrements d'une caméra sur un mois étant d'environ 1 To, l'investissement correspondant représente aujourd'hui à peine 1000 €/caméra.

