

L'USINE NOUVELLE

SÉRIE | EEA

Lacène Beddiaf

VIDÉOSURVEILLANCE

Principes et technologies

DUNOD

VIDÉOSURVEILLANCE

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR



Techniques audiovisuelles et multimédias, 2^e édition

Gérard Laurent et Daniel Mathiot
Tome 1 – *Sons et images, compressions, prise de vue, enregistrement, visualisation*, 272 pages



Gérard Laurent, Daniel Mathiot et Alain Jeanroy
Tome 2 – *Diffusion, réception, stockage, réseaux*, 312 pages



Laurent Millot
Traitement du signal audiovisuel
Applications avec Pure Data,
224 pages + DVD



David Rey
Contrôle, commande et mesure via Internet
Montages électroniques et protocole HTTP, 224 pages

Lacène Beddiaf

VIDÉOSURVEILLANCE

Principes et technologies

L'USINENOUVELLE

DUNOD

Consultez nos parutions sur dunod.com



Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage. Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements



d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

© Dunod, Paris, 2008

ISBN 978-2-10-053559-0

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	IX
Avant-propos	XI
1 • Introduction	1
1.1 Vidéosurveillance : pourquoi ?	1
1.2 Architecture d'une installation de vidéosurveillance	2

A

Principes physiques et techniques

2 • Les fondamentaux physiques	7
2.1 La vision	7
2.2 La lumière	8
2.3 L'éclairage	13
3 • Le signal vidéo numérique	17
3.1 Définition	17
3.2 Numérisation	18
3.3 Compression des images vidéo	22

B

Environnement matériel

4 • Les moniteurs et le signal vidéo	33
4.1 Standards de la télévision	33
4.2 Restitution du signal vidéo	36
4.3 Technologies des moniteurs	45

5 • Les caméras	51
5.1 Technologies des caméras	51
5.2 Caméras dômes et tourelles	56
5.3 Caractéristiques techniques	63
5.4 Conditions d'utilisation : éclairage et positionnement	66
5.5 Objectifs	69
5.6 Focale	72
5.7 Diaphragme	79
5.8 Fonctions avancées des caméras	83
6 • Les enregistreurs	89
6.1 Enregistreurs analogiques	89
6.2 Enregistreurs numériques	93
7 • Accessoires et autres considérations matérielles	101
7.1 Caissons de protection	101
7.2 Projecteurs	103
7.3 Serveur vidéo	103
7.4 Imprimante vidéo	104
7.5 Ergonomie des postes	104

C

Conception et architecture d'un système de vidéosurveillance

8 • Cahier des charges	109
8.1 Introduction	109
8.2 Caractéristiques des matériels	110
9 • Transmission du signal vidéo et des données	131
9.1 Informations techniques sur la transmission	131
9.2 Supports de transmission vidéo	135
9.3 Étude détaillée des fibres optiques	140
10 • Commutation vidéo	143
10.1 Commutateurs cycliques	143
10.2 Quads	143

10.3 Multiplexeurs	145
10.4 Matrices de commutation vidéo	150
11 • Vidéosurveillance et réseaux	157
11.1 Généralités sur les réseaux	157
11.2 Protocole Internet (IP)	160
11.3 Différentes solutions IP	169
12 • Systèmes de vidéosurveillance	173
12.1 Dispositifs de commande et de visualisation	173
12.2 Différentes fonctions des systèmes de vidéosurveillance	175
12.3 Analyse détaillée de la fonction « Détection de mouvement »	182
12.4 Système de sécurité intégré	184
12.5 Exemples d'installations de vidéosurveillance	189
Conclusion	193
Annexe	
<hr/>	
Réglementation d'usage de la vidéosurveillance	197
Glossaire	217
Index	225

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les personnes et les entreprises qui m'ont aidé et encouragé à écrire cet ouvrage qui, sans elles, n'aurait pu être achevé :

- Gino De Monte et Michel Toth, mes collègues du bureau d'études ADT Tyco Lille, et Marie Morel, pour avoir pris le temps de relire cet ouvrage,
- Bosch Security System,
- Magsys,
- Geutebrück,
- ADT Tyco,
- Axis,
- Winsted,
- IDCS & VSK,
- Panasonic.

Merci à mon épouse Béatrice et à mes enfants Mehdi et Melissa pour le temps qu'ils m'ont laissé pour écrire ce livre.

AVANT-PROPOS

La sécurisation des biens et des personnes est devenue une préoccupation majeure de notre société. Travaillant dans ce domaine depuis plusieurs années, j'ai constaté le manque d'ouvrages traitant du thème de la vidéosurveillance. Afin de palier ce manque, j'ai décidé d'écrire un livre destiné à toutes les personnes concernées par ce sujet : les professionnels de la sécurité électronique, les électriciens, les distributeurs de matériels électronique et électrique, les prescripteurs (bureaux d'études et architectes, conseils), et bien sûr l'utilisateur final, y trouveront les réponses aux questions, souvent récurrentes, relatives à ce domaine, qui est loin d'être aussi simple qu'on ne le pense. Comme pour toute discipline technique, l'aborder requiert un minimum de connaissances, qui sont fournies au long de cet ouvrage. Les évolutions technologiques de la sécurité électronique dues aux TIC (technologies de l'information et de la communication) gagnent de manière inexorable les marchés de la sécurité électronique et les modifient grâce à la numérisation des composants de la chaîne de sécurité. L'importance croissante des compétences informatiques et télécoms fait que les études d'installation de vidéosurveillance doivent être traitées avec rigueur au risque d'aboutir à une installation obsolète engendrant de graves préjudices.

La mise en place d'une installation de sécurisation – que ce soit la lutte contre la malveillance, la nécessité de contrôler les flux d'émigration clandestine, le trafic de contrebande, le contrôle des allées et venues, la protection d'un site industriel ou militaire, la visualisation à distance d'une chaîne de magasin, etc. – demande une approche méthodique et pragmatique afin que le choix de la solution technique finale valide la nécessité d'une installation de vidéosurveillance, qui souvent est associée à d'autres systèmes de sécurité tels que contrôle d'accès, détection d'intrusion, détection d'incendie, alarmes techniques, centre de télésurveillance, gardiennage, etc.

Le marché de la sécurité est le plus demandeur en équipements de visualisation distante d'enregistrements vidéo en direct. La nécessité de protéger les personnes et les biens dans les lieux privés, locaux commerciaux ou industriels, zones urbaines, etc., a entraîné la croissance de cette branche. D'autres secteurs ont bénéficié des progrès techniques de la vidéosurveillance pour utiliser cette technologie en milieu industriel, notamment en contrôle qualité. Ainsi, sur une chaîne de production, on peut largement optimiser les contrôles par l'utilisation d'un « œil virtuel » sur les points critiques du flux du produit et favoriser la mobilité et donc l'efficacité du personnel chargé de surveiller la qualité de la production – sachant que l'arrêt

ou la mise hors fonction d'une machine provoque des coûts de non-production parfois dramatiques pour la pérennité de l'entreprise.

La vidéosurveillance peut donc offrir une aide visuelle précieuse permettant de prévenir, de localiser et de résoudre rapidement des problèmes, voire d'anticiper leur réapparition.

Vous trouverez au fil de ce guide un descriptif de la plupart des produits que l'on rencontre dans les différents types d'installations de vidéosurveillance. J'espère qu'il vous permettra de prendre un peu de recul avant de vous lancer dans un projet d'installation – il y a souvent des écarts entre étude théorique et réalisation... Ce guide poursuit trois objectifs :

- indiquer ce qu'il est important de comprendre dans l'approche systémique, sans pour autant connaître l'électronique et l'informatique sous-jacentes en détail ;
- décrire autant que faire se peut la chaîne d'acquisition, la transmission, la réception ;
- définir un besoin et y faire correspondre les solutions techniques sans omettre les considérations économiques.

Enfin, ce guide ne vise pas à vous donner une collection de recettes miracles mais bien à vous fournir les connaissances techniques et méthodologiques qui vous permettront de prendre les bonnes décisions.

1 • INTRODUCTION

De nos jours, la vidéosurveillance est omniprésente et on la retrouve dans de nombreux secteurs d'activité (banque, transports, industrie, grande distribution, etc.) ou lieux de vie (villes, immeubles de bureau, équipements collectifs, etc.).

La plupart des responsables souhaitent accroître la sécurité en protégeant les biens et les personnes par de la vidéosurveillance. Aujourd'hui, le développement technologique permet d'obtenir de très bons résultats lorsqu'on sait exprimer un besoin et lui faire correspondre un matériel efficace et évolutif afin de pérenniser l'installation. Mais nous sommes confrontés à une pléthore de produits venant de tout horizon. Comment faire le bon choix lorsque les solutions techniques intègrent de l'électronique, de l'informatique, des télécommunications, etc., sans commettre d'erreur ?

La multiplicité et la complexité des produits ne permettent pas de dire si tel choix de matériel donnera une solution optimale ou non, sans au préalable avoir fait une étude approfondie de la problématique. Il va de soi que l'on ne traite pas de la sécurisation d'un magasin nécessitant deux ou trois caméras comme celle d'un aéroport en demandant une centaine ! À l'heure du choix, tant pour un équipement matériel ou logiciel, il convient de se méfier de promesses commerciales et privilégier lorsque cela est possible les options qui pérenniseront l'installation.

1.1 Vidéosurveillance : pourquoi ?

Le besoin de renforcer les niveaux de sécurité se fait de plus en plus ressentir dans différents domaines d'activité. Un des moyens utilisés est la vidéosurveillance.

Pour quoi faire ? Pour protéger quoi ? Pour aider qui ? Pour contrôler quoi ? Qui ? Où implanter les caméras ? Quels types de caméras utiliser ? Comment enregistrer ? Quelle durée pour l'archivage ? Quel support de transmission utiliser ?

La mise en place d'une installation de vidéosurveillance passe par une analyse très précise afin de répondre aux exigences et aux besoins de l'utilisateur.

Les prochains chapitres auront pour objectif de vous éclairer sur le sujet de la vidéosurveillance en détaillant les différents produits, la terminologie et les applications spécifiques à ce domaine. À la fin de votre lecture, vous serez capable d'exprimer vos besoins aux différents interlocuteurs professionnels concernés et de les comprendre en retour.

Quels sont-ils ?

- surveiller,
- reconnaître,
- identifier,
- contrôler,
- protéger,
- alerter,
- détecter,
- sécuriser,
- superviser,
- enregistrer,
- archiver,
- consulter,
- transmettre,
- analyser, etc.

En fonction des risques et des enjeux, des budgets alloués, de l'environnement, etc., il faudra déterminer la solution adaptée.

La vidéosurveillance a commencé au début des années 1950. Les installations ne comportaient que des caméras et des écrans. Ensuite est apparu le matériel d'enregistrement permettant un archivage des scènes enregistrées. Puis l'avènement de l'ère numérique n'a fait que doper ce secteur.

1.2 Architecture d'une installation de vidéosurveillance

1.2.1 Vidéosurveillance en circuit fermé et circuit ouvert

■ Vidéosurveillance en circuit fermé ou CCTV

Dans une installation de vidéosurveillance en circuit fermé (ou CCTV, *Closed Circuit Television*), le système est constitué d'un réseau de caméras et de moniteurs appartenant à une structure ou organisation n'ayant pas pour vocation de diffuser les images hors de ses murs. L'émission et la réception n'intéressent que celui qui est relié au réseau – à ne pas confondre avec les systèmes de télédiffusion publique ou privée dont les téléviseurs de nos salons captent aux travers d'antennes et paraboles les signaux émis par de puissants émetteurs statiques ou géostationnaires.

Il est à noter que la Grande-Bretagne est le pays disposant du plus grand nombre de caméras installées sur son territoire tous secteurs confondus et que ce phénomène est en train de gagner la France. Différents événements douloureux ont prouvé leur efficacité mais la vidéosurveillance n'est pas la panacée contre tous les actes de malveillance.

■ Vidéosurveillance en circuit ouvert ou OCCTV

Le rôle d'un système de vidéosurveillance est d'accomplir une tâche bien définie de sécurité pour un site. Or il arrive que l'utilisateur souhaite une gestion multisite – il est tout à fait légitime qu'il puisse accéder à son système à distance, et cela en toute sécurité. Nous verrons que dans ce secteur, des progrès ont été accomplis

grâce aux technologies électroniques, informatiques et télécoms. Le terme OCCTV (*Open Closed Circuit Television*) a été créé pour décrire ce type d'application. Nous aurons l'occasion d'y revenir au fil de cet ouvrage.

1.2.2 Fonctions d'une installation

Dans une installation de vidéosurveillance, il y a toujours trois fonctions importantes et interdépendantes (figure 1.1) : réception, gestion, visualisation.

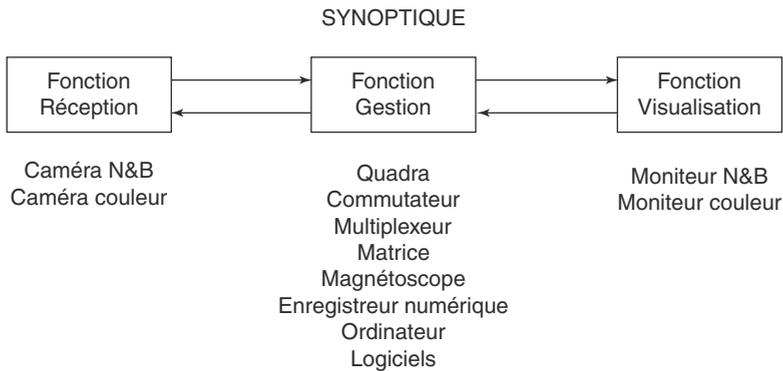


Figure 1.1 – Synoptique d'une installation de vidéosurveillance.

■ Fonction réception

La caméra est l'élément fondamental du système de vidéosurveillance. En fonction de l'environnement et des besoins de l'utilisateur, il conviendra de choisir dans une gamme pléthorique de caméras le matériel adéquat :

- des caméras couleur ou noir et blanc,
- des caméras haute définition,
- des caméras couleur commutable noir et blanc,
- des caméras fixes, mobiles, discrètes,
- des caméras intérieures ou extérieures,
- de l'environnement (éclairage, champ électrique, etc.)

Dans le chapitre 5 consacré aux caméras, d'autres caractéristiques qu'il est important de prendre en compte seront introduites.

■ Fonction gestion

Les équipements de gestion permettent, en fonction des besoins d'exploitation, d'afficher une ou plusieurs images sur un ou plusieurs écrans. Ce type d'affichage se fera au travers de différents matériels prédéfinis lors de l'étude et correspondra aux besoins exprimés par le client. C'est dans cette partie que viendra se greffer le pupitre de télécommande des caméras mobiles.

■ Fonction visualisation

Cette fonction est souvent agrégée au poste de garde ou au PC de sécurité. En revanche, en l'absence de ce dernier, c'est souvent un service quelconque du site à surveiller qui en a la charge.

La première étape d'une étude d'installation de vidéosurveillance consiste à déterminer quelles seront les zones à surveiller ; à partir de cette étape on déterminera la nature des caméras en prenant en compte l'environnement ; ensuite on étudiera leur positionnement, cette phase nécessitant de réfléchir au cheminement des câbles en concertation avec l'utilisateur final. Dès que les voies de transmission ont été déterminées et que l'emplacement de la régie vidéo a été fixé, il conviendra de présenter les différentes solutions du système et de décrire les différents scénarios.

La protection des biens et des personnes repose sur le couple homme-machine ; du fait de la progression des équipements électroniques et informatiques, les personnels de sécurité ne gèrent plus que les informations qui leur sont transmises afin d'intervenir dans des conditions sécurisantes.

Par exemple, supposons que l'on veuille surveiller les allées et venues d'un entrepôt. L'installation finale proposée est représentée par la figure 1.2. Le moniteur donnera un aperçu des différents points surveillés. La solution consiste à implanter judicieusement quatre caméras aux différents endroits afin de contrôler les allées et venues. Ces caméras seront reliées à un enregistreur numérique multiplexeur permettant l'archivage, la recherche d'images et la visualisation sur un moniteur.

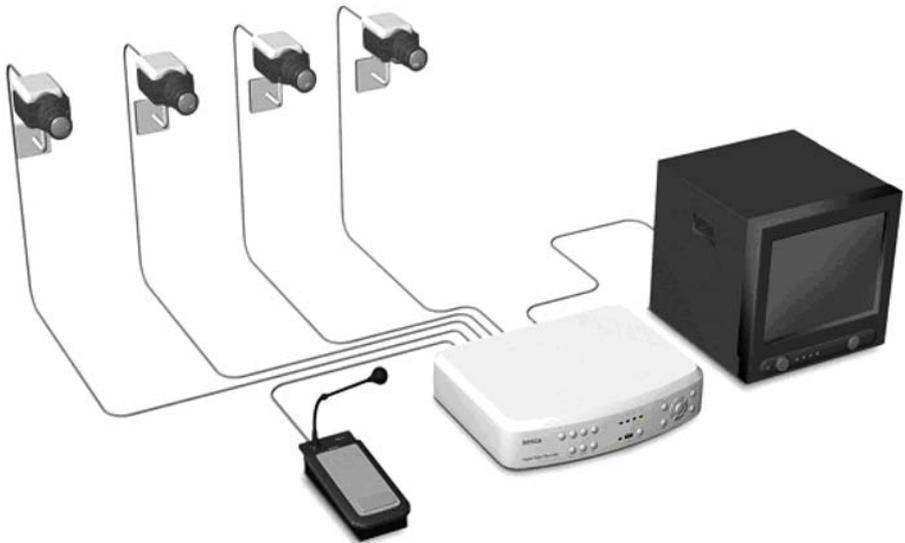


Figure 1.2 – Installation de vidéosurveillance simple (Bosch).

REMARQUE

Il arrive parfois de rencontrer des installations de vidéosurveillance non exploitées, pour diverses raisons. Après une analyse du besoin bien réalisée, il est très facile de remettre l'installation en service. Nous verrons plus loin comment on peut améliorer une installation existante à moindre coût (transformation de caméras vidéo analogiques en IP *via* des transcodeurs, remplacement d'un enregistreur analogique par un enregistreur numérique, etc.).

A

Principes physiques et techniques

Avant de rentrer dans le vif du sujet, il est important de rappeler certains fondamentaux, sans lesquels la compréhension des équipements et des principes d'un système de vidéosurveillance ne serait pas parfaite.

Nous allons donc faire de courts rappels sur la vision et la lumière (chapitre 2), et les signaux numériques et leur compression (chapitre 3).

2 • LES FONDAMENTAUX PHYSIQUES

A

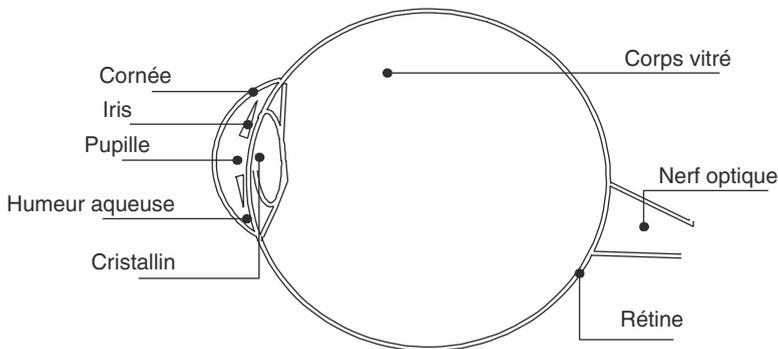
PRINCIPES PHYSIQUES ET TECHNIQUES

2.1 La vision

L'œil humain – système optique d'une grande complexité – peut être comparé à un appareil photographique : il comporte des lentilles (c'est-à-dire la cornée et le cristallin).

Le diaphragme de l'appareil photographique correspond à l'iris, l'objectif permettant la mise au point à l'accommodation du cristallin, la pellicule photographique à la rétine contenant quelque 125 millions de cellules photosensibles. Le cerveau va interpréter les images reçues des yeux et les fusionner.

Pour que l'œil puisse voir un objet, ce dernier doit être éclairé ; la surface de l'objet diffuse une partie de la lumière et l'œil réagit à cette quantité de lumière qui atteint la rétine (figure 2.1).



Globe sphérique, de diamètre 25 mm

Figure 2.1 – Structure de l'œil.

La rétine est composée de petits bâtonnets et de cônes dont les fonctions respectives sont de percevoir la luminosité, le mouvement et la différenciation de couleurs. Il existe en réalité trois sortes de cônes :

- pour le rouge (580 nm),
- pour le vert (540 nm),
- pour le bleu (450 nm).

REMARQUE

L'œil humain n'a pas la même sensibilité relativement aux intensités lumineuses des trois couleurs primaires (figure 2.2). L'œil étant moins sensible aux détails colorés qu'aux détails en noir et blanc, cela a permis de résoudre la compatibilité de réception des signaux des téléviseurs noir et blanc et couleur.

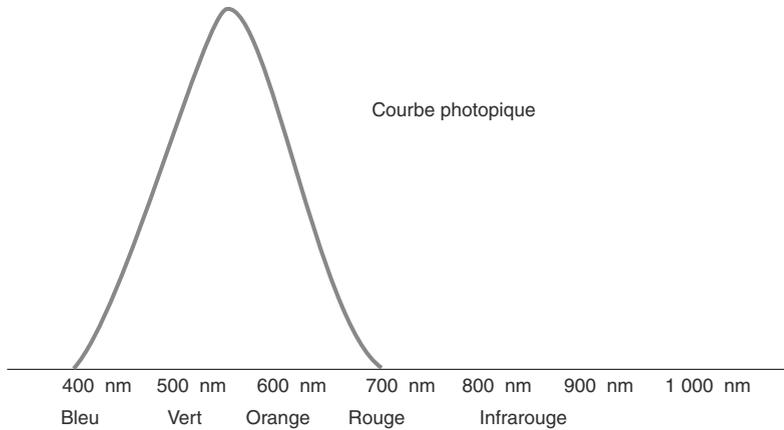


Figure 2.2 – Plage de sensibilité de l'œil.

2.2 La lumière

La lumière est un rayonnement électromagnétique visible par l'œil humain. Comme tout rayonnement de ce type, elle présente des aspects à la fois ondulatoires (elle se comporte comme une onde) et corpusculaires (elle se compose de photons).

2.2.1 Longueur d'onde et couleur

L'une des caractéristiques d'un rayonnement électromagnétique est sa longueur d'onde. Dans le vide, la longueur d'onde λ d'une onde électromagnétique est liée à sa fréquence ν :

$$\lambda = c/\nu$$

où c est la vitesse de propagation de la lumière dans le vide.

REMARQUE

La vitesse de propagation d'une onde électromagnétique dans le vide est une constante du système international : $c = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Par convention, on dit qu'une onde électromagnétique a une vitesse de déplacement de $300\,000 \text{ km/s}$.

■ Spectre lumineux

L'œil humain est capable de voir les ondes électromagnétiques dont la longueur d'onde est comprise entre 380 et 780 nm : on parle d'« ondes lumineuses » ou simplement de « lumière ».

La couleur d'une onde lumineuse est fonction de sa longueur d'onde λ :

- $\lambda = 470 \text{ nm}$ correspond au bleu,
- $\lambda = 575 \text{ nm}$ correspond au jaune,

- $\lambda = 500 \text{ nm}$ correspond au cyan,
- $\lambda = 680 \text{ nm}$ correspond au rouge.

La lumière du soleil, dite « lumière blanche » est une association de couleurs. Pour preuve, un arc-en-ciel se forme suite à la décomposition par les gouttelettes de pluie de la lumière blanche du soleil, de même qu'un prisme décompose la lumière (voir figure 2.5).

À l'inverse, il est possible de « synthétiser » une couleur donnée en combinant différentes couleurs. Il existe deux types de synthèse :

- la *synthèse additive* consiste à ajouter différentes composantes de lumière, dès leur émission. Par exemple, le rouge, le vert et le bleu (RVB) sont utilisés pour reconstituer tout le spectre des couleurs visibles dans une télévision ;
- la *synthèse soustractive* consiste à éclairer une surface ayant la propriété d'absorber certaines couleurs et d'en réfléchir d'autres. Par exemple, une surface recouverte de pigments jaunes et magenta, éclairée par une lumière blanche, n'en reflète qu'une partie du spectre. Les couleurs reflétées, en se combinant, donnent une couleur visible rouge orangé.

■ Au-delà du spectre lumineux

En dessous de 380 nm se trouvent des rayonnements tels que les ultraviolets, au-dessus de 780 nm on trouve les infrarouges.

Un des points cruciaux en vidéosurveillance nocturne est que faire lors de l'absence de sources de lumière ?

- installer de nouvelles sources de lumière ?
- installer des projecteurs infrarouges ?
- installer des caméras infrarouges ?

Le choix dépendra de chaque cas de figure et surtout de l'aspect économique. La figure 2.3 indique les capacités du capteur CCD.

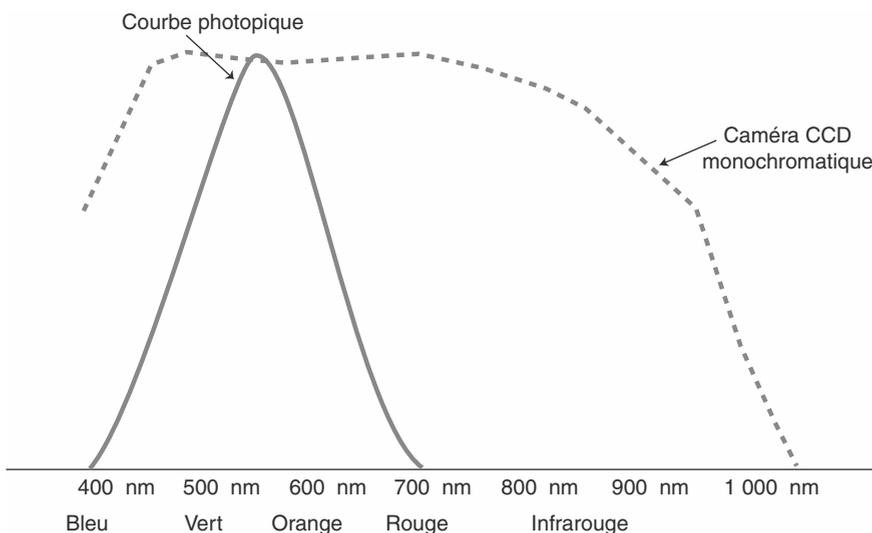


Figure 2.3 – Courbe d'étendue d'un capteur CCD.

■ Température de couleur

La composition d'une source de lumière peut être définie avec précision au moyen de sa température de couleur, température en kelvin ($0\text{ K} = -273\text{ °C}$). La lumière naturelle du soleil au zénith a une température moyenne de $5\,500\text{ K}$ (figure 2.4) :

- lampe à incandescence (type tungstène) : $2\,900$ à $3\,900\text{ K}$,
- lumière du jour au lever et au coucher du soleil : $2\,600$ à $3\,900\text{ K}$.



Figure 2.4 – Relation entre température et couleur.

Du fait de la grande plage de luminance rencontrée dans les scènes naturelles, l'œil possède une forte capacité d'adaptation.

2.2.2 Indice de réfraction

La vitesse de la lumière change lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre (de l'air puis à travers une vitre) ; comme la fréquence est constante, la longueur d'onde est modifiée à la baisse ce qui est très bien illustré par l'expérience du prisme (figure 2.5).

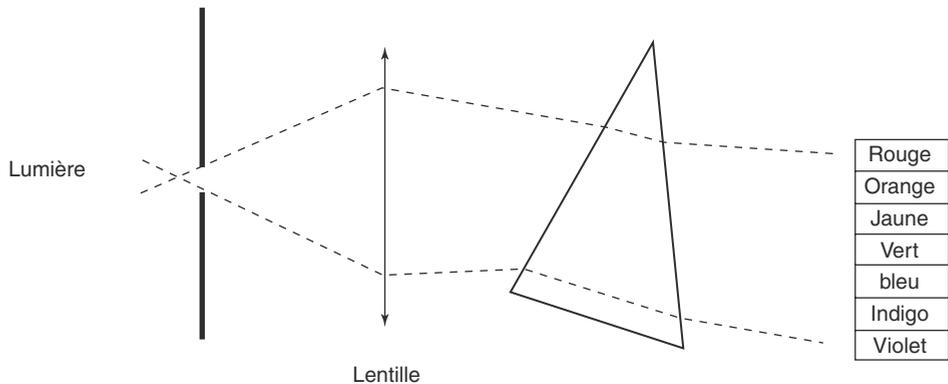


Figure 2.5 – Dispersion de la lumière par un prisme.

Quand la lumière passe de l'air dans du verre, nous avons relevé que la fréquence reste constante, la vitesse est réduite et la longueur d'onde est plus courte.

La lumière rouge traverse plus rapidement le prisme et la lumière bleue est plus déviée. Ce qui explique pourquoi lors d'un arc-en-ciel le bleu est à l'intérieur de l'arc tandis que le rouge se trouve à l'extérieur.

Dans une matière transparente k , une onde monochromatique de fréquence ν a une célérité C_k inférieure à la célérité C dans le vide. Pour un tel milieu et pour une onde de fréquence ν , on définit :

- l'indice N_k du milieu par rapport au vide, ou indice absolu par la relation :

$$N_k = C/C_k$$

- la longueur d'onde dans le milieu égale à :

$$\lambda = C_k/\nu = \lambda/N_k$$

Notons que la longueur d'onde dépend du milieu ; c'est donc la fréquence ν ou la longueur d'onde λ dans le vide qui permet de caractériser une onde lumineuse monochromatique.

L'indice relatif $N_{2/1}$ d'un milieu 2 par rapport à un milieu 1 est défini par la relation :

$$N_{2/1} = N_2/N_1 = C_1/C_2$$

Les mesures de l'angle d'incidence i_1 et de l'angle de réfraction i_2 permettent de déterminer l'indice relatif, à l'aide de la relation (figure 2.6) :

$$\sin i_1 = N_{2/1} \sin i_2$$

$$\text{soit } N_1 \sin i_1 = N_2 \sin i_2$$

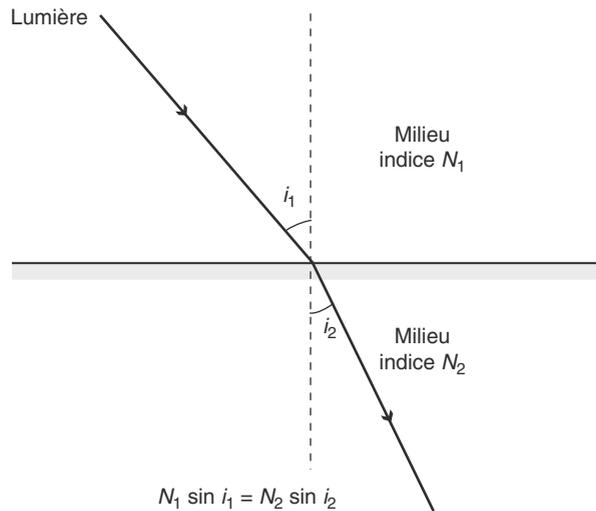


Figure 2.6 – Réfraction de la lumière.

L'indice de réfraction N_2/N_1 sera différent et dépendra de la longueur d'onde de la lumière.

i_1 est l'angle de la lumière incidente et i_2 est l'angle de la lumière réfractée.

Rappelons que l'indice relatif d'une substance par rapport à l'air est quasiment confondu avec son indice absolu, car :

- pour l'air $N = 1$,
- pour l'eau $N = 4/3$,
- pour le verre ordinaire $N = 3/2$.

Exemples d'indice de réfraction : $N = 1,62$ à 700 nm (soit $4,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$) ; $N = 1,66$ à 400 nm (soit $7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$).

Si l'angle d'incidence était de 60° alors les angles de réfraction peuvent être calculés comme indiqués ci-après :

$$\begin{aligned} 1/n \sin i &= \sin r \quad \text{ou} \quad \sin 60/1,62 = 0,866/1,62 = 0,535 \\ \text{arc sinus } 0,535 &= 32,31^\circ \quad \text{pour le rouge} \\ 0,866/1,66 &= 0,521 \\ \text{arc sinus } 0,521 &= 31,44^\circ \quad \text{pour le bleu} \end{aligned}$$

La séparation du rayon bleu et du rayon rouge après réfraction donne une déviation du rayon bleu supérieure au rayon rouge après avoir traversé un milieu transparent.

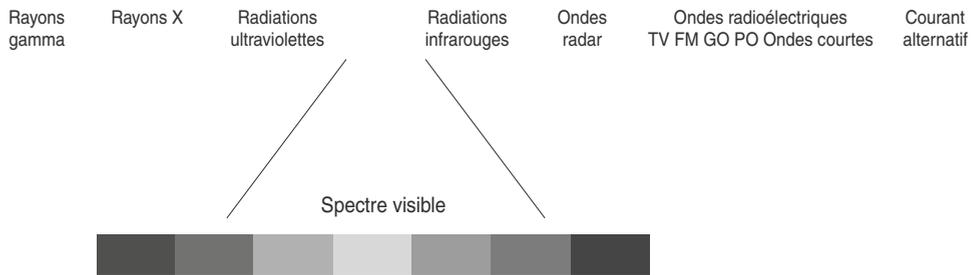


Figure 2.7 – Spectre de la lumière et des ondes.

2.2.3 Unités de mesure de la lumière

Tandis que la puissance d'un rayonnement électromagnétique se mesure en watts (W) et son intensité en W/m^2 , la puissance de la lumière visible est plus spécifiquement mesurée en lumens (lm) ou en candela (cd), et son intensité en lux (lx) ou en candela par mètre carré (cd/m^2).

■ Lumière émise : flux lumineux et intensité lumineuse

Le flux lumineux est la quantité de lumière *émise* par unité de temps, par une source ponctuelle, *dans toutes les directions*. Son unité est le lumen (lm).

L'intensité lumineuse est la quantité de lumière *émise*, par unité de temps, par une source ponctuelle, *dans une direction donnée*. Son unité est la candela (cd).

EXEMPLE

1 lm est la quantité de lumière captée par une surface de 1 m^2 située à 1 m d'une source lumineuse d'une intensité de 1 cd .

■ Lumière reçue : éclairement lumineux et luminance

L'éclairement lumineux est la quantité de lumière reçue, par unité de temps, par une surface donnée, soumise à un flux lumineux donné. Son unité est le lux (lx).

EXEMPLE

1 lx est la quantité de lumière, reçue par unité de temps et par une surface de 1 m^2 soumise à un flux lumineux de 1 lm : $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$.

La luminance est la quantité de lumière reçue, par unité de temps, par une surface donnée, soumise à une intensité lumineuse donnée. Son unité est la candela par mètre carré (cd/m^2).

EXEMPLE

$1 \text{ cd}/\text{m}^2$ est la quantité de lumière, reçue par unité de temps et par une surface de 1 m^2 , soumise à une intensité lumineuse de 1 cd.

L'œil humain est sensible à la luminance : c'est de la luminance que dépend la sensation visuelle de luminosité.

REMARQUE

Lorsqu'il y a un important flux de rayon infrarouge dans une scène, cela peut provoquer une fermeture automatique de l'iris. Cet effet se produit souvent lorsque l'environnement comporte une quantité d'arbres, feuillage, etc., qui ont tendance à réfléchir le rayonnement infrarouge.

La lumière infrarouge ne se mesure pas en lux.

■ Loi des éloignements

L'éclairement d'une surface est inversement proportionnel au carré de la distance de la source lumineuse (figure 2.8).

Une source lumineuse E de 40 lx éclairant une surface distante de 10 m fournira un éclairement de 10 lx à une distance de 20 m.

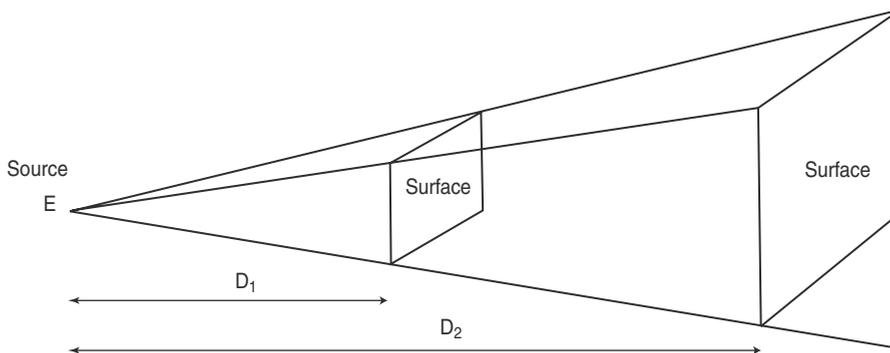


Figure 2.8 – Représentation graphique de la loi des éloignements.

2.3 L'éclairage

2.3.1 Sources de lumière

■ Source directe : lumière naturelle

La lumière naturelle subit des variations importantes en passant du jour à la nuit et suivant les périodes de l'année (tableau 2.1).

■ Source directe : lumière artificielle

Il est clair qu'à défaut d'éclairage naturel suffisant, il faut utiliser une lumière artificielle afin de compenser la faible luminosité locale (tableau 2.2).

Tableau 2.1 – Valeurs moyennes d'éclairage naturel.

Pluie, grisaille	1 000 à 10 000 lx
Début de nuit	100 à 1 000 lx
Aurore, crépuscule	1 à 10 lx
Pleine lune	0,1 à 0,5 lx
Nuit	0,1 lx
Soleil à 50° au-dessus de l'horizon par ciel clair	100 000 lx

Tableau 2.2 – Valeurs moyennes d'éclairage artificiel.

Éclairage artificiel intense	1 000 à 10 000 lx
Éclairage de bureau	500 lx
Éclairage de circulation de nuit	50 lx
Éclairage minimal de circulation	0,1 à 1 lx
Limite d'appréciation des formes	0,01 à 0,001 lx

La grande majorité des projecteurs utilisés dans le visible produisent une importante quantité de lumière infrarouge. C'est pourquoi la quasi-totalité des projecteurs infrarouges sont des projecteurs de lumière blanche équipés de filtre laissant passer la lumière infrarouge mais coupant la lumière blanche, visible par l'œil humain.

C'est pourquoi nous distinguerons deux principaux types d'éclairage :

- le premier type de source sera dans le domaine spectral du visible ;
- le deuxième dans le domaine de l'infrarouge invisible pour l'œil humain.

D'autres sources lumineuses ont un spectre plus étroit situé dans le domaine visible. Il s'agit des projecteurs à vapeur de sodium et des projecteurs à vapeur de mercure. Ces sources lumineuses de type halogène ou à incandescence, ont un spectre d'émission semblable à un corps noir. On peut caractériser ces sources lumineuses par leurs degrés de couleur qui s'expriment en kelvin et qui matérialisent leur spectre d'émission comme indiqué ci-après.

■ Source indirecte : surface de réflexion

Une des caractéristiques de la lumière est qu'elle se réfléchit différemment suivant la nature et la structure de l'élément réfléchissant (tableau 2.3).

De ces tableaux nous pouvons déduire la formule suivante :

$$\text{illumination} \times \text{réflexion} = \text{lumière utilisable par la caméra}$$

La gamme des éclairages précédents ne se rencontre jamais au complet dans une scène réelle. Les variations de luminance d'un objet donné sont dues d'une part aux variations d'éclairage, atténuées par les lumières réfléchies et, d'autre part par les variations de réflectivité, les noirs n'étant jamais à réflectivité nulle.

Tableau 2.3 – Valeurs moyennes de réflexion de différents composants.

Bitume	5 %
Terre végétale	7 %
Gravier	13 %
Arbres	20 %
Briques	25 %
Béton	25 %
Bâtiment	40 %
Herbe verte	40 %
Aluminium	65 %
Neige	70 %
Vitre	70 %
Peinture blanche	75 %

Pour des scènes naturelles, éclairées par la lumière du jour, le contraste peut évoluer de 30 pour des scènes à éclairage faible très diffusé à 1 000 pour des éclairages intenses. Une valeur moyenne 100 à 200 est normale.

La piètre qualité des images est souvent due à une mauvaise adéquation de la caméra à son environnement.

2.3.2 Niveau d'éclairément

Avant d'entrer dans des explications techniques plus détaillées, on peut dire qu'il est nécessaire d'avoir un niveau d'éclairément réfléchi (c'est-à-dire arrivant devant l'objectif) au minimum égal à 10 fois la sensibilité de la caméra. C'est-à-dire que si la caméra a une sensibilité de 0,5 lx il faut un éclairément minimum de 5 lx.

Le niveau d'éclairément d'un objet dépend de plusieurs paramètres :

- l'intensité de la source lumineuse I ,
- la distance entre la source et l'objet D ,
- l'indice de la réflexion de l'objet r .

Le niveau de lumière réfléchi par l'objet est donné par la formule suivante :

$$E_r = r I / D^2$$

On voit donc que l'éclairément :

- augmente de façon proportionnelle à l'intensité de la source lumineuse ;
- varie de façon importante en fonction de l'indice de réflexion (voir tableau 2.3) ;
- diminue de façon proportionnelle au carré de la distance entre la source et l'objet.

D'autres facteurs liés à l'objectif détermineront le flux lumineux qui va effectivement arriver sur le capteur CCD de la caméra :

- l'ouverture du diaphragme,

- l'indice de transparence de l'objectif,
- l'indice de transparence du filtre éventuel (infrarouge ou autres).

Le flux lumineux qui arrive sur le capteur est donné par la formule suivante :

$$E_c = E_r \cdot R_o / 4f^2$$

avec E_c l'énergie sur le capteur, E_r l'énergie réfléchie, R_o le coefficient de transparence de l'objectif et f l'ouverture de l'objectif.

C'est ainsi que si nous disposons d'une source lumineuse fournissant un éclairage à 1 m de 60 000 lx, que l'objet est placé à 100 m de la source, et que son coefficient de réflexion est de 0,4, la lumière réfléchie par l'objet sera de 2,4 lx.

Énergie réfléchie :

$$E_r = 60\,000 \times 0,4 / 10\,000 = 2,4 \text{ lx}$$

Si l'objectif de la caméra est ouvert à 1,4 avec un coefficient de transparence de 0,8 (valeur courante), seul 0,24 lx arrivera sur le capteur.

Énergie sur le capteur :

$$E_c = 2,4 \times 0,8 / (4 \times 1,4 \times 1,4) = 0,24 \text{ lx}$$

2.3.3 Critères de sélection

En général, pour les applications de sécurité, l'éclairage horizontal est de type infrarouge et l'éclairage vertical est de type visible.

Tableau 2.4 – Critères de sélection.

Type d'éclairage	Avantages	Inconvénients
Éclairage horizontal		
Visible	Un seul projecteur	Éblouissement possible face au projecteur
	Coût de pose réduit	Éclairage non uniforme
	Coût matériel réduit	Éclairage non uniforme
Infrarouge	Un seul projecteur	Moins bon rendement
	Coût de pose réduit	Coût filtre infrarouge
	Discrétion	Éclairage non uniforme
Éclairage vertical		
Visible	Éclairage uniforme	Nombre de points d'éclairage
	Bon rendement	Pose plus coûteuse
	Dissuasion	Écrasement des images
Infrarouge	Éclairage uniforme	Coût très important
	Discrétion	Écrasement des images

3 • LE SIGNAL VIDÉO NUMÉRIQUE

Nous allons aborder ici le codage des images ; ce codage nécessite un traitement informatique introduisant des informations binaires. L'image que nous obtenons sur nos écrans d'ordinateurs est constituée de pixels qui représentent le plus petit élément constituant une image numérique.

3.1 Définition

À une époque pas si lointaine dans l'univers informatique, l'écran (moniteur) était composé d'un tube à rayon cathodique (TRC). Cela impliquait de convertir le signal numérique en signal analogique pour commander le moniteur. Puis l'avènement des écrans LCD et plasma ont permis de ne pas rompre la chaîne numérique. Deux caractéristiques essentielles entrent en ligne de compte dans la communication numérique :

- le volume de l'information (défini en octet),
- le débit de transmission (exprimé en bits par seconde).

Les avantages de la numérisation du signal sont nombreux : conservation des données, traitement des informations, accès facilité aux données.

3.1.1 Conservation et copie du support

Lorsqu'on mémorise un signal analogique sur un support magnétique (exemple un signal vidéo sur une bande de magnétoscope) on magnétise plus ou moins la bande magnétique en fonction du niveau du signal vidéo.

Les inconvénients de tels systèmes sont nombreux et notamment :

- perte d'informations liée à une plus ou moins bonne magnétisation surtout dans les hautes fréquences (définition élevée),
- démagnétisation partielle dans le temps donc perte d'information,
- perte de qualité en cas de copies successives,
- perte de qualité au fil de l'usure de la bande magnétique,
- perte de qualité au fil de l'encrassement des têtes magnétiques,
- coût des supports magnétiques.

Le stockage numérique permet une restitution immuable de la qualité et de la quantité d'information. En effet, on ne stocke que des informations binaires (0 ou 1) qui se traduisent en fait par une magnétisation maximale ou une magnétisation

nulle. Ceci fait que tous les inconvénients cités ci-dessus sont supprimés sur un système de lecteur ou de stockage numérique.

Même si la magnétisation était moins bonne à un endroit, le système de lecture numérique fera toujours la différence entre un état 1 ou 0.

S'il y a démagnétisation dans le temps, le fait d'avoir une magnétisation maximale permet une durée importante avant d'imaginer de ne plus pouvoir faire la différence entre une magnétisation ou son absence.

On peut faire des copies à l'infini, puisque, à chaque copie, ce n'est qu'une reproduction d'état binaire qui exclue les parasites issus du précédent système, puisqu'on ne lit et écrit que des états (magnétique 0 ou 1).

Les pertes de qualité liées à l'usure des bandes et l'encrassement des têtes sont beaucoup moins sensibles en stockage numérique pour les mêmes raisons que celles évoquées plus haut. De plus, beaucoup de systèmes numériques utilisent le disque magnétique et dans ce type de support la tête magnétique n'est pas en contact avec le disque et se trouve dans un boîtier hermétique. Ceci supprime donc en plus, toute usure mécanique liée au frottement et à l'encrassement des têtes.

3.1.2 Traitement numérique : DSP (*Digital Signal Processing*)

Enfin, les signaux vidéo numériques offrent un autre avantage majeur sur les signaux analogiques. Ils peuvent être travaillés en utilisant des ordinateurs ou tout dispositif de traitement des signaux numériques et transmis *via* les réseaux numériques.

Un signal sous forme numérique est très facile à traiter. C'est le principe même des matériels informatiques qui arrivent à traiter des masses d'informations très importantes grâce aux microprocesseurs, mémoires et circuits de toute nature qui n'ont que deux informations à traiter le 0 et le 1. Dans le secteur des technologies numériques et notamment celui de la vidéosurveillance, des composants électroniques spécifiques ont été créés afin de traiter les données : les composants DSP.

Par le biais de ces composants et de l'informatique embarquée, un signal vidéo numérique peut ainsi être traité pour améliorer des détails dans l'image grâce à des filtres de traitement ou encore réaliser des zooms électroniques.

3.1.3 Accès à l'information

Tout comme il paraît évident de pouvoir consulter un fichier sur un ordinateur, l'image numérique permet la constitution de fichiers ou banques de données d'images qui sont consultables immédiatement sur des critères multiples, tels que la date, l'heure, le numéro de caméra, ou encore un type d'événement. Grâce à l'accès direct sur disque, l'information recherchée est obtenue immédiatement, alors qu'elle demande plusieurs minutes sur une bande vidéo.

3.2 Numérisation

Une image est caractérisée par sa *définition*, le nombre de pixels qui constituent une image, c'est-à-dire sa dimension (nombre de colonnes de l'image multiplié par nombre de lignes).

Rappelons qu'une image au standard VGA de 640 pixels en largeur et 480 en hauteur est notée 640×480 dans les notices techniques et commerciales.

Il a été vu précédemment que le signal vidéo est une grandeur électrique (analogique) qui varie entre 0 et 1 V. La numérisation du signal consiste à transformer chacun des points qui constituent ce signal en valeur numérique codée sous forme binaire.

Nous venons de voir qu'une image numérique est constituée de bits qui peuvent être codés sur 8 bits soit 256 nuances de gris pour une image noir et blanc. Si l'image couleur est représentée avec ses trois composantes RGB chacune codée sur 8 bits, soit un total de 24 bits nous obtiendrons : 2^{24} soit plus de 16 millions de couleurs. L'échantillonnage et le codage sont les bases de la numérisation du signal.

3.2.1 Échantillonnage

Chaque ligne vidéo est découpée en petits morceaux qu'on appelle échantillons. En général, on découpe la ligne vidéo en 256 ou 512 échantillons.

On peut cependant choisir à volonté le nombre d'échantillons en fonction de la définition horizontale désirée (figure 3.1).

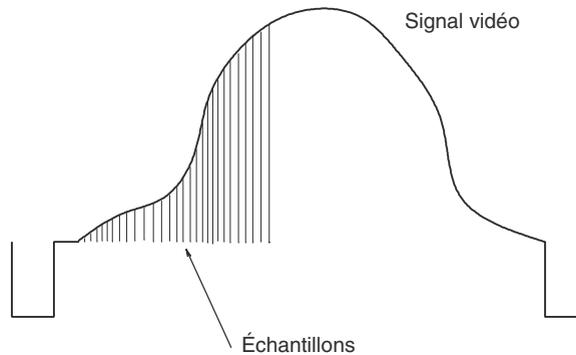


Figure 3.1 – Échantillonnage du signal.

Le théorème de Shannon affirme que la fréquence minimale d'échantillonnage d'un signal doit être au moins le double de la fréquence maximale du signal à échantillonner.

La fréquence d'échantillonnage est la fréquence à laquelle le convertisseur analogique/numérique découpe la ligne vidéo en échantillons. Si on souhaite plus d'échantillons par seconde (meilleure définition horizontale) on peut aussi choisir une fréquence d'échantillonnage plus élevée.

3.2.2 Codage

Chaque échantillon va être traduit en une valeur codée sur 6 ou 8 bits correspondant à la valeur du signal électrique du point. Chaque bit est représenté à l'état 1 ou 0.

■ Rappel : le bit

En informatique le bit représente une donnée fondamentale et vient de la contraction anglaise *binary digit*. On utilise le codage binaire (en base 2) qui ne connaît que deux valeurs 0 et 1.

Avec 1 bit il est possible d'obtenir deux états soit : 1 et 0.

Avec 2 bits il est possible d'obtenir 4 états soit : 00 – 01 – 11 – 10.

Avec n bits il est possible d'obtenir 2^n états.

■ Poids des bits

Dans un nombre binaire, la valeur d'un bit est appelée *poids* et dépend de la position du bit en partant de la droite comme l'illustre le tableau 3.1.

Tableau 3.1 – Poids des bits.

2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1 024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

L'octet (en anglais *byte*) correspond à 8 bits. Ses multiples sont :

- 1 Ko = 1 024 octets,
- 1 Mo = 10^6 octets,
- 1 Go = 10^9 octets,
- 1 To = 10^{12} octets,

3.2.3 Standard CCIR 601

La procédure de numérisation du signal nécessite que celui-ci soit échantillonné et converti sous forme numérique. Le choix de la fréquence d'échantillonnage ainsi que la résolution sont étroitement corrélés avec la qualité du signal numérique final. Le standard CCIR 601 décrit le principe qui consiste à échantillonner et coder les signaux de luminance (Y) et de chrominance (Cr et Cb) sur 8 bits. La fréquence d'échantillonnage est obtenue de telle sorte que l'image obtenue soit aussi fidèle que possible à l'image initiale.

■ Cas du NTSC

Les lignes de la luminance d'une trame sont traitées jusqu'à 858 échantillons par ligne afin de produire une image de 525 lignes, sachant que la zone active d'une trame numérisée comporte 720×486 pixels.

■ Cas du PAL/SECAM

Les lignes de la luminance d'une trame sont traitées jusqu'à 864 échantillons par ligne afin de produire une image de 625 lignes, sachant que la zone active d'une trame numérisée comporte 720×576 pixels.

Les signaux de chrominance sont échantillonnés à des débits plus faibles dans le standard CCIR 601. La résolution verticale reste la même (486 ou 576) mais la résolution horizontale est réduite de moitié. Ceci signifie que seuls les nombres impairs des pixels de luminance à chaque ligne ont des pixels de chrominance qui leur sont associés. Cette structure d'échantillonnage est décrite comme un système à composant 4:2:2.

Le débit d'un signal numérique correspondant au standard CCIR 601 est de 216 Mbit/s.

NTSC :

$$(30 \text{ images par seconde}) \times 8 \text{ bits/échantillon} \times ((858 \times 525) \text{ échantillons de luminance} + (429 \times 525 \times 2) \text{ échantillons de chrominance}) = 216 \text{ Mbit/s}$$

PAL ou SECAM :

$$(25 \text{ images par seconde}) \times 8 \text{ bits/échantillon} \times ((864 \times 625) \text{ échantillons de luminance} + (432 \times 625 \times 2) \text{ échantillons de chrominance}) = 216 \text{ Mbit/s}$$

Nous venons de voir qu'un signal vidéo analogique converti en un signal numérique a un débit de 200 Mbit/s. Ce débit est trop important pour être traité par la plupart des processeurs et réseaux actuels. La solution consiste donc à comprimer l'information vidéo numérique afin de permettre le stockage et la transmission sous une forme comprimée.

Des algorithmes de compression ont été développés à un niveau international pour les différentes applications qui ont été testées et normalisées par diverses organisations. Les différentes méthodes ne sont dans une certaine mesure que des alternatives, parce qu'elles ont été développées dans des buts différents et sont donc adaptées à des applications spécifiques. En général, la liste des méthodes de compression vidéo standard disponible couvre pratiquement toutes les applications.

Pour cette raison la méthode utilisée pour les technologies de sécurité doit également être basée sur les standards internationaux, sauf pour des applications spécifiques. Certains de ces algorithmes de compression permettent un degré de variation à l'intérieur de ce standard, offrant une adaptation optimale aux besoins des technologies de sécurité. Les méthodes de compression vidéo les plus courantes utilisent la similarité statistique des pixels adjacents. L'image est habituellement convertie dans un espace fréquence bloc par bloc en utilisant la DCT (*Discrete Cosine Transformation*). Les propriétés psychovisuelles de la vision humaine sont également utilisées. En codage vidéo, il est également possible d'utiliser la similitude des images voisines, c'est-à-dire que les objets montrés sont normalement statiques ou en mouvement d'une façon plus ou moins constante. Si la différence entre les images est calculée avec une estimation du mouvement, il est uniquement nécessaire de transférer les changements d'une trame à l'autre.

Les caméras vidéo utilisées en sécurité ont 512×576 pixels actifs avec une résolution de base et normalement 752×582 pixels actifs avec une plus haute résolution.

Selon le CCIR 601, 720×576 pixels sont numérisés avec des informations sur la couleur YUV 4:2:2. Cette qualité est équivalente à la qualité S-VHS avec une largeur de bande analogique approximativement de 6 à 7 MHz.

La qualité VHS étant suffisante pour de nombreuses applications, le format d'image standard CIF (*Common Intermediate Format*) est défini avec :

- 352×288 pixels pour le signal de luminance Y ;
- 176×144 pixels pour les signaux de chrominance U et V.

L'utilisation de la résolution CIF réduit considérablement le volume de données tout en fournissant une qualité d'image adéquate.

3.3 Compression des images vidéo

Les volumes de données générées sont considérables ce qui induit des problèmes de stockage et de transport. Sachant que l'on ne peut pas diffuser cette quantité d'information, un artifice a été trouvé, il s'agit de compresser dans un format standard.

REMARQUE

Prenons l'exemple d'une image au standard VGA (640 × 480 en 256 couleurs).

Un codage sur 8 bits (1 octet) de chaque pixel de l'image donne une gamme de 256 couleurs (ou 256 niveaux de gris dans le cas d'une image en noir et blanc). Il faudra donc :

$$640 \times 480 = 307\,200 \text{ octets}$$

1 Ko = 1 024 octets donc $307\,200 / 1\,024 = 300$ Ko pour stocker une telle image.

Avec 25 images (soit une seconde de vidéo), nous obtenons un poids de 7,5 Mo.

Nous constatons par cet exemple qu'il est impossible de transmettre en temps réel la vidéo de plusieurs caméras sans passer par une technique de compression.

Devant ce besoin croissant de données qui est étroitement lié aux avancées technologiques, différents compresseurs ont vu le jour. L'objectif n'est pas de décrire les types de compression mais d'apporter quelques informations sur leur principe de fonctionnement et surtout de décoder les informations que nous retrouvons sur les documents techniques.

La qualité d'une image numérique peut être définie par trois critères : le contraste, la netteté, la définition ; elle est également caractérisée par un gamma, par des densités minimales et maximales et enfin par son format.

Nous avons vu que chaque image est constituée de pixels qui sont le plus petit élément composant une image numérique. Un défaut souvent visible est le phénomène de pixellisation (*aliasing*) qui est mis en évidence par un zoom sur l'image, lequel augmente la taille des pixels jusqu'à les rendre visibles.

Nous pouvons affirmer qu'à une densité de pixels donnée correspondra un format d'images maximum, par exemple 640 × 480 pour le VGA.

Les termes souvent employés sont les dpi (*dot per inch*) ou ppp (points par pouce)

$$\text{densité} = \text{nombre de pixels (V)} \times \text{nombre de pixels (H)}$$

Les sections suivantes fournissent une vision générale des méthodes actuellement disponibles pour la numérisation et la compression des données et détaillent les avantages et les inconvénients de leur utilisation dans les systèmes CCTV.

3.3.1 Principes de la compression vidéo

Toutes les normes de compression vidéo répondent à quelques principes de base. Le signal vidéo lorsqu'il est analogique est converti en paquets de données numériques qui seront plus faciles à transporter sur un réseau. Un des atouts majeurs du format numérique est notamment la non-dégradation du signal.

Le principe fondamental de la compression vidéo est de réduire autant que possible les redondances d'informations dans les données, sans entraîner de défauts trop perceptibles pour l'œil humain. Toute la difficulté est là, dans le dosage entre un taux de compression qui s'améliore en même temps que la qualité d'image devient médiocre.

Une séquence d'images vidéo contient une certaine quantité de redondance spatiale. Il est possible de représenter ou d'encoder cette information sous une forme plus compacte qui élimine cette redondance.

Une séquence vidéo en mouvement contient une redondance temporelle (les trames successives sont habituellement très semblables). Il est donc possible de compresser efficacement en n'envoyant seulement que la partie de l'image qui a varié par rapport à l'image précédemment envoyée. Généralement, le changement entre images est dû aux mouvements dans un décor qui peut être considéré comme en mouvement linéaire simple. En prédisant les mouvements de certaines régions par rapport aux images précédemment envoyées et en ne transmettant que les parties qui ont varié dans les images et non leur intégralité, la quantité d'information vidéo transmise est considérablement diminuée.

Enfin, il ne faut pas oublier qu'une séquence vidéo ne se compose pas seulement d'images, mais aussi de son. Il y a donc deux flux à gérer : le flux vidéo et le flux sonore. Les normes de compression vidéo comme MPEG ont donc trois parties : une partie vidéo, une partie audio, et une partie système qui gère l'intégration des deux premières. Les codeurs/décodeurs vidéo et audio travaillant indépendamment l'un de l'autre, la partie système est là pour résoudre les problèmes de multiplexage et démultiplexage.

Deux grandes méthodes de compression existent : la compression sans perte et la compression avec perte, dites aussi réversible et irréversible.

Pour la compression sans perte, les données décodées à l'arrivée par le récepteur sont strictement identiques aux données codées au départ par l'émetteur. Ce type de compression, permettant au mieux un taux de compression 2:1, est nettement insuffisant pour la compression de la vidéo.

Pour la compression avec perte, les données sont différentes à la sortie du décodeur par rapport à l'entrée du codeur. C'est ce type de compression qui est utilisé en vidéo, car on peut accepter des pertes d'information qui ne sont pas toujours visibles à l'œil et qui se traduisent par de nets gains de compression. En compression avec perte, on peut atteindre des taux de compression allant jusqu'à 300:1.

Dans une séquence vidéo, il existe deux sortes de redondance : la redondance spatiale et la redondance temporelle (figure 3.2).

La redondance spatiale est celle dans chaque image prise indépendamment des autres. On peut diminuer cette redondance en codant chaque image séparément en JPEG.

On peut aller plus loin en constatant que deux images qui se suivent dans une séquence vidéo sont quasiment identiques : c'est la redondance temporelle. Le but est alors de stocker que ce qui est modifié lors du passage d'une image à une autre. Les images ainsi compressées sont de deux types :

- les images I (intracodées),
- les images P (prédictives).

Les images I sont des images complètes codées en JPEG, on les appelle aussi images clés. Les images P, par contre, ne contiennent que les pixels modifiés par rapport à l'image précédente, qui peut être elle-même une image I ou une image P.

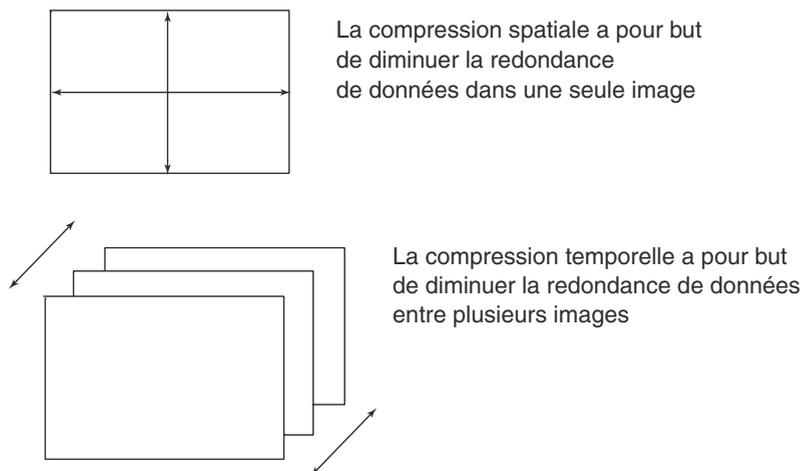


Figure 3.2 – Redondance spatiale et temporelle.

AUTRE MÉTHODE

L'artifice consiste à jouer sur la taille de l'image. Ainsi, une image de dimension 320×240 ne compte qu'un quart des pixels composant une image de dimension 640×480 . Une séquence vidéo comprenant 12 images par seconde occupera un espace moindre qu'une séquence de 25 images par seconde.

3.3.2 Différents systèmes de compression vidéo

■ JPEG

À la fin des années 1980, le groupe JPEG (Joint Photographic Expert Group) se forme pour répondre à un besoin croissant de transmission d'images, d'archives et ce dans tous les domaines d'activité.

Nous trouvons le JPEG dans les secteurs de l'informatique, de la communication, etc. Il utilise un codage de transformation, dont les principes sont rappelés ci-dessous.

□ L'image numérique

L'objet de ce paragraphe est de décrire les images numérisées, l'image est composée de petits points appelés pixels (*picture element*) et chaque pixel est défini par ses abscisses et ordonnées.

Une image noir et blanc ne possède que deux informations et chaque pixel se décrit par une seule valeur (bit). 8 bits suffiront à coder un pixel d'une image noir et blanc.

Une image couleur est la composition de trois images RVB.

Une image couleur sera colorée par des informations de chrominance et de luminance soit 8 bits. Exemple : pour le standard YIQ, 24 bits seront nécessaires au codage d'un pixel d'une image couleur.

Une image au standard YIQ serait composée des :

- informations de la luminance soit Y : 720 points/ligne, 576 lignes ;

– informations de chrominance soit I et Q : 360 points par ligne (notre acuité visuelle et de moitié dans I et Q par rapport à celle que l'on a dans Y) ; 576 lignes.

Le nombre de bits pour une image par seconde = $720 \times 576 \times 8 + 2 \times 360 \times 576 \times 8 = 6,63$ Mbit, ce poids d'image ne peut pas être transmis dans ces conditions. Cependant un artifice a permis de transmettre les images sans trop de dégradation ; la compression.

Les principaux paramètres utilisés pour la description d'un fichier image sont les suivants :

- dimension de l'image (définie par le nombre de pixels par ligne et le nombre de lignes),
- méthode de rangement des pixels,
- méthode de rangement des bits d'un pixel,
- algorithme de compression,
- nombre de bits par pixel,
- structure d'un pixel, codage de la couleur.

□ Compression d'une image numérique

Il existe deux types de technique de compression : la compression sans perte et la compression avec perte.

La compression est réalisée en réduisant toutes les formes possibles de redondance qu'une image peut présenter :

- redondance spatiale : tous les pixels sont identiques à l'intérieur d'une plage de l'image uniforme ;
- redondance statistique : certaines données se répètent beaucoup plus souvent que d'autres ;
- redondance subjective : permise grâce à une imperfection de l'œil humain, des pixels dont les caractéristiques sont proches pouvant être confondus sans nuire à la qualité de l'image.

■ M-JPEG (Motion JPEG)

Il s'agit d'une extension du JPEG qui permet de traiter des séquences d'images. En réalité, il se contente de considérer une séquence vidéo comme une succession d'images fixes, chacune d'elles étant compressées séparément en utilisant le standard JPEG.

Une séquence vidéo consiste en de nombreuses trames individuelles. Avec des applications répétées de la méthode JPEG décrite ci dessus aux trames d'une séquence vidéo, il est possible de réduire le volume de données des signaux de caméra. Cette méthode est appelée Motion JPEG (M-JPEG). Ce n'est donc pas une méthode nouvelle et distincte. Parce que la relation entre les trames individuelles n'est pas prise en compte pour le M-JPEG, cette méthode n'a qu'un taux de rendement relativement bas comparé au H.320/H.261 (voir § 3.3.3) ou aux méthodes MPEG décrites ci-dessous. Cependant, l'usage de M-JPEG est très étendu en sécurité, spécialement pour archiver les séquences vidéo grâce à l'accès facile aux trames individuelles et au coût relativement bas du matériel requis. Le seul problème est que la méthode M-JPEG n'est pas un standard international et le JPEG n'inclut

pas une transmission standard. Les mises en œuvre des différents fabricants sont donc incompatibles. Une variante, la différence entre les images consécutives, est également souvent codée avec la méthode JPEG afin d'atteindre une réduction supplémentaire dans le volume des données. Cette méthode de trame différentielle n'est pas non plus un standard, ce qui signifie que le décodeur du fabricant est requis pour le décodage.

■ MPEG

Le MPEG (Motion Picture Experts Group) est un standard développé par un groupe expert de l'ISO en 1987. Il a été développé à l'origine comme MPEG-1 pour le stockage de vidéo sur cédérom et avait pour but de fournir une qualité comparable au VHS. MPEG-1 définit une image au format CIF avec 352×288 pixels et une rapidité de transfert de données de 1,5 Mbit/s.

Le MPEG fait référence à une famille standard de compression de fichiers de données audio et vidéo permettant de les transformer sous un format de moindre importance sans dégradation perceptible des informations originelles, cette famille est présentée ci-après.

□ MPEG-1

La norme MPEG-1 définit un ensemble d'étapes de codage qui permettent de transformer un signal vidéo numérisé dans un format normalisé en un train binaire destiné à être stocké sur un support (un cédérom dans la majeure partie des cas).

Un « film » MPEG est une séquence de trois sortes d'image :

- les images I (intracodées) sont des images clés, codées individuellement et sans référence à d'autres images. Elles servent de référence à la reconstitution d'une séquence d'images ;
- les images P (prédictives) sont codées par rapport à l'image I ou l'image précédente P. Il est impossible de les reconstruire sans les données d'autres images (I ou P) ;
- les images B (bidirectionnelles) sont codées soit avec comme référence une image I et une image P soit avec deux images P ; les images P et B sont référencées en tant qu'images intercodées parce qu'elles sont codées en corrélation avec les images I et P.

L'algorithme de codage définit une structure hiérarchique (figure 3.3).

La norme MPEG-1 atteignait un taux de compression de 26:1 qui convenait pour des débits d'environ 1,5 Mbit/s pour le stockage de vidéos sur cédérom au format CD-I ou CD-vidéo :

- 352×240 (pour le PAL) (qualité magnétoscope),
- 353×288 (pour le NTSC).

□ MPEG-2

La norme MPEG-2 est une amélioration de MPEG-1 pouvant atteindre des débits de 10 Mbit/s. Elle permet un taux de compression élevé en n'enregistrant que les modifications survenues d'une image à une autre, plutôt que l'ensemble de chaque

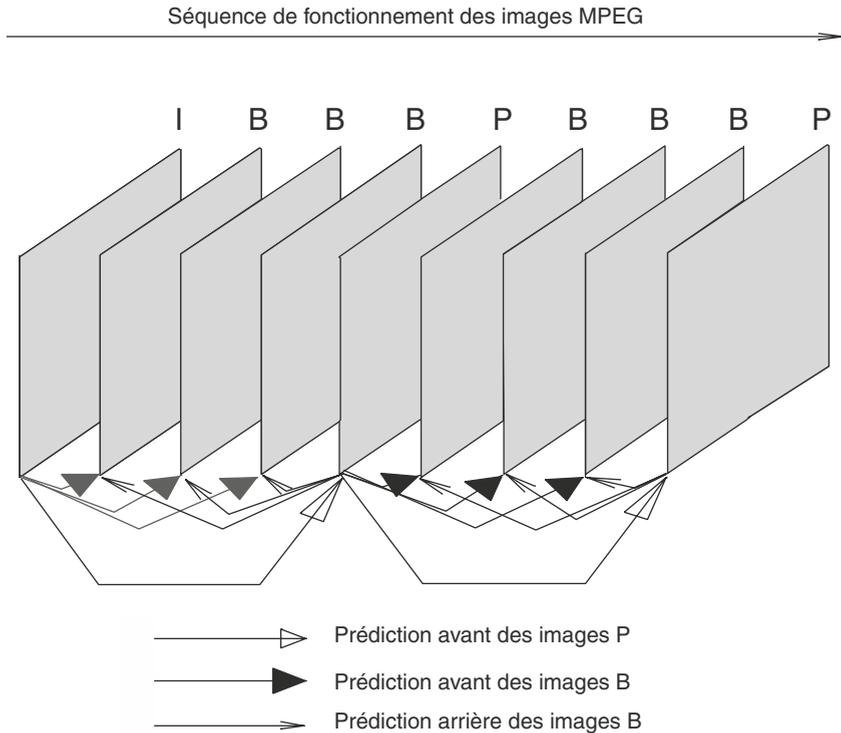


Figure 3.3 – Séquence d'une image MPEG.

image. Cependant elle entraîne une légère perte de données lors de la compression mais les informations perdues sont imperceptibles.

La résolution pour ce format est définie :

- 352×576 ,
- 720×576 .

Le standard MPEG-4 est une norme offrant une bonne résolution d'images tout en minimisant la bande passante. L'objectif de MPEG-4 est de permettre l'intégration d'applications qui ne sont pas entièrement supportées par les standards existants incluant des services audiovisuels qui requièrent des communications mobiles, l'interactivité, et l'intégration avec d'autres données multimédias.

□ Prédiction d'une image

Supposons une image I représentant un objet dans une scène ayant un fond blanc ; l'image suivante montre le même objet mais à une autre position. La prédiction procède au travers de calculs (vecteur de déplacement). Comment l'objet se déplace d'une image I pour obtenir l'objet dans l'image P ?

Le vecteur de déplacement n'est pas valide pour l'image entière. Pour permettre l'analyse sur l'ensemble de l'image, l'artifice est de diviser l'image en macro-blocs de 16×16 pixels. Chaque macro-bloc possède son vecteur de déplacement (figure 3.4).

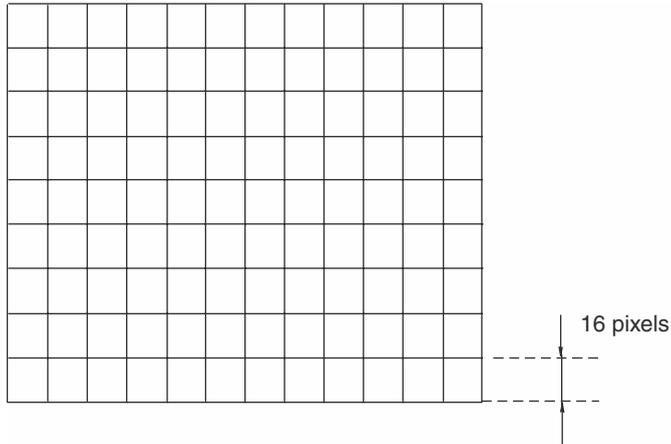


Figure 3.4 – Division de l'image en macro-blocs.

Chaque macro-bloc contient quatre blocs de luminance et de deux blocs de chrominance ; chaque bloc est composé de 64 valeurs (8×8) (figure 3.5).

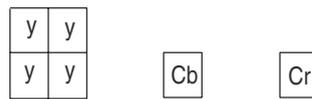


Figure 3.5 – Blocs luminance et chrominance.

Les blocs de luminance contiennent l'information de lumière de chaque pixel dans le macro-bloc.

Les blocs de chrominance contiennent l'information couleur ; en revanche comme il a été évoqué en début d'ouvrage, du fait des caractéristiques de l'œil humain, il n'est pas nécessaire de coder chaque pixel par une info couleur. De ce fait il suffit de deux informations couleur, un bloc représentant l'information rouge et un bloc représentant l'information bleue.

À ce stade du procédé, l'image n'a subi aucune compression. L'objectif était de ramener sous une forme plus appropriée les informations par bloc de 8×8 qui seront traitées par un procédé mathématique de traitement du signal.

■ H.264 ou MPEG-4 AVC

Cette nouvelle norme a été conjointement développée par l'ITU (International Telecommunications Union) et l'ISO (International Standards Organisation). Cette nouvelle version de MPEG-AVC offre une meilleure compression.

■ H.320/H.261

La recommandation H.320 a pour principal objectif les systèmes de vidéoconférence et les vidéophones et est optimisée pour la transmission *via* RNIS (réseau numérique à intégration de services). À 128 bits/s (deux canaux B RNIS), il est possible d'atteindre une bonne qualité d'image avec un très bon taux de rafraîchissement

d'image. Grâce à sa grande bande passante, de 64 à 1 920 bits/s, son utilisation est possible *via* pratiquement tous les autres moyens (LAN, WAN). En particulier, parce que le H.320 a été développé pour des communications vidéo à deux sens, entre les êtres humains, ce standard est utile pour les transmissions en temps réel pour la sécurité. Pour la communication entre humains, il est important que le délai ne dépasse pas un dixième de seconde, sinon la conversation naturelle est difficile. Cette orientation vers un court délai est utile en sécurité, par exemple, lorsque des actions sont initiées par une vidéosurveillance à distance ou si les caméras sont contrôlées à distance. Une caractéristique importante supplémentaire qui peut être mise en œuvre avec le H.320 en conformité avec le standard est l'influence de la qualité de l'image. L'utilisateur peut choisir entre une transmission avec optimisation de l'acuité ou avec optimisation du mouvement et mettre en place un compromis adéquat. H.261 transmet normalement des images en résolution CIF (352×288) comme mentionné précédemment mais peut également transmettre avec un quart de cette résolution, soit en QCIF (176×144). Dans l'annexe D du standard, un mode de haute résolution avec 704×576 pixels est également décrit. H.320 n'est pas limité au codage d'image, il normalise également tous les autres composants d'un système complet de transmission. Le grand avantage du H.320 est donc sa compatibilité avec les terminaux des différents constructeurs. Par exemple, un vidéophone RNIS d'un fabricant peut communiquer de façon audiovisuelle avec le système de vidéoconférence RNIS ou un émetteur vidéo RNIS d'un autre constructeur si les deux supportent le standard H.320. H.261 a été conçu pour des communications vidéo full duplex ISDN. Seules deux résolutions d'images sont supportées :

– CIF (*Common Intermediate Format*) :

Y (luminance) : 352×288 pixels
Cr et Cb : un échantillon pour 4 Y (on parle de 4:2:0)

– QCIF (*Quarter Common Intermediate Format*) :

Y (luminance) : 176×144 pixels
Cr et Cb : un échantillon pour 4 Y (on parle de 4:2:0)

■ H.263

H.263 est un développement supplémentaire dans la méthode H.261 et a été spécialement optimisé pour les bas débits de transfert de données, en dessous de 64 kbit/s à l'intérieur du standard H.324 par exemple pour des connexions *via* modem et lignes téléphoniques analogiques. H.320 envisage l'utilisation du H.263 comme une alternative au H.261 si les deux terminaux supportent ce standard. Spécialement pour la transmission sur le réseau de radio mobile GSM (9 600 bit/s) ou dans le réseau téléphonique analogique, l'utilisation du H.263 améliore la qualité de l'image et le taux de rafraîchissement de l'image. À des débits de données plus importants, la qualité est comparable au H.261.

■ Wavelets (ondelettes)

C'est une autre forme de compression permettant également de transformer d'importants fichiers de données audio et vidéo sous un format de moindre importance en

une multitude d'images de faible résolution favorisant un traitement optimisé des données à compresser. Dans la méthode du JPEG, l'image est d'abord divisée en bloc de taille 8×8 qui sont ensuite codés individuellement. Mais la méthode *wavelet* inclut également le filtrage de l'image entière dans le but de la diviser jusqu'à plusieurs niveaux de résolution. Lors d'une compression plus importante, les images codées en *wavelet* deviennent floues et les bords de l'image sont tâchés par le filtre (*overshoot* : dépassement) alors qu'avec le JPEG, les effets gênants de « blocage » arrivent à cause du codage indépendant des blocs d'images.

En pratique, les méthodes *wavelet* et JPEG ne montrent pas de grandes différences en ce qui concerne leur performance, malgré des déclarations marketing spécifiant le contraire. Le grand nombre de fonctions basées sur le *wavelet* qui sont utilisées est une entrave à la normalisation si bien qu'il n'y a aucune compatibilité entre les différents encodeurs et décodeurs. Par ailleurs le standard JP2000 utilise comme algorithme de compression le *wavelet*.

■ Compression d'image fractale

Comme le JPEG, il existe une méthode de compression sans perte, qui est basée sur la géométrie fractale. La base de cette méthode est une observation que des objets dans la nature montrent une « similarité propre » et obéissent à une géométrie fractale dans laquelle les structures élémentaires les plus ordinaires ressemblent à la structure globale, c'est-à-dire qu'elles se répètent. La tâche de coder est de trouver de telles similarités à l'intérieur d'images numériques et de décrire ces fractales et les répétitions de façon efficace. Cette méthode de compression est très lente à cause de l'analyse complexe et n'a pas été normalisée. Elle est rarement utilisée dans le domaine de la vidéosurveillance.

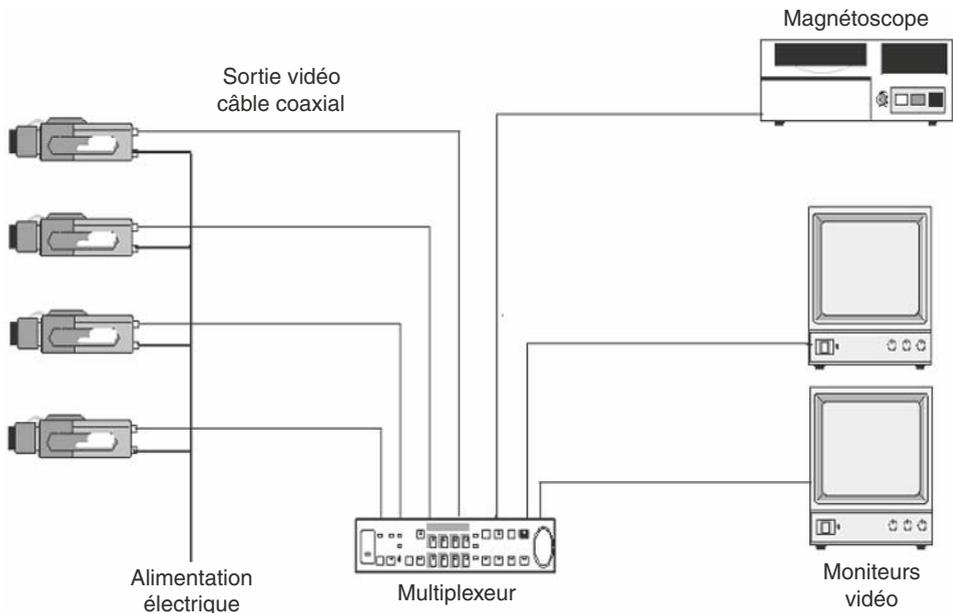
B

Environnement matériel

Une installation de vidéosurveillance comprendra toujours tout ou partie des équipements suivants :

- les caméras,
- les moniteurs,
- l'enregistrement analogique ou numérique,
- les équipements de gestion,
- l'interconnexion des différents équipements.

Supposons que l'on veuille surveiller les quatre coins d'un local commercial. L'architecture proposée à la figure suivante pourra répondre au besoin du responsable de ce point de vente. La fonctionnalité de ces équipements sera décrite dans les pages qui suivent.



Architecture d'une installation de surveillance.

Le multiplexeur et le magnétoscope peuvent être remplacés par un enregistreur numérique combinant les deux fonctions.

4 • LES MONITEURS ET LE SIGNAL VIDÉO

Le principe de la vidéo exploite une imperfection de l'œil appelée la *persistance rétinienne*. Nous savons que l'œil ne voit pas les mouvements rapides mais les extrapole au-dessous de 25 images par seconde. L'image est analysée comme un livre est lu de gauche à droite et de haut en bas en lignes.

Pour réaliser une image, il faut coder ces informations de saut de ligne et d'image par des tops synchro ligne et top synchro trame. Ces signaux seront des créneaux négatifs de $4,7 \mu\text{s}$ pour les lignes et $200 \mu\text{s}$ pour les trames qui permettent de superposer précisément les lignes. L'information de synchronisation est prise à 50 % du front avant, c'est-à-dire descendant.

4.1 Standards de la télévision

Il existe plusieurs standards analogiques de télévision à savoir :

- PAL (*Phase Alternating Line*),
- SECAM (séquentiel couleur à mémoire),
- NTSC (National Television System Committee).

Deux grandes familles coexistent en Europe, les systèmes PAL et SECAM.

Les systèmes utilisent un balayage à 625 lignes (seulement 576 affichées) avec un rapport vertical sur horizontal de $4/3$ et 25 trames par secondes.

Aux États-Unis et au Japon, le système adopté est le NTSC, avec seulement 525 lignes (483 lignes affichées) mais 30 trames par seconde.

Les systèmes de vidéosurveillance utilisent deux standards vidéo à ce jour :

- le standard CCIR pour l'Europe : 625 lignes,
- le standard EIA pour les États-Unis et au Japon : 525 lignes.

4.1.1 Caractéristiques des signaux horizontaux et verticaux

Le tableau 4.1 indique les différences entre les systèmes NTSC et PAL.

Tableau 4.1 – Caractéristiques des signaux NTSC et PAL.

	NTSC	PAL
Fréquence image	30 i/s	25 i/s
Durée de chaque image	1/30 s	1/25 s
Nombre de trames par image	2	2
Fréquence trame	60/s	50/s
Durée de chaque trame	1/60 s	1/50 s
Nombre de lignes par image	525	625
Nombre de lignes par trame	262,50	312,50
Nombre de lignes par seconde	$525 \times 30 = 15\,750$	$625 \times 25 = 15\,625$
Durée de chaque ligne	$1/15\,750\text{ s} = 63,5\ \mu\text{s}$	$1/15\,625\text{ s} = 64\ \mu\text{s}$

4.1.2 Suppression horizontale et verticale

En télévision, le temps de retour d'une ligne est le temps mis lorsqu'elle arrive à la fin de la ligne pour recommencer une nouvelle ligne. Aucune information n'est transmise durant le retour ligne ; la méthode employée est que l'on ramène le signal au niveau du noir. Ce retour doit être très rapide évitant une perte pour la transmission d'information image. Le temps utile pour le retour du signal horizontal est de 16 % pour chaque ligne horizontale ; le temps utile pour le retour du signal est de 8 % pour chaque ligne verticale (tableau 4.2).

Tableau 4.2 – Autres caractéristiques des signaux NTSC et PAL.

	NTSC	PAL
Durée d'une trame	1/60 s	1/50 s
Retour vertical	$1/60 \times 0,08 = 1\,333\ \mu\text{s}$	$1/50 \times 0,08 = 1\,600\ \mu\text{s}$
Lignes perdues dues au retour vertical	$1\,333/63,5 = 21$ lignes	$1\,600/64 = 25$ lignes
Durée d'une ligne	63,5 μs	64 μs
Retour horizontal	$3,5 \times 0,16 = 10,2\ \mu\text{s}$	$64 \times 0,16 = 10,25\ \mu\text{s}$
Temps du signal visible	53,3 μs	53,75 μs

Le standard utilisé en Europe est le 625 lignes, que nous aborderons tout au long de cet ouvrage. La figure 4.1 représente le nombre de lignes utiles à la composition d'une image.

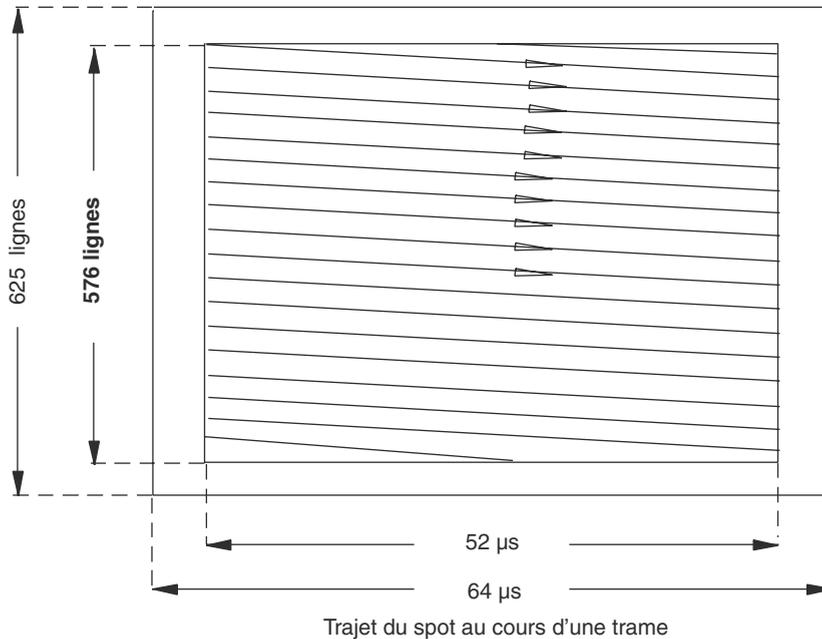


Figure 4.1 – Caractéristiques des lignes d'un téléviseur.

Les lignes sont « décomposées » en points ou pixels, ce qui donne la résolution horizontale, sachant que les écrans ont un format $4/3$ soit pour un écran de 625 lignes : $625 \times 4/3 = 830$ points par lignes ou pixels. La luminosité de chaque point théorique analysé est traduite en amplitude électrique :

- le noir sera représenté par un 0 V,
- le blanc sera représenté par 0,7 V.

Une image est constituée de plusieurs lignes (625 lignes) ; le signal vidéo est un signal électrique traduisant ligne par ligne les variations de luminosité d'une image en variation de tension proportionnelle. Le signal vidéo se compose d'une partie dite utile, contenant les informations visibles de l'image et d'une partie dite de suppression renfermant les données auxiliaires (top synchro, etc.).

4.1.3 Formats d'images

L'affichage des images se fait selon plusieurs formats répertoriés dans le tableau 4.3.

Nous trouvons les standards VGA (*Video Graphics Array*) dont les caractéristiques sont :

- VGA : 640×480 ,
- QVGA (*Quarter Video Graphics Array*) : 320×160 .

Le format CIF (*Common Image Format*) est un format d'image numérique d'une résolution de 352 pixels de large sur 288 pixels de haut (tableau 4.3).

Tableau 4.3 – Format d'images.

Format	Vertical (en pixels)	Horizontal (en pixels)	Aspect (ratio)	Équivalent (en lignes TV)	Largeur (en cm)	Hauteur (en cm)
Image QCIF	176	144	1,22	75,6	5,8	5,1
Image CIF	352	288	1,22	151,2	11,7	10,1
Image 4 CIF	704	576	1,22	302,4	23,4	23,4
Image 16 CIF	1 408	1 152	1,22	604,8	Plein écran	Plein écran
Images MPEG1	320	240	1,33	126	10,6	8,4
Image MPEG2	720	576	1,25	302	23,91	20,3
Image MPEG4	720	576	1,25	302	23,91	20,3
Image HDTV	1 440	1 280	1,13	672	Plein écran	Plein écran

Une caractéristique apparaissant sur les notices techniques (*data sheet*) est le Full D1 et ses dérivés représentés dans le tableau 4.4.

Tableau 4.4 – Full D1.

	PAL	NTSC
D1	720 × 576	720 × 480
2/3 D1	480 × 576	480 × 480
Half D1	352 × 576	352 × 480
CIF	352 × 288	352 × 240

4.2 Restitution du signal vidéo

Nous avons vu précédemment que le signal était constitué de 25 images de 625 lignes chacune.

Une image est composée de deux trames entrelacées, la trame paire et la trame impaire. Chaque trame est constituée de 312,5 lignes vidéo.

Afin de repérer chaque ligne et trame, le signal vidéo est composé de signaux de synchronisation de lignes et trames. Un signal fournissant l'information lumineuse de chaque point d'image complète les signaux de synchronisation (figure 4.2).

Les signaux de synchronisation ont une valeur de 0,3 V.

Le signal de luminance est compris entre 0,3 et 1 V selon que le point représente une surface noire ou blanche (figure 4.3).

L'observation du schéma de principe d'une image vidéo montre que seulement 575 lignes sont utilisées pour véhiculer l'information image. Les autres lignes sont utilisées pour les informations de pré- et postsynchronisation de trame. En effet, le balayage lignes est permanent et durant les temps de synchro de trame, on interrompt toute information d'image.

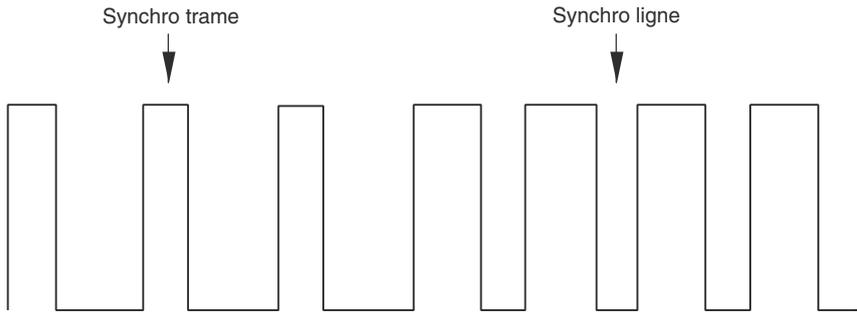


Figure 4.2 – Signaux de synchronisation lignes et trames.

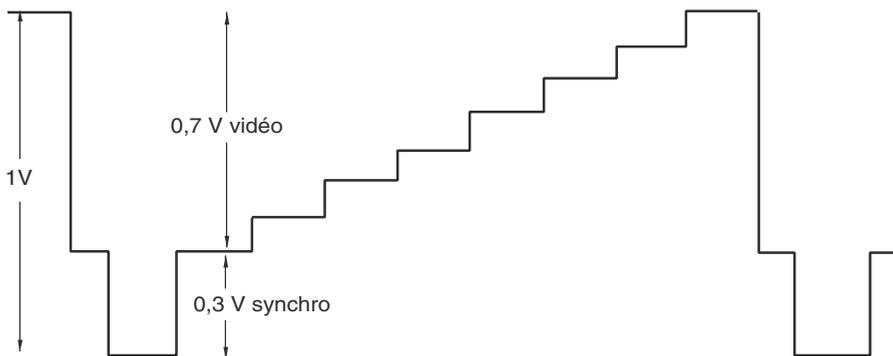


Figure 4.3 – Signal vidéo composite.

REMARQUE

Il arrive fréquemment que l'unité de mesure vidéo de 1 V ci-dessus, soit divisée en 140 unités IRE. Ceci a été fait pour rendre plus efficace la communication de niveaux de luminance.

4.2.1 Composition du signal vidéo

■ Signal PAL vidéo composite

Afin de faciliter la communication technique vidéo, l'IRE (Institute of Radio Engineers) a créé un modèle permettant de décrire le signal vidéo composite. Ce modèle consiste à subdiviser un signal vidéo de 1 V crête à crête en 140 unités IRE.

L'amplitude du signal vidéo part du 0 V ou niveau du noir (*blanking*) jusqu'au signal crête ou niveau du blanc d'une valeur de 0,71 V ou 100 unités IRE. Le signal de

synchronisation s'étend du noir 0 V (*blanking*) jusqu'à 0,28 V ou 40 unités IRE (figure 4.4).

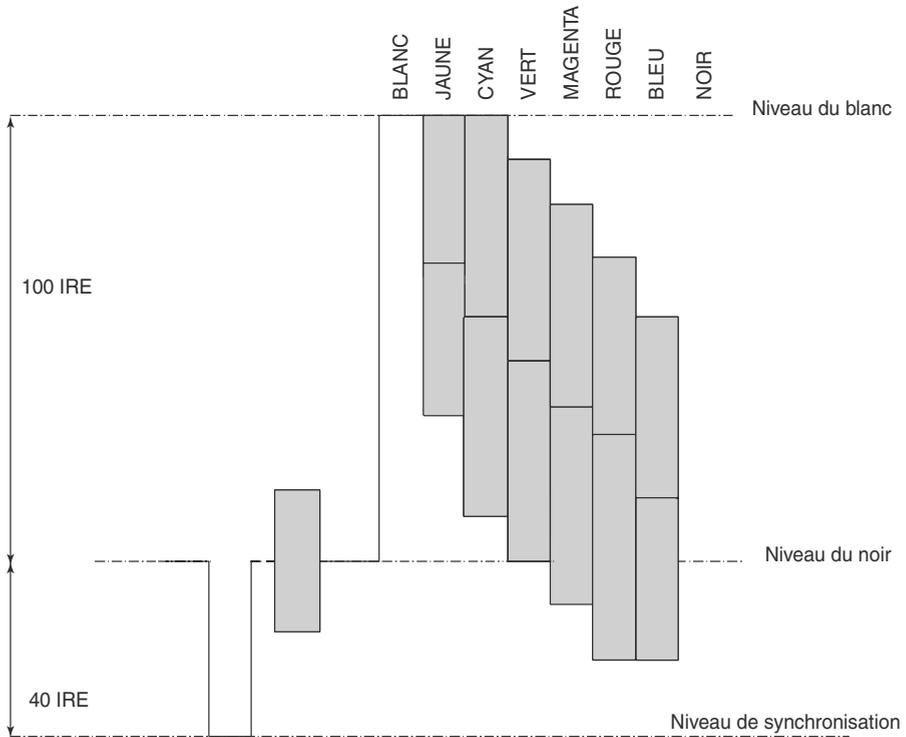


Figure 4.4 – Signal vidéo composite et barres de couleur.

■ Spectre du signal vidéo composite

La figure 4.5 illustre l'insertion du spectre de la chrominance dans le spectre de la luminance. Cette méthode a permis d'inclure la chrominance dans la bande passante du signal de luminance pour n'obtenir qu'un signal dit *vidéo composite*. Ce procédé permet d'acheminer sur un seul câble le signal vidéo composite qui sera traité par

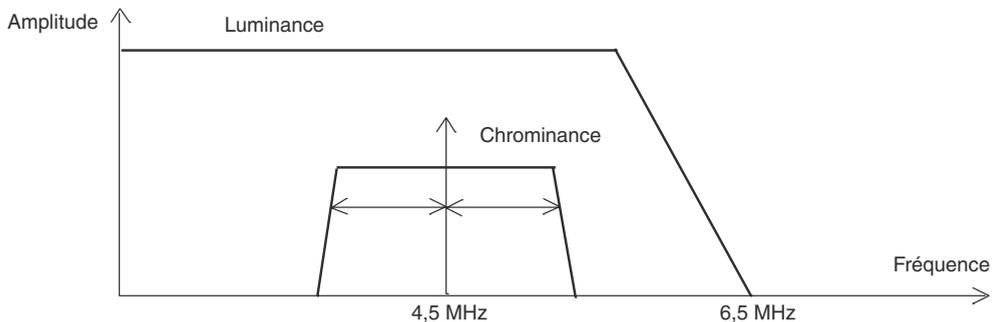


Figure 4.5 – Spectre du signal vidéo composite.

les équipements spécifiques afin de traiter les signaux de luminance et de chrominance, partie qui sort du cadre de cet ouvrage.

REMARQUE

Le signal vidéo composite comprend toutes les informations de luminance, chrominance ainsi que les signaux de synchronisation.

La bande passante correspondra à la capacité de distinguer une suite de points noirs et blancs successifs les plus rapprochés possible (soit $830/2 \times 625 \times 25 = 6,5$ MHz).

4.2.2 Images entrelacées ou progressives

■ Images entrelacées

Le standard 625 lignes est en fait un compromis entre la définition et l'encombrement. L'image étant scrutée en $1/50$ de seconde, un papillotement est visible, cet effet étant assez pénible aux yeux et pour la vue. Il est actuellement presque éliminé par un artifice technique ; l'entrelacement qui consiste à scruter en deux trames une image, d'abord les lignes impaires et ensuite les lignes paires. Ce qui double la fréquence de balayage trame et la porte donc à $1/25$ de seconde sans en augmenter l'encombrement spectral. Comme les deux trames sont décalées horizontalement d'une demi-ligne, on retrouve donc deux trames de 312,5 lignes (figure 4.6).

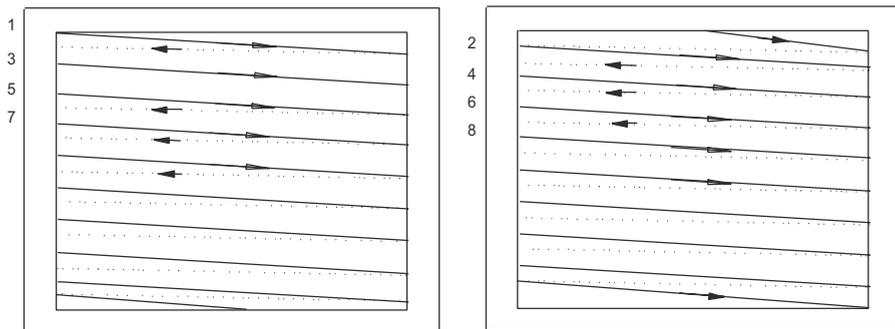


Figure 4.6 – Trajet du spot des deux trames.

■ Résolution d'écran

L'ère du tout-numérique a permis à la vidéosurveillance de pénétrer dans tous les secteurs d'activité. Cette arrivée a entraîné l'utilisation d'une pléthore de termes liés à cette technologie. La percée du numérique en vidéosurveillance consiste à numériser les images. Cette opération nécessite d'utiliser un artifice qui consiste à compresser les images sans nuire à leur contenu.

REMARQUE

Les caméras et moniteurs utilisés en vidéosurveillance ont leur résolution exprimée en lignes horizontales TV :

- magnéscope VHS = 240 lignes TV,
- magnéscope SVHS = 400 lignes TV.

■ Images non entrelacées (ou progressives)

Chaque image générée est affichée en une seule fois sur l'écran. Ce procédé se retrouve sur la plupart des ordinateurs ou écrans acceptant le balayage progressif.

4.2.3 Qualité du signal vidéo

Le signal vidéo est un signal électrique dont la qualité est l'élément fondamental qui va permettre tout au long de la chaîne de traduire ligne par ligne les variations de luminosité (captées par la caméra) en variation de tension caractérisant une image, tout en contrôlant la cohérence et la qualité des différents ensembles que constitue le système vidéo.

Afin de rester dans une explication technique relativement simple, nous prendrons seulement en compte les caractéristiques suivantes qui nous paraissent les plus importantes pour définir la qualité du signal vidéo :

- dynamique du signal,
- niveau moyen du signal,
- rapport signal/bruit,
- bande passante du signal ou fréquence la plus élevée.

■ Dynamique et niveau du signal

La dynamique du signal paraît la caractéristique la plus importante puisque c'est elle qui va permettre de voir si on utilise la totalité de la plage de tension permise par la norme vidéo à savoir : le 0,7 V du signal entre le noir et le blanc. Il est bien évident que si la scène observée était totalement uniforme, le signal resterait uniforme. Dans ce cas, on ne pourrait juger la qualité qu'en appréciant le deuxième point qui est le niveau moyen.

Afin de mieux illustrer les deux premiers critères qualitatifs, donnons quelques exemples :

- le signal vidéo utilise toute la plage de tension entre le 0,3 V et le 1 V. Il n'y a pas de point de saturation, l'image vidéo restituée sera très stable ;
- la moyenne du signal vidéo faible et identique se traduit par un manque d'éclairage, ou de sensibilité de caméra, ou une atténuation trop importante du signal (longueur de câble, mauvaises charges, etc.) ;
- signal trop haut avec des zones de saturation dans lesquelles on perd l'information (objectif mal réglé, amplification trop importante du signal) ;
- signal issu d'une caméra en contre-jour. Il y a soit des parties très éclairées saturées, soit des parties dans le sombre.

■ Rapport signal/bruit

Ce rapport permet de mesurer la qualité électrique du signal. Tout signal électrique n'est jamais pur puisqu'il y a des signaux parasites aléatoires (le bruit) qui sont superposés au signal utile qui matérialise l'image vidéo. Si on transmet un signal vidéo très bruité sur un moniteur, l'observateur verra la matérialisation du bruit par de petits points blancs qui donnent du souffle voire une image neigeuse.

Tout système électronique dans lequel passe le signal vidéo engendre une source de bruit en fin de chaîne ; la chaîne d'acquisition jusqu'au moniteur est composée de circuits spécifiques venant minimiser ces effets qui risquent d'altérer la qualité

de l'image. Ce rapport est exprimé en décibels (dB) ; plus ce rapport est grand, meilleure est la qualité de transmission.

■ Bande passante

La bande passante du signal permet d'apprécier la définition horizontale permise par le signal vidéo.

Si le signal vidéo est composé de fréquences élevées, donc de variations très rapides du niveau du signal, ceci prouve qu'il est capable de véhiculer un nombre très important d'informations par seconde et donc par ligne vidéo.

Le temps entre deux lignes vidéo est de $64 \mu\text{s}$, mais la durée active pendant laquelle on véhicule une information image est de $52 \mu\text{s}$. Si on veut une définition de 400 informations effectives par ligne, la plus petite information image sera de $52 \mu\text{s}/400 = 0,13 \mu\text{s}$.

Une période du signal vidéo entre deux creux ou deux crêtes véhicule deux informations. On peut donc considérer qu'un signal vidéo de 400 points/ligne nécessite au moins une bande passante de 3,8 MHz.

Si on souhaite une définition de 500 points/ligne, on aura besoin d'une bande passante plus élevée de l'ordre de 4,8 MHz.

Le signal vidéo comporte une multitude d'informations telles que : les tops synchro pour le démarrage des images, la vidéo, la nature du signal couleur ou noir et blanc. La bande passante d'un signal vidéo composite sortant des caméras de vidéo-surveillance a une plage de 5 Hz à 6 MHz. Les hautes fréquences sont liées par la résolution des caméras que ce soit couleur ou noir et blanc.

Pour chaque résolution de 100 lignes, une bande passante de 1 MHz est requise, ce qui implique pour une caméra de 600 lignes qu'une bande passante de 6 MHz est nécessaire. Indépendamment de la résolution d'une caméra, le signal de chrominance est modulé à une fréquence de 4,43 MHz ce qui nécessite une bande de fréquence d'au moins 5 MHz.

4.2.4 Codage de la couleur

■ Espaces de couleur

Un espace de couleur est une représentation mathématique d'un ensemble de couleurs. Les trois modèles de couleur les plus courants sont :

- RVB : rouge, vert, bleu (utilisé en informatique),
- YIQ, YUV ou YCbCr (utilisé dans les systèmes vidéo),
- CYMK ou CMJN (utilisé en imprimerie).

Cependant, aucun de ces espaces de couleur ne peut donner les notions de teinte, saturation et intensité.

■ Codage RGB (RVB)

Dans ce type de codage, l'acheminement des signaux RVB (rouge, vert, bleu) se fait *via* trois liaisons indépendantes. L'inconvénient de ce procédé est que la bande passante nécessaire est beaucoup trop importante pour la diffusion et l'enregistrement. De ce fait nous ne la retrouvons pas dans le secteur de la vidéosurveillance (figure 4.7).

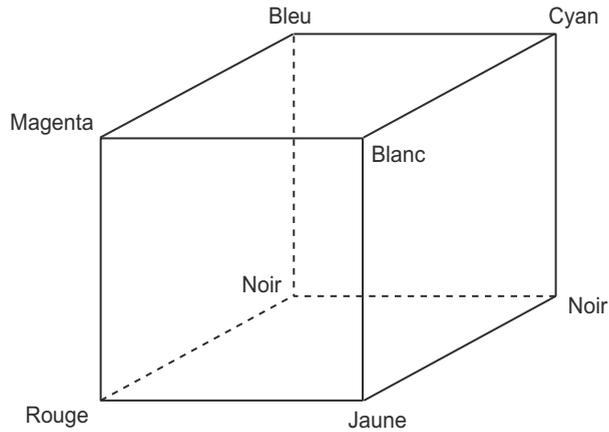


Figure 4.7 – Le cube des couleurs RGB.

■ Codage YUV

Le codage YUV (appelé aussi CCIR 601) est un modèle de représentation de la couleur dédié à la vidéo analogique. Il s'agit du format notamment utilisé dans les standards :

- PAL (*Phase Alternating Line*),
- NTSC (National Television System Committee),
- SECAM (séquentiel couleur à mémoire).

Le paramètre Y représente la luminance (c'est-à-dire l'information noir et blanc), tandis que U et V permettent de représenter la chrominance, c'est-à-dire l'information sur la couleur. Ce modèle a été mis au point afin de permettre la transmission des informations de couleur aux téléviseurs couleurs, tout en assurant que les téléviseurs noir et blanc existant continuent d'afficher une image de tons de gris. Voici les relations liant Y à R, G et B, U à R et à la luminance, et enfin V à B et à la luminance.

RGB >> YUV :

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B \\
 U &= -0,147 R - 0,289 G + 0,463 B = 0,492 (B - Y) \\
 V &= 0,615 R - 0,515 G - 0,1 B = 0,877 (B - Y)
 \end{aligned}$$

Aussi

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B \\
 U &= -0,147 R - 0,289 G + 0,436 B \\
 V &= 0,615 R - 0,515 G - 0,100 B
 \end{aligned}$$

YUV >> RGB :

$$\begin{aligned}
 R &= Y + 1,14 V \\
 G &= Y - 0,395 U - 0,581 V \\
 B &= Y + 2,032 V
 \end{aligned}$$

■ Codage YIQ

Le codage YIQ est un modèle de représentation de la couleur dédié à la vidéo analogique utilisé dans le standard NTSC. Y représente la luminance, I représente l'interpolation et Q représente la quadrature :

$$Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$$

$$I = 0,596 R - 0,275 G - 0,321 B$$

$$Q = 0,212 R - 0,523 G + 0,311 B$$

■ Codage YCbCr

Le codage YCbCr a été développé par l'ITU-R BT.601 lors de la mise au point d'un standard mondial de vidéo numérique. Le codage YCbCr dérive du codage YUV, la luminance est définie sur 8 bits avec une étendue [16-235], et les informations de couleur Cb et Cr sont définies sur une étendue [16-240].

4.2.5 Analyse détaillée du Codage YCbCr

Il existe plusieurs types de formats YCbCr tels que :

- format 4:4:4,
- format 4:2:2,
- format 4:1:1.

Ces types de formats sont souvent utilisés pour décrire la structure d'échantillonnage d'une image numérique.

Selon la recommandation du CCIR 601, la partie active d'une image est de 720 pixels par 576 lignes. Pour une image à 25 Hz sous un codage de 8 bits pour chaque composante Y, U, V le taux de bits non compressé est de :

$$4:2:2 : 720 \times 576 \times 25 \times 8 + 360 \times 576 \times 25 (8 + 8) = 166 \text{ Mbit/s} \\ y + Cb + Cr$$

$$4:2:0 : 720 \times 576 \times 25 \times 8 + 360 \times 288 \times 25 (8 + 8) = 124 \text{ Mbit/s}$$

Le fait de passer d'un codage à l'autre permet de gagner une capacité de stockage de 25 %, certes au détriment de la qualité de l'image.

■ Format 4:4:4

Pour le codage des lignes TV dans la norme 4:4:4, la luminance et la chrominance sont codées sur tous les pixels (figure 4.8).

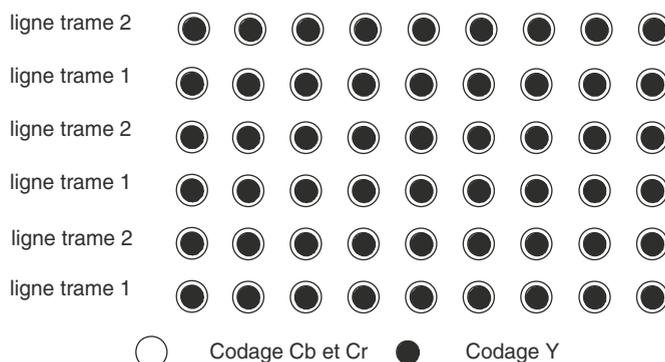


Figure 4.8 – Format 4:4:4.

■ Format 4:2:2

Pour le codage des lignes TV dans la norme 4:2:2, la luminance est codée sur tous les pixels, la chrominance un pixel sur deux (figure 4.9).

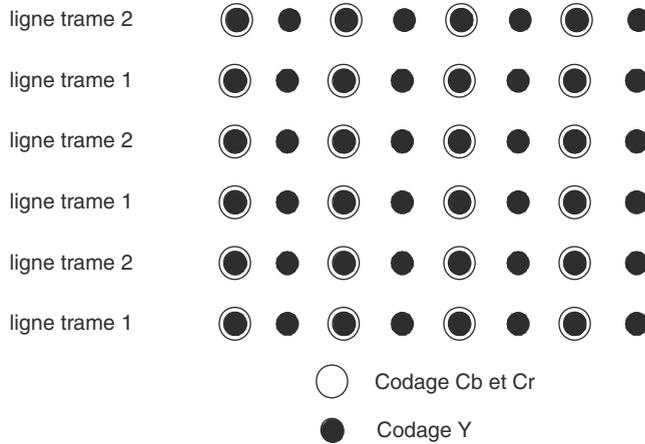


Figure 4.9 – Format 4:2:2.

■ Format 4:1:1

Pour le codage des lignes TV dans la norme 4:1:1, la luminance est codée sur tous les pixels, la chrominance un pixel sur quatre sur toutes les lignes (figure 4.10).

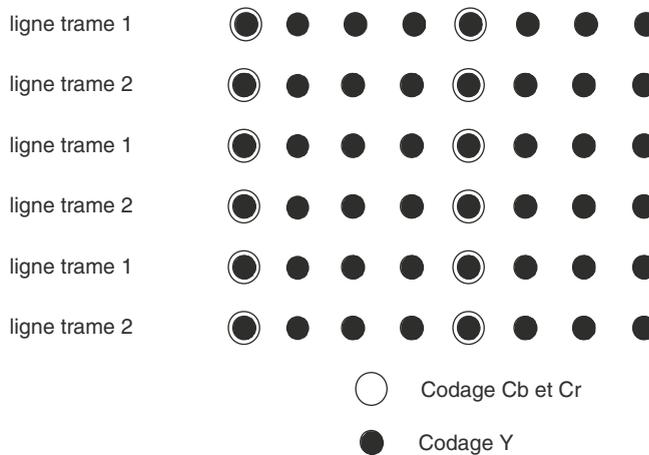


Figure 4.10 – Format 4:1:1.

REMARQUE

Il existe aussi un codage de lignes TV dans la norme 4:2:0 : la luminance est codée sur tous les pixels, la chrominance un pixel sur deux, une ligne sur deux.

4.3 Technologies des moniteurs

Le tube à rayon cathodique est encore omniprésent sur certains moniteurs. Bien qu'il soit encombrant, il a toujours sa place comme élément de réception et commence à être sérieusement concurrencé par ses homologues, les écrans plats LCD et les écrans plasma.

Une régie de vidéosurveillance est généralement le lieu où se trouvent concentrés les écrans (moniteurs) de surveillance. Ces moniteurs sans la présence de l'homme ne présentent pas beaucoup d'intérêt. Il est donc fondamental de choisir de bons écrans pour ne pas fatiguer les personnes qui les scrutent durant des heures afin d'appréhender le moindre incident ou événement.

Les moniteurs convertissent les signaux vidéo issus des caméras en image. Ces moniteurs sont composés d'un tube à rayon cathodique (TRC) en majeure partie. Les moniteurs ressemblent beaucoup à nos téléviseurs excepté qu'ils ne disposent pas de la partie réception. Le moniteur est composé de circuits séparateurs prélevant les tops de synchronisation de la luminance qui est dirigée vers l'ampli vidéo fréquence attaquant le TRC. Les signaux de synchronisation sont triés afin que chaque signal attaque les circuits respectifs de commande de la base de temps vertical et de la base de temps horizontal (voir figure 4.1).

La taille des moniteurs est une caractéristique importante de même que leur emplacement. La taille d'un écran est généralement donnée en pouce et se mesure par la diagonale de l'écran. Les tailles utilisées en vidéosurveillance sont : 9, 12, 14, 17, 21 et 27 pouces (1 pouce = 2,54 cm)

Le choix de la taille du moniteur dépend de la distance entre l'utilisateur et le moniteur :

- écran 9 pouces : ± 1 m ;
- écran 12 pouces : ± 2 m ;
- écran 17 pouces : ± 3 m ;
- écran 21 pouces : ± 4 m.

Un moniteur de vidéosurveillance coûte plus cher qu'un téléviseur classique, la raison étant que le téléviseur est produit en masse tandis que le moniteur n'est réalisé qu'en petite série.

REMARQUE

Le moniteur doit être compatible avec le signal vidéo qui lui est fourni (les téléviseurs grand public ne sont pas prévus pour être utilisés en tant que moniteur de vidéosurveillance).

On trouve actuellement deux types d'écrans : à tube cathodique (TRC) et les écrans plats qui seront abordés dans les prochaines lignes. Les écrans sont caractérisés par des normes de résolution maximum (tableau 4.5).

Les écrans actuels de vidéosurveillance sont de base de type VGA. Ils sont caractérisés par la taille. Actuellement, les écrans 17" sont les plus utilisés, même si les écrans 19" se font de plus en plus présents. Ces dimensions correspondent à la mesure entre deux coins opposés de l'affichage de l'écran, la surface d'affichage réelle étant plus réduite.

La résolution maximale de l'écran représente le nombre de points que l'écran peut afficher. Elle indique le nombre de pixels (points) affichable à l'écran. Elle est

Tableau 4.5 – Différents types d'écran.

Type	Résolution horizontale × résolution verticale
VGA	640 × 480
SVGA	800 × 600
XGA	1 024 × 768
SXGA	1 280 × 1 024
UXGA	1 600 × 1 200
HDTV	1 920 × 1 080
HDTV plus	1 920 × 1 200
QXGA	2 048 × 1 536
QSXGA	2 560 × 2 048
WXGA	1 366 × 768
WSXGA	1 680 × 1 050
WUXGA	1 920 × 1 200

donnée en fonction du nombre de points sur la largeur, suivie de celle en hauteur. Le rapport largeur/hauteur est fixe, et vaut 4:3.

La base en VGA est 640 × 480. Les résolutions supérieures sont 800 × 600 (utilisées avec un écran 15"), 1 024 × 748, 1 280 × 1 024, 1 600 × 1 200 et même plus pour des écrans 21". Un affichage de 1 280 × 1 024 ne signifie pas non plus que cette caractéristique sera utilisable. En effet, quiconque a essayé de travailler en 800 × 600 avec un 14" se rencontre assez vite que la visualisation des caractères est difficile. De plus, certains écrans deviennent flous à haute résolution ou scintillent. La résolution en fonction du nombre de couleurs affichées dépend de la carte graphique, notamment de sa mémoire, mais ce n'est pas la seule caractéristique. Il faut également tenir compte de la qualité de l'écran qui est fondamentale dans la chaîne d'acquisition d'images. La résolution est liée dans le cas des cartes graphiques au nombre de couleurs affichables. Elle varie de 16 couleurs (codage sur 4 bits) à 16,7 millions de couleurs au maximum (codage sur 24 bits, limite au-delà de laquelle l'œil humain ne discerne plus de nuances) en passant par 256 et 65 536 couleurs.

La fréquence verticale (ou fréquence de ligne) d'un écran (exprimée en hertz et généralement située entre 30 et 100 Hz) représente la vitesse de déplacement horizontal du faisceau électronique sur la ligne. Les hautes résolutions exigent une fréquence de ligne élevée. Forcément, la fréquence de ligne des petits écrans (14") est inférieure à celles des grands (21").

Une autre fréquence est la fréquence image et elle varie avec la résolution. Exprimée en hertz, elle représente le nombre de fois que l'image est affichée par seconde. Le minimum est 72 fois par seconde, sinon un effet de scintillement apparaît. Plus cette fréquence est élevée, meilleur est l'affichage.

Le pas de masque (*dot pitch*) mesure la distance entre deux points affichés sur l'écran, il est exprimé en mm, un pas de masque de 0,22 mm donne un confort visuel supérieur à celui procuré par un pas de masque de 0,25 mm.

Si l'image semble bizarre dans un premier temps, les habitués ne reviendraient pour rien au monde à un écran cathodique. Outre le confort de travail qu'ils procurent lors de longues heures de travail, leur précision d'affichage les rend parfaits pour de nombreuses tâches : dessin, conception assistée par ordinateur ou retouches d'images. Les écrans à coins carrés affichent l'image sur l'entièreté du tube, augmentant ainsi la taille maximale de l'affichage.

REMARQUE

La dernière génération d'écrans à tube cathodique dispose d'écrans plats ; la surface visible est donc plate.

4.3.1 Écrans cathodiques

Le principe du tube cathodique est celui utilisé par les téléviseurs. L'écran renferme un canon à électrons placé au fond du boîtier. Il produit un faisceau d'électrons projetés sur la dalle, à l'avant de l'écran à travers un mécanisme électromagnétique de positionnement (pour allumer un point à la fois). Une grille percée de trous ou de fils tendus placée entre les deux assure la conversion du signal.

L'intérieur de la dalle est tapissé de luminophores de trois couleurs : rouge, vert et bleu.

Lorsqu'un électron frappe un luminophore, ce dernier est excité et produit une réaction qui a pour conséquence d'illuminer ce point précis. Le luminophore doit être excité au moins toutes les 13,33 ms pour une fréquence de 75 Hz (soit 75 fois par seconde).

L'image est codée sur trois couleurs : rouge, vert et bleu. Ceci implique un canon qui envoie les électrons suivant trois filtres. Chaque faisceau frappe une zone distincte de l'écran. Ces zones sont suffisamment proches pour qu'on ne voit pas les différentes couleurs mais seulement leur juxtaposition.

■ Résolution

La résolution horizontale exprime le nombre de points image que le moniteur peut visualiser sur une ligne. La résolution du moniteur doit être comparable à celle fournie par la caméra. C'est ainsi que si une caméra a une définition de 700 lignes, il faut que le moniteur ait aussi au minimum 700 lignes. Il est aussi important que les autres composantes de l'installation vidéo soient prises en compte, telles que :

- la bande passante permise,
- le système de transmission entre caméra et moniteur,
- tout autre système intermédiaire, matrice, enregistreur, etc.

La résolution est toujours meilleure au centre, les distorsions sur les bords étant généralement plus importantes.

■ Luminosité et contraste

On peut apprécier la qualité du moniteur en vérifiant que celui-ci ne se dégrade pas (flou) avec la lumière et le contraste à leur maximum. On peut facilement apprécier ces qualités grâce à des images contrastées issues d'une mire.

■ Correction gamma

La fonction de transfert de la plupart des écrans TRC produit une intensité qui est proportionnelle à une puissance de l'amplitude du signal (souvent appelé *gamma*) (figure 4.11).

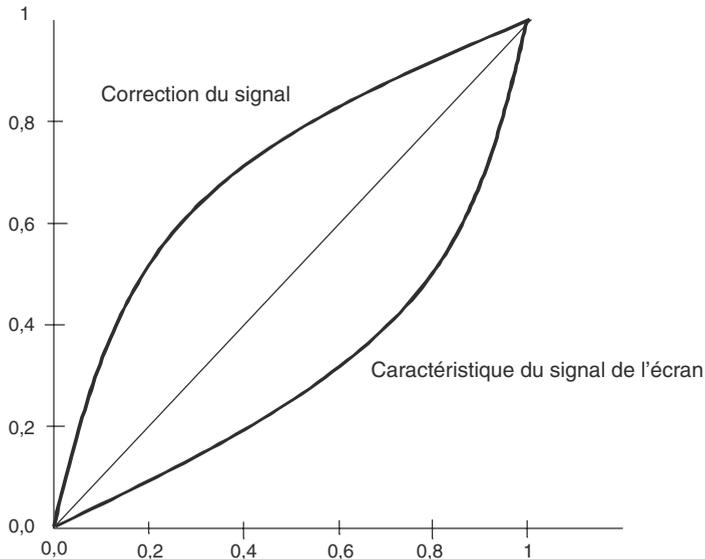


Figure 4.11 – Correction gamma.

En fonction des informations reçues, la fonction de transfert d'un capteur CCD et d'un tube TRC n'est pas linéaire, imaginons que la caméra capte une quantité de lumière qui varie de 1 à 10 nous n'obtiendrons pas une image dont la brillance varie de 1 à 10.

Afin de compenser la non-linéarité de l'écran et de la caméra on procède à une correction gamma pour compenser ce défaut.

Ces valeurs sont les suivantes :

- pour un moniteur, la correction gamma sera de 2,2 ;
- pour une caméra, la correction gamma sera de $1/2,2$ soit 0,45.

4.3.2 Écrans LCD (*Liquid Cristal Display*)

Appelés souvent écrans plats, ces écrans affichent les images non par l'intermédiaire d'un tube mais à l'aide de cristaux liquides. Cela réduit de manière draconienne l'épaisseur de l'écran, mais inclut plusieurs problèmes liés à la fabrication et à la consommation électrique dans certains cas. Ce type d'écran fut au départ utilisé pour les ordinateurs portables.

Le boîtier rectangulaire intègre une succession de couches superposées. La première (au fond du boîtier) comporte une lampe qui éclaire uniformément la totalité de l'écran. Devant, on trouve une couche rectangulaire, égale à la surface d'affichage, composée de bâtonnets de cristaux liquides. Au repos, les cristaux sont repliés sur

eux-mêmes et ne laissent pas passer la lumière. Entre ces deux couches se trouve un réseau de transistors qui contrôle électriquement l'état des cristaux. Une simple impulsion de la part d'un transistor et le bâtonnet se dresse, laissant passer la lumière. À chaque pixel correspondent trois bâtonnets (un par couleur), chacun d'entre eux étant contrôlé par son propre transistor. La résolution maximale est donc fonction du nombre de transistors. Pour un écran LCD de 15" en diagonale avec une résolution de $1\,024 \times 768$, il faut donc 2 539 296 transistors et bâtonnets.

On trouve deux technologies d'écrans LCD :

- DSTN appelé également à *matrice passive* pour les bas de gamme ;
- TFT appelé également à *matrice active*. Les écrans plats de bureau sont de ce type.

Ce dernier procure un contraste et une luminosité nettement supérieurs. De plus, l'angle de vision par rapport à l'écran vu de face est supérieur. La majorité des portables disposent de cette technologie.



Figure 4.12 – Écran plat.

■ Technologie à matrice passive (DSTN)

La technologie DSTN (*Dual Scan Twisted Neumatic*) est une technologie d'écran à matrice passive de type double balayage. Seuls les points situés au croisement d'une ligne et d'une colonne, issus des couches transparentes d'électrodes, peuvent être allumés. Contrairement aux écrans à matrice active, les cellules des écrans à matrice passive ne disposent pas de transistors destinés à fournir la tension. Cette différence explique la faiblesse de leur coût mais aussi pourquoi ils offrent un angle de vision inférieur ainsi qu'une image moins contrastée.

■ Technologie à matrice active (TFT)

La technologie à matrice active TFT (*Thin Film Transistor*) utilise la lumière polarisée pour créer des images constituées de millions de cellules minuscules. Le

rétro-éclairage passe au travers d'un filtre de polarisation, puis d'une couche de cristaux liquides. À ce stade, les ondes lumineuses sont pivotées à 90° pour passer au travers d'un second filtre de polarisation. Les cellules appropriées émettent alors la lumière à l'écran. Une légère tension assignée à chaque cellule peut modifier les cristaux liquides afin que les ondes lumineuses ne soient pas pivotées et qu'elles ne passent pas à travers le second filtre. Ces cellules n'émettront pas de lumière. Le contraste entre l'obscurité et la lumière crée les images que vous voyez. Les écrans TFT sont appelés à *matrice active* car chaque cellule dispose de son propre transistor destiné à fournir la tension nécessaire. C'est pourquoi les écrans TFT offrent non seulement des images claires sans effets de flou et un grand-angle d'affichage, mais ils garantissent aussi un niveau de luminosité constant. Les écrans TFT présentent de plus un excellent contraste (150-200:1) et une vitesse de défilement élevée (temps de réponse de 25 à 50 ms) en raison d'une fréquence de rafraîchissement supérieure aux écrans DSTN.

■ Taille d'écran

De type TFT, les écrans plats bureautiques apparaissent de plus en plus souvent sur les bureaux. Dans cette technologie, un écran 15" affiche réellement 15" de diagonale. Outre le prix et l'encombrement, ces écrans se caractérisent par un pilotage numérique.

Pour rappel, les écrans de type cathodique sont désignés par la dimension du tube. La taille de l'affichage est donc moindre que celle annoncée. Le tableau 4.6 donne approximativement les différences de taille.

Tableau 4.6 – Différences de taille LCD/CRT.

Diagonale écran LCD	Diagonale moniteur CRT
13,3"	15"
14,1"	16"
15,1"	17"
18,1"	20"
20"	23"

4.3.3 Écrans plasma

La technologie plasma PDP (*Plasma Display Panel*) a pour principe l'émission de lumière réalisée par l'excitation d'un gaz. L'écran est composé de deux dalles en verre couvertes d'une grille d'électrodes et de cellules constituées de minuscules capsules couvertes de phosphore rouge, vert, et bleu, chaque cellule représentant un pixel. Lors du passage du courant électrique qui excite le gaz, cette décharge émet un rayonnement ultraviolet qui excite les luminophores R, V, B pour produire une image couleur.

Si nous revenons à la figure en début de partie, nous constatons que dans la chaîne d'acquisition de l'image, la caméra joue un rôle fondamental quant à la qualité de l'image (elle joue le rôle de l'œil humain).

Après avoir recueilli les besoins exprimés par l'utilisateur et effectué une visite de site lorsque cela s'impose, on peut commencer à répondre aux questions suivantes : Quel type de caméra ? Couleur et/ou noir et blanc ? Quelle résolution ? Faut-il une compensation de contre-jour ? Quelle sensibilité ? etc. À ce stade du projet d'une future installation de vidéosurveillance, ces questions doivent avoir trouvé leur réponse.

5.1 Technologies des caméras

La caméra est un système de prise d'images animées qui génère un signal vidéo noir et blanc ou couleur. La caméra capte la lumière pour la transformer en signal électrique. Elle se compose parfois d'un capteur d'image et d'une électronique de traitement permettant de générer le signal vidéo.

5.1.1 Différents types de caméras

Vous pouvez trouver actuellement sur le marché pléthore de caméras (figure 5.1). L'objectif n'est pas ici de toutes les énumérer mais de présenter celles que l'on trouve le plus couramment dans le domaine de la vidéosurveillance.

■ Caméra CCD (*Charge Coupled Device*)

Le capteur CCD ne fait pas de distinction entre les couleurs. L'analyse des couleurs se fait *via* des filtres qui permettent de récupérer les signaux RVB avant traitement.

■ Caméra analogique

Ces caméras sont facilement reconnaissables ; elles ont une sortie de type BNC, la liaison se fait *via* le câble coaxial (figure 5.2).

■ Caméra infrarouge

Si l'on se réfère à la figure 2.2 représentant la courbe photopique concernant les longueurs d'onde, on s'aperçoit que l'infrarouge est une lumière invisible. Les infrarouges ne se mesurent pas en lux.

Quand utilise-t-on des caméras infrarouges ? Lorsqu'il n'y a pas de lumière.



Figure 5.1 – Exemples de caméras (Bosch).

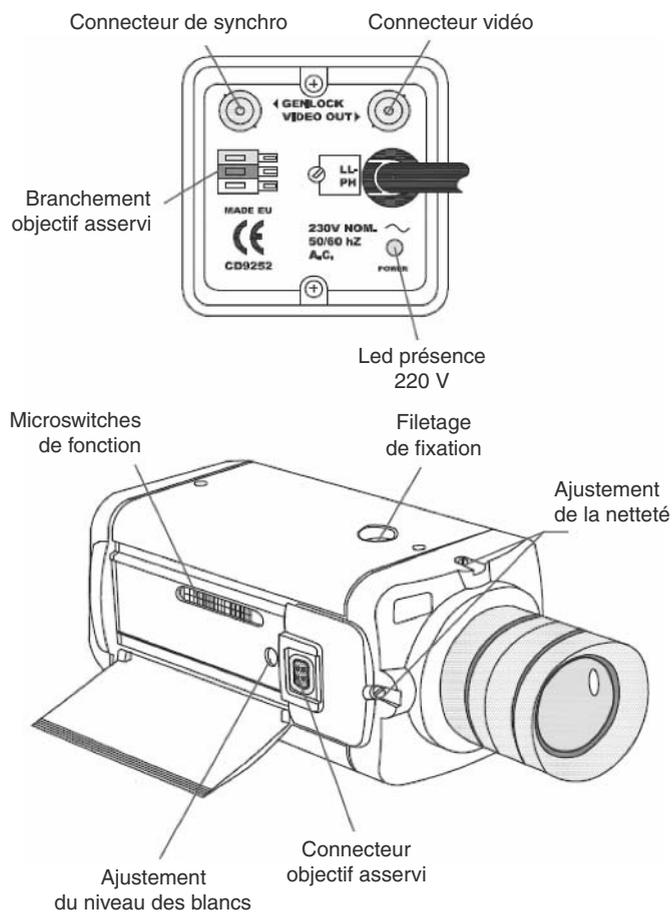


Figure 5.2 – Caméra analogique.

■ Caméra CMOS

La fabrication des capteurs CCD requiert une fabrication spécifique engendrant des coûts importants. En revanche, la technologie CMOS est très utilisée dans la fabrication de composants électroniques, ce qui la rend économique pour la fabrication de caméras CMOS. Elles permettent une intégration à très grande échelle et consomment une quantité minimale d'énergie par rapport aux CCD ; une caméra peut fonctionner avec une batterie au NiCd pendant une semaine tandis que la caméra CCD ne fonctionnerait que quelques heures.

La caméra CMOS génère un signal comportant du bruit nuisant à la fourniture d'une image de qualité. Cependant des progrès sensibles se font sentir et la caméra CMOS gagne inexorablement du terrain sur sa consœur la caméra CCD.

■ Caméra discrète

Les progrès des technologies font que de nos jours une caméra peut se loger dans n'importe quel accessoire. Les plus courants sont le détecteur d'intrusion, l'horloge et la tête de détection incendie (figure 5.3).



Figure 5.3 – Caméras discrètes.

■ Caméra numérique (caméra IP)

Une caméra numérique contrairement à sa consœur analogique, ne dispose pas de sortie coaxiale. En revanche elle dispose d'une liaison *via* une prise RJ 45 qui permet le raccordement au réseau informatique (figure 5.4).



Figure 5.4 – Caméras IP (d'après documentation Axis).

5.1.2 Capteurs CCD

Dans le domaine de la CCTV, on trouve une grande majorité de caméras CCD (*Charge Coupled Device*). La technologie CCD est un assemblage composé d'éléments photosensibles à la lumière (figure 5.5). Le CCD est un capteur qui délivre un signal suivant le degré d'éclairage de ce dernier.

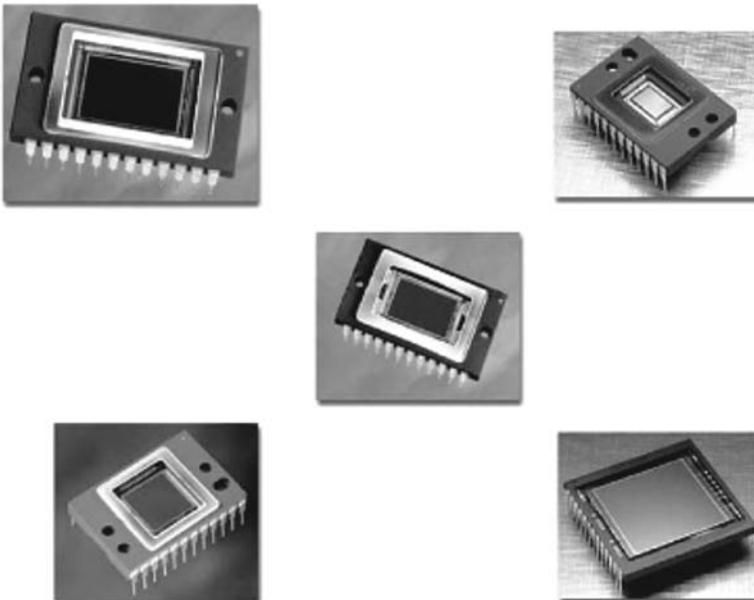


Figure 5.5 – Capteurs CCD.

Il existe deux types de caméras :

- les caméras linéaires que nous ne développerons pas dans ce livre ; elles sont destinées à l'acquisition d'images ou de textes (fax, scanner, photocopieur) ;
- les caméras matricielles qui sont constituées de X lignes et de Y colonnes ; chaque intersection correspond à un pixel.

REMARQUE

La technologie CCD est très robuste et possède une durée de vie supérieure à plus de dix ans. Si vous comparez les images issues de différentes caméras, vous vous apercevrez que la qualité diffère énormément entre les différentes marques. Ces variations dépendent de plusieurs facteurs perceptibles en environnement peu éclairé.

■ Capteur CCD à transfert de trame

Ce capteur CCD associe deux matrices dont le principe de fonctionnement est le suivant.

La première matrice capte l'image (capture de photons) et la transfère à la zone mémoire ; lors du transfert la zone image est masquée (obturateur électronique).

Ce type de capteur a pour principal défaut de « doubler la taille du capteur » pour une même définition (figure 5.6).

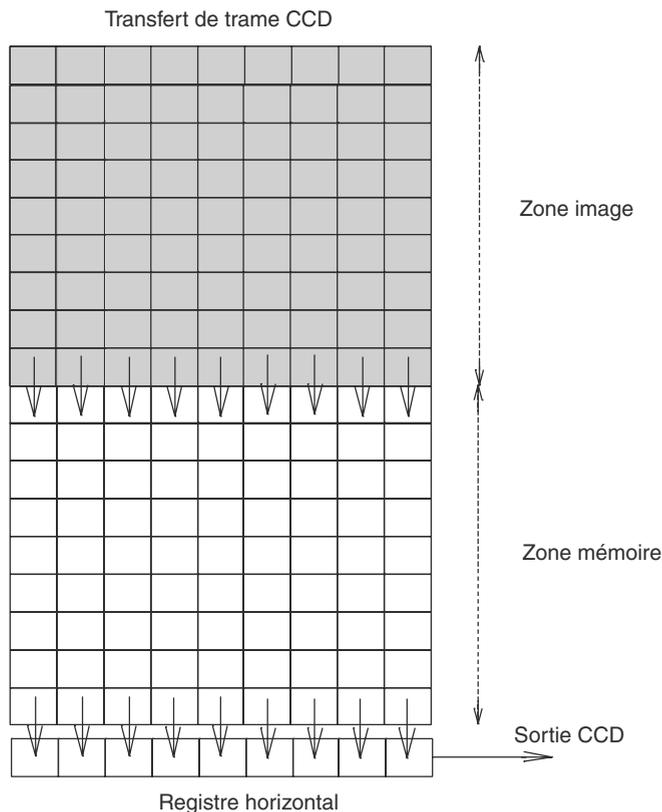


Figure 5.6 – Capteur CCD à transfert de trame.

■ Capteur CCD à interligne de transfert

Ce capteur est plus petit que le capteur à transfert de trame entraînant par la même occasion un coût moindre (figure 5.7).

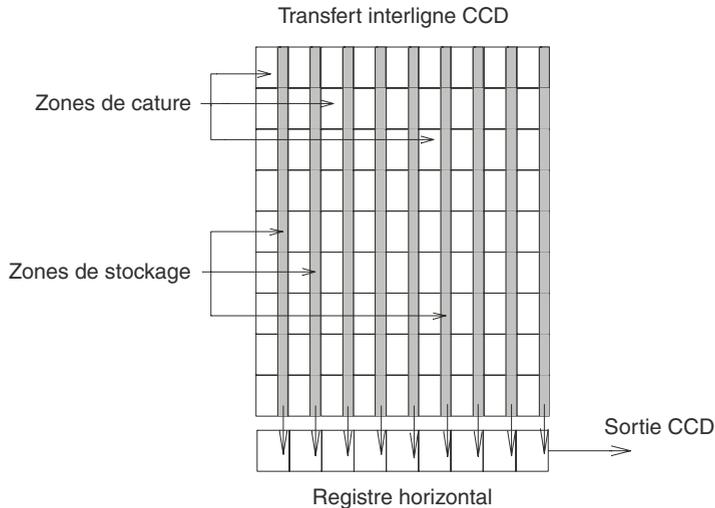


Figure 5.7 – Capteur CCD à interligne de transfert.

5.2 Caméras dômes et tourelles

5.2.1 Caméras dômes motorisées intérieures et extérieures

Ces caméras connaissent un grand succès dans le secteur de la vidéosurveillance. Nous verrons les avantages qu'elles procurent par rapport aux caméras fixes (figure 5.8).

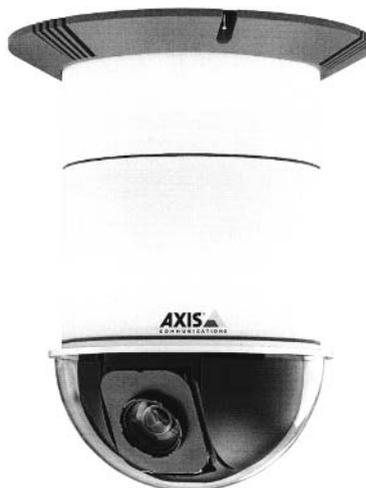


Figure 5.8 – Exemple de caméra dôme motorisée.

Ce type de caméras possède plusieurs caractéristiques telles que :

- caméra pivotant sur 360° en horizontal : fonction *Pan*,
- caméra pivotant sur $\pm 30^\circ$ en vertical : fonction *Tilt*,
- caméra permettant de zoomer sur l'objet : fonction *Zoom*.

Ces caractéristiques sont souvent appelées fonctions PTZ.

Ce type de caméra peut effectuer la rotation des 360° en moins d'une seconde avec une précision de $0,5^\circ$; ainsi il est aisé de prépositionner la caméra avec une grande précision. Ces caméras possèdent une fonction zoom numérique et analogique, des zones de masquage dynamiques, un éventail de prépositions, une fonction patrouille.

La fonction patrouille consiste à programmer un cycle de contrôle des différentes zones à surveiller. Cette fonction se fait au travers de prépositionnements dont le nombre est en moyenne de cent, qui peuvent être inclus ou exclus du tour. En outre ces prépositions peuvent être temporisées permettant de répondre à la plupart des besoins. Cependant l'opérateur peut reprendre la maîtrise du système à tout moment pour réaliser une opération bien précise. Dès que l'opérateur cesse d'utiliser le clavier pilotant le dôme, ce dernier reprend son cycle préprogrammé.

Par exemple, supposons qu'à un instant déterminé « sortie d'une usine » la caméra située dans cette zone commence par visualiser la sortie usine puis attend que le portail se ferme. Une fois le portail fermé, la caméra commence son cycle patrouille ; elle se déplace afin de visualiser les endroits programmés à surveiller.

Les tourelles et les dômes permettent l'utilisation des caméras avec la possibilité de télécommander des mouvements horizontaux (*Pan*) et verticaux (*Tilt*) pour mieux pointer l'image devant être obtenue. De plus les équipements mobiles sont très souvent associés à un objectif zoom pour pouvoir rapprocher ou éloigner une scène visionnée.

La figure 5.9 montre l'implantation d'une caméra dôme motorisée en centre-ville.



Figure 5.9 – Caméra dôme motorisée.

Ces équipements disposent également de système automatique de balayage qui consiste à maintenir un mouvement de rotation automatique et perpétuel pour faciliter l'observation d'une très large zone.

Il est fortement recommandé de ne pas laisser ce système de balayage enclenché sous peine de détériorer rapidement les équipements internes.

5.2.2 Spécifications

Voici un exemple des caractéristiques d'une caméra dôme motorisée :

- zoom optique $\times 25$,
- zoom numérique $\times 12$,
- résolution 470 lignes,
- prépositions 99,
- sensibilité 0,25 lx,
- fonctions PTZ,
- rotation 360° ,
- détection de mouvement (ne fonctionne qu'en intérieur), etc.

Ces caractéristiques sont données dans les documentations de fabricants. Il est évident que d'autres éléments seront à prendre en compte selon l'application :

- nombre d'entrées d'alarme,
- type de dôme (intérieur ou extérieur),
- type de fixation,
- masquage dynamique, etc.

Ce matériel apporte des avantages non négligeables comme :

- la prise en main par l'utilisateur ;
- l'orientation automatique vers la zone à surveiller en cas d'alerte par une entrée d'alarme (contact sec) ;
- le mode patrouille, suivant un programme défini de mouvements et de séquences.

5.2.3 Caméra motorisée sur rail

Le système consiste à utiliser une caméra motorisée embarquée sur un rail de guidage, la caméra circule au travers d'un chariot motorisé dans un tube avec miroir sans tain permettant de masquer le déplacement de la caméra. Ce procédé de surveillance est utilisé dans les centres commerciaux et les entrepôts logistiques (figure 5.10).

5.2.4 Pilotage des dômes motorisés

Les télécommandes gérant les mouvements de ces caméras sont réalisées par des liaisons utilisant différents modes :

- liaison par paire torsadée de type RS422 ou RS485 (liaison série),
- liaison par fibre optique,
- liaison par câble coaxial (les données et le signal vidéo utilisent le même câble).

Les tourelles et dômes existent en modèles intérieurs et extérieurs.



Figure 5.10 – Caméra motorisée sur rail.

Les commandes à distance sont effectuées au travers d'unités appelées *drivers de télémétrie*. Ce sont ces boîtiers qui interpréteront les données pour commander directement les moteurs de ces équipements mobiles.

Les pupitres de télécommande des dômes sont souvent munis d'un écran LCD et d'un bouton de télécommande ou manette. Ces équipements permettent aux opérateurs de prendre la main sur le système en allant visualiser une zone précise *via* les fonctions PTZ du dôme (figures 5.11 et 5.12).

Le *track ball* permet de commander les fonctions Pan et Tilt des caméras (déplacements horizontal et vertical).

Les boutons Zoom et Focus facilitent la commande de l'objectif (grossissement et mise au point).

Le clavier permet à l'opérateur d'appeler les images issues des caméras et de contrôler les mouvements préprogrammés de ces dernières. Il est également possible, *via* le clavier, d'assurer la commande de l'iris et des fonctions auxiliaires, de désigner le moniteur à utiliser et d'acquitter les alarmes.



Figure 5.11 – Pupitre de commande et télécommande de caméras dômes motorisées (Bosch Sécurité).

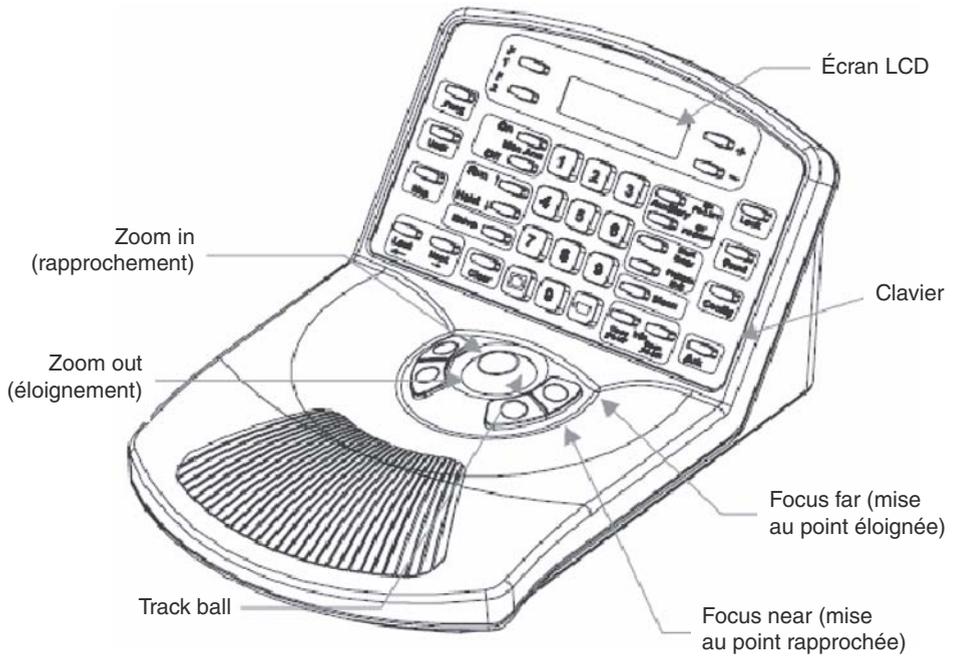


Figure 5.12 – Pupitre de commande et télécommande de caméras dômes motorisées (ADT Tyco).

L'écran LCD fournit des informations sur l'état de la matrice, les numéros du moniteur et de la caméra sélectionnés, ainsi que sur l'état de verrouillage du système. Cet écran permet également l'affichage des messages système (figure 5.13).

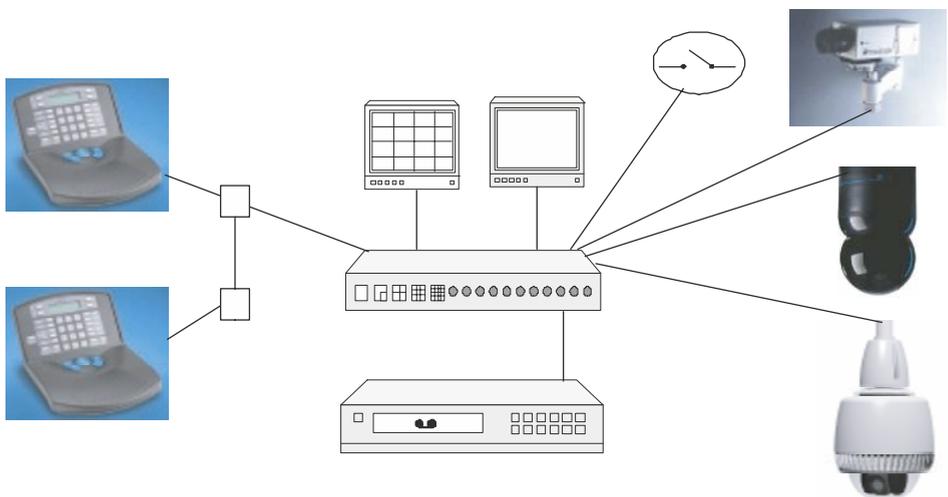


Figure 5.13 – Installation type (ADT Tyco).

Ces équipements sont très appréciés des opérateurs (il faut être très vigilant avec ce type de matériel car il est aisé d'aller voir au-delà de la zone à surveiller !).

5.2.5 Différentes fixations de caméra dôme

Les caméras dômes motorisées peuvent être installées sur différents supports tels que :

- kit de fixation vertical sur toit (figure 5.14),
- kit de fixation plafond (figure 5.15),
- fixation d'angle (figure 5.16),
- adaptateur de fixation horizontale, fixation sur acrotère (figure 5.17).



Figure 5.14 – Installation type (ADT Tyco).



Figure 5.15 – Installation type (ADT Tyco).

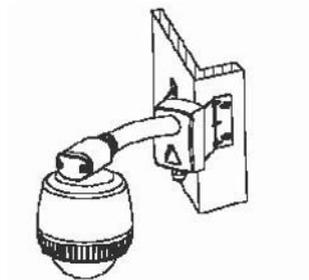


Figure 5.16 – Installation type (ADT Tyco).

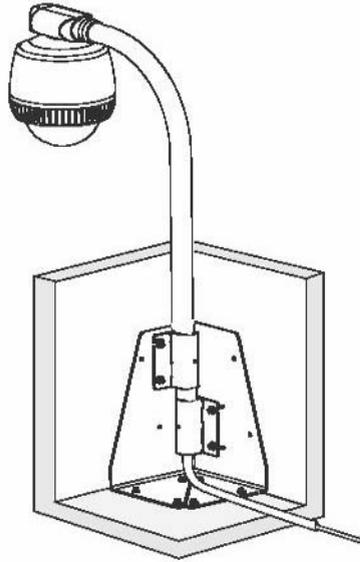


Figure 5.17 – Installation type (ADT Tyco).

5.2.6 Caméra tourelle motorisée

Ce type de caméra peut être piloté à distance afin de régler sa position sur une zone définie de surveillance. Il est très utilisé pour la surveillance du trafic autoroutier (figure 5.18).

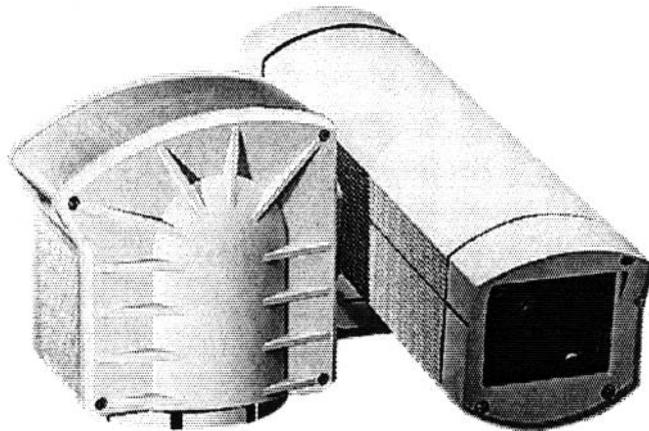


Figure 5.18 – Caméra tourelle motorisée.

Ce type de caméra peut être pourvu d'équipements spécifiques tels qu'essuie-glace, caisson tout inox, etc.

5.3 Caractéristiques techniques

Trois principales caractéristiques permettent de juger *a priori* des performances d'une caméra :

- la définition horizontale exprimée en point par ligne,
- la sensibilité minimale exprimée en lx,
- le rapport signal/bruit exprimé en dB.

Les deux dernières caractéristiques, sensibilité et rapport signal/bruit, sont en fait étroitement liées et méritent la plus grande attention, car la plupart des documentations techniques des fabricants sont incomplètes ou flatteuses et ne permettent pas une juste appréciation de la caméra.

Dans le tableau 5.1, tiré d'une notice technique, vous constatez par vous-même qu'il n'est pas aisé de « décrypter » ces caractéristiques pour une personne non avertie.

Tableau 5.1 – Caractéristiques techniques d'une caméra.

Analyseur d'image	CCD à interligne de transfert 1/4
Capteur	Format de type 1/4 (3,6 × 2,7)
Système de balayage	625 lignes, 50 trames, 2:1 entrelacé
Pixels	752 × 582
Signal vidéo	CCIR/PAL
Résolution horizontale	570 lignes/480 lignes
Système de synchronisation	Interne/externe sélectionnable
Rapport signal/bruit	> 50 dB (CAG off)
Éclairage minimal	0,2 lx à F:1.4/1,1 lx à F:1.4
Contrôle automatique de gain	Sélectionnable on/off
Objectif intégré	Objectif vari focal (F = 2,8 à 5,8 mm F:1.4)
Angle de visualisation	Grand angle 95,7° (D), 75,9° (H), 56,4° (V)
Distance minimale de l'objet	0,2 m
Diaphragme	Diaphragme
Alimentation	24 Vac / 240 Vac ; 10 à 15 Vcc ; 2 à 3 W

5.3.1 Résolution

La résolution obtenue dépend de deux facteurs qui sont la résolution du signal vidéo provenant de la caméra et la résolution de l'écran permettant l'affichage des signaux transmis.

Pour les caméras CCD, cette résolution horizontale est liée au nombre de pixels qu'il y a sur le plan horizontal.

La résolution est la mesure de la qualité et de la clarté de l'image ; elle est définie en nombre de lignes :

plus on a de lignes = meilleure est la résolution = meilleure est la qualité de l'image

La résolution est relative au nombre de pixels (*picture elements*) du capteur CCD.

Dans certaines notices techniques figurent deux types de résolution : verticale et horizontale.

■ Résolution verticale

résolution verticale = nombre de lignes horizontales

La résolution verticale est limitée par le nombre de scrutation de lignes horizontales. Dans le standard PAL c'est le 625 lignes et le NTSC c'est le 525 lignes. Pour trouver la résolution verticale en partant de ces données, on utilise le rapport 3/4 donnant la résolution verticale maximale qui est :

- pour le PAL : $625 \times 0,75 = 470$ lignes,
- pour le NTSC : $525 \times 0,75 = 393$ lignes.

La résolution verticale n'est pas aussi importante que le préconisent la plupart des fabricants de caméras.

■ Résolution horizontale

résolution horizontale = nombre de pixels par lignes

Théoriquement, la résolution horizontale peut être accrue indéfiniment, mais reste limitée par les facteurs suivants :

- la limitation du nombre de pixel sur un capteur CCD,
- la limitation du nombre de lignes du moniteur,
- la bande passante du système.

C'est souvent la résolution horizontale que nous trouvons sur les notices techniques.

■ Mesure de la résolution

La bande passante du signal vidéo d'une caméra est mesurée avec un oscilloscope. Multiplier la bande passante par 80 donnera la résolution de la caméra. Par exemple, si la bande passante est de 5 MHz, la résolution de la caméra sera de $5 \times 80 = 400$ lignes.

Le tableau 5.2 donne les valeurs moyennes de résolution de caméra de vidéo-surveillance.

La résolution des caméras analogiques se mesure en lignes horizontales TV.

La résolution des caméras numériques se mesure en pixels (du capteur CCD).

Tableau 5.2 – Résolution des caméras noir et blanc et couleur.

	Caméras noir et blanc	Caméras couleur
Basse résolution	380-420 lignes	330 lignes
Haute résolution	570 lignes	470 lignes

■ Tableau de conversion

Le tableau 5.3 donne une relation approximative entre un format d'image en pixels et une représentation de cette image en lignes horizontales TV.

Tableau 5.3 – Équivalence approximative d'un format d'image en pixels.

512 × 492 pixels	330 lignes horizontales TV
512 × 582 pixels	370 lignes horizontales TV
640 × 480 pixels	400 lignes horizontales TV
768 × 492 pixels	470 lignes horizontales TV
768 × 582 pixels	470 lignes horizontales TV
1 280 × 960 pixels	800 lignes horizontales TV

REMARQUE

La résolution d'une image est caractérisée par un nombre de pixels par unité de longueur de l'image initiale. À ne pas confondre avec la résolution du format caractérisé par la hauteur et la largeur de l'image (1 024 × 1 024 pixels).

5.3.2 Sensibilité

C'est la capacité d'obtenir une image utile dans une lumière faible. Les caméras monochromes ont une sensibilité plus élevée que les modèles couleur. Elles sont également sensibles au rayonnement infrarouge de diverses sources lumineuses.

■ Sensibilité au visible

La sensibilité mesurée en lux (lx) indique la quantité de lumière requise pour obtenir une image vidéo exploitable et de qualité. L'unité de mesure diminue à mesure que la sensibilité augmente.

En vidéosurveillance, il faut prêter une grande attention aux paramètres suivants :

- la sensibilité du capteur indique la quantité minimale de lumière au capteur CCD pour garantir une image vidéo acceptable, mais elle ne fournit aucun élément sur la lumière requise à l'endroit à visualiser ;
- le minimum d'éclairage de la scène nous précise la condition d'éclairage, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur pour une bonne prise de vue.

Afin d'avoir une valeur de sensibilité (en lux) juste et comparable à celle d'une autre caméra, la sensibilité d'une caméra doit toujours être associée à d'autres caractéristiques :

- l'ouverture de l'objectif,
- la réponse spectrale de la caméra,
- le rapport signal sur bruit,
- le niveau vidéo obtenu.

REMARQUE

Il est de bonne pratique d'utiliser un modèle ayant au moins dix fois la sensibilité nécessaire pour la zone à surveiller.

■ Réponse spectrale de la caméra

De par leur conception les caméras CCD noir et blanc ont une bonne sensibilité dans l'infrarouge. Le fait de supprimer le filtre infrarouge d'une caméra permet de multiplier par un facteur de 3 la sensibilité de la caméra en fonction de la réponse spectrale du capteur et du type d'éclairage.

Une sensibilité de caméra devrait être donnée avec un filtre IR et sans filtre IR, ce qui permettrait notamment de juger de sa sensibilité dans l'infrarouge.

5.3.3 Signal vidéo utile

La lumière après avoir traversé l'objectif atteint le capteur CCD qui génère un signal proportionnel au flux lumineux reçu. Ce flux est converti en signal électrique (vidéo). Le signal vidéo utile est le signal minimal indiqué dans la notice technique de la caméra pour générer une image acceptable sur un écran. Il est généralement mesuré en pourcentage du signal vidéo.

Exemple : 30 % du signal utile = 30 % de 0,7 V (vidéo max ou amplitude vidéo maximum) = 0,2 V. La question ici est : est-ce acceptable ?

Malheureusement il n'y a pas de standard défini à propos du signal utile et la plupart des fabricants ne le précisent pas en condition de faible éclairage. Il faut être très prudent quant aux indications figurant sur les notices techniques.

5.4 Conditions d'utilisation : éclairage et positionnement

Comment marche une caméra ? La lumière éclaire l'objet. Une certaine quantité est absorbée et une partie est réfléchiée et se dirige vers la lentille de la caméra. La quantité de lumière atteignant le capteur CCD dépend de l'ouverture de l'iris. Cette lumière composée de photons, frappe le capteur CCD qui transforme la lumière en charge électrique.

Les paramètres suivants caractérisent les conditions d'éclairage de la prise de vue :

- réflexion,
- *F-stop*,
- signal vidéo utile,
- CAG,
- vitesse d'obturation.

5.4.1 Réflexion

La lumière provenant d'un objet éclairé dépend de la nature de réfléchissement de la surface. Une certaine quantité de lumière est réfléchiée vers la caméra.

Voici quelques exemples de surface réfléchissante :

- neige = 70 %,
- surface verte = 40 %,
- brique rouge = 25 %,
- surface noire = 5 %.

La plupart des fabricants de caméras utilisent une réflexion de 89 % ou 75 % (d'une surface blanche) pour définir les conditions d'éclairage. Si les conditions sont les mêmes, il n'y aura pas de soucis particuliers. Par contre, si les conditions environnementales sont différentes, le résultat sera décevant.

5.4.2 Emplacements des caméras

L'emplacement de la caméra devra être déterminé afin d'éviter au maximum les éblouissements et les contre-jours. De plus, la hauteur ayant une incidence importante quant à l'angle mort sous la caméra, il faudra veiller à choisir la hauteur de fixation (figure 5.19).

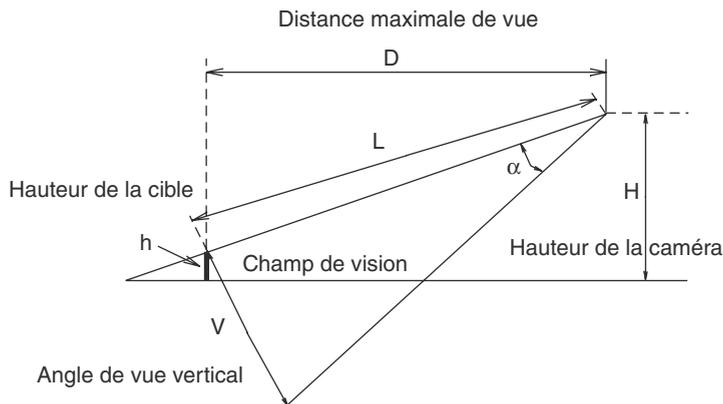


Figure 5.19 – Calcul de l'angle vertical du champ de vision d'une caméra.

■ Fixation des caméras

La fixation se fera au-dessus ou en dessous selon la caméra et le type de support. L'essentiel est d'obtenir une fixation solide afin d'éviter que la caméra ne se dérègle. En cas d'ambiance poussiéreuse, ne pas omettre d'installer un caisson de protection.

Le schéma précédent présente les caractéristiques que fait l'angle d'un objectif de caméra par rapport à une cible distante. La mesure V sera la verticale du champ de vision sur l'écran de visualisation :

$$V = 2L \cdot \tan(\alpha/2)$$

Or

$$L = \sqrt{(H-h)^2 + D^2} \quad V = 2\sqrt{(H-d)^2 + D^2} \cdot \tan(\alpha/2)$$

avec α l'angle maximum de l'objectif, H la hauteur de la caméra et D la distance maximale entre la caméra et la cible.

Dans la pratique de la vidéosurveillance, il arrive souvent que les distances L et D soient à peu de chose près égales, de ce fait l'équation peut être simplifiée de la façon suivante :

$$V = 2D \cdot \tan(\alpha/2)$$

De cette équation il ressort un angle maximum que la caméra fera par rapport aux dimensions de la cible :

$$\alpha = 2 \arctan (V/2D)$$

REMARQUE

Nous verrons au prochain chapitre que d'autres paramètres viennent compléter le choix d'un objectif de caméra.

■ Champ de vision

Nous venons de voir que la fixation de la caméra dépendait de plusieurs paramètres dont le champ de vision. En revenant sur le schéma de principe de l'implantation de la caméra, on s'aperçoit que sous cette dernière apparaît une zone d'ombre.

5.4.3 Dynamique et plage de fonctionnement

La dynamique de fonctionnement est en fait donnée par le rapport signal/bruit. Ce dernier permet de connaître l'amplitude du plus petit signal qui ne sera pas noyé dans le bruit de fond, la valeur maxi du signal étant toujours de 1 V.

Si le rapport signal sur bruit est de :

- 40 dB, le rapport est de 1 % soit une échelle de 100 gris en théorie ;
- 46 dB, le rapport est de 1/200 soit une échelle de 200 gris ;
- 52 dB, le rapport est de 1/400 soit une échelle de 400 gris.

En association avec la dynamique de l'objectif, on pourra déterminer la plage de fonctionnement de la caméra.

Pour connaître la plage de fonctionnement d'une caméra, il faut multiplier la dynamique de la caméra par celle de l'objectif et par celle du CAG, le dernier paramètre faisant évoluer la qualité. Pour une caméra ayant une dynamique de 100, équipée d'un objectif ayant une dynamique de 256, et un CAG de 10 :

$$100 \times 256 \times 10 = 256\ 000$$

Pour une caméra ayant une dynamique de 100, équipée d'un objectif extérieur ayant une dynamique de 800 et un CAG de 10 :

$$100 \times 800 \times 10 = 800\ 000$$

La caméra intérieure pourra voir des scènes comprises entre 0,1 et 25 600 lx en fonction de l'ouverture de l'objectif.

La caméra extérieure pourra voir des scènes comprises entre 0,1 et 80 000 lx en fonction de l'ouverture de l'objectif (tableau 5.4).

Le CAG (facteur 10) permet d'étendre la plage de fonctionnement mais au détriment de la qualité.

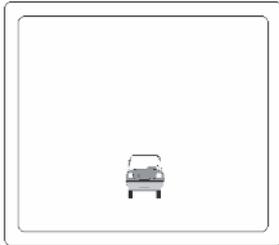
Tableau 5.4 – Plage de fonctionnement.

	Éclairage mini	Éclairage maxi
Objectif grand ouvert et CAG	0,1 lx	10 lx
Objectif à demi-ouvert	8 lx	1 600 lx
Objectif fermé	256 lx	25 600 lx

5.5 Objectifs

Les caméras fixes classiques sont prévues pour recevoir des objectifs.

La figure 5.20 présente différentes applications liées à un type d'objectif qui sera à déterminer suivant différentes caractéristiques (distance, application, environnement, etc.).



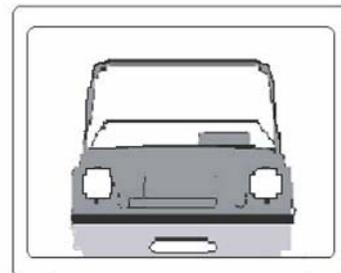
Détection
environ 10 % de l'écran



Reconnaissance
environ 50 % de l'écran



Lecture de plaque minéralogique
environ 50 % de l'écran



Identification environ 120 % de l'écran

Figure 5.20 – Détermination de l'objectif suivant l'application.

5.5.1 Standards CS et C

Il existe deux standards de dispositif de montage d'objectif : CS et C. Le CS indique que la distance entre le capteur et le plan d'appui de l'objectif est de 12,5 mm. Le C quant à lui impose une distance de 17,5 mm.

REMARQUE

Un adaptateur C/CS peut être utilisé pour convertir un montage de type C sur un montage CS (figure 5.21).

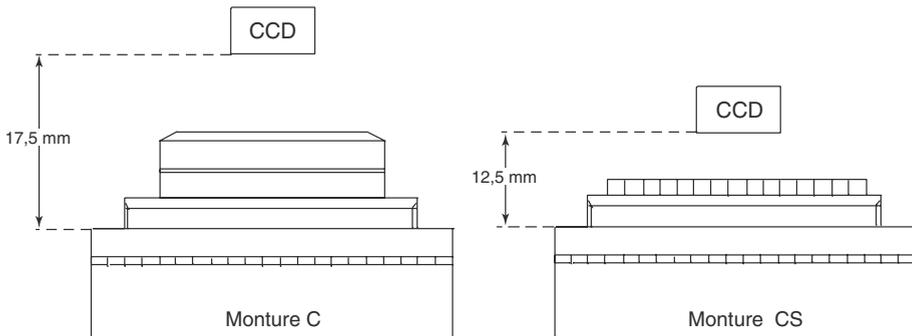


Figure 5.21 – Montures C et CS.

Dans la théorie de l'objectif, il est expliqué qu'un objectif laisse passer deux fois plus de lumière à chaque changement de diaphragme. Notons que l'écart entre deux diaphragmes est de 1,414.

REMARQUE

Soit les valeurs suivantes N de diaphragmes : 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16.

Soit la relation : $N = f/D$

où N est le nombre d'ouverture (appelé aussi *F-number*), f la focale de l'objectif et D le diamètre de l'iris.

Une valeur N petite implique une grande ouverture de l'iris tandis qu'une faible valeur implique une fermeture de l'iris. Chaque fois que l'on passe d'une valeur donnée à la suivante, la surface accessible à la lumière est sensiblement divisée par 1,414.

Il existe différents types d'objectif :

- objectif à longueur focale fixe ;
- zoom : la longueur focale peut être ajustée dans une gamme de 2 à 10 mm, la netteté de l'image ne varie pas avec la longueur focale ;
- vari focal : quand la longueur focale change, l'objectif doit être calibré pour obtenir une image nette.

5.5.2 Focale

La longueur focale des objectifs est mesurée en millimètres ; c'est une caractéristique importante qui indique si le champ de vision est étroit ou large (figures 5.22 et 5.23) :

- une petite focale donne un angle large de vision ;

- une grande focale donne un angle étroit de vision.

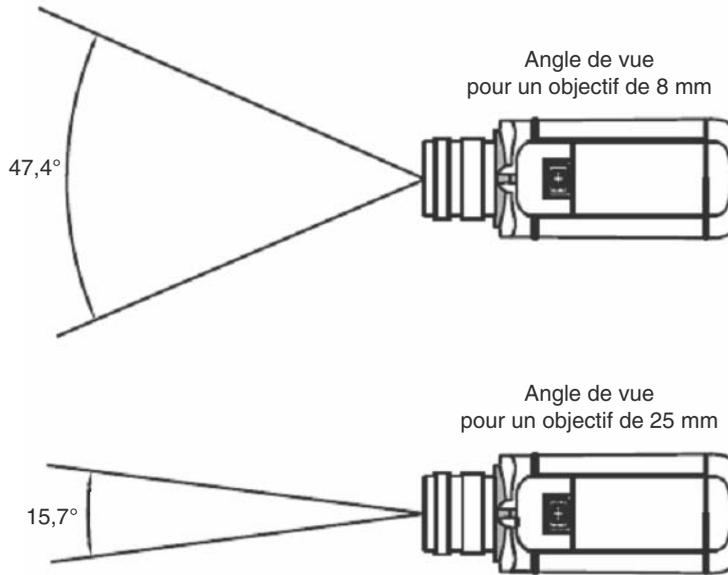


Figure 5.22 – Objectif fixe et angle de vue.

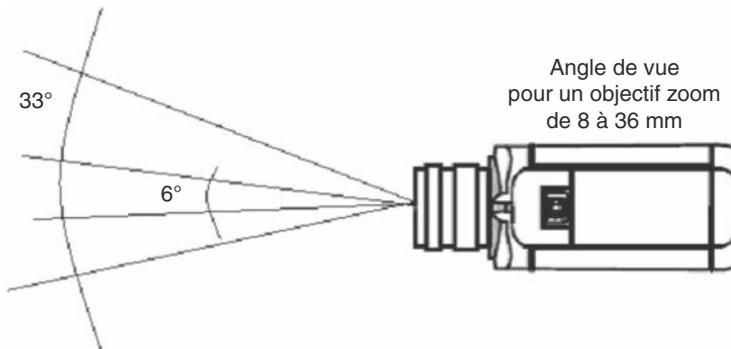


Figure 5.23 – Objectif de type zoom et angle de vue.

Il y a trois types d'objectif :

- le monofocal dont la longueur focale est fixe (par exemple 4 mm – angle de vue de 64°) ;
- le zoom dont la focale $f = 50$ mm donne un angle de 5,5° ;
- le vari focal qui s'adapte lorsque sa longueur focale change (par exemple 3,5 à 10 mm).

Le choix de la focale f de l'objectif dépendra :

- du format du CCD de la caméra (1", 2/3", 1/2", 1/3", 1/4"),
- de la distance D entre l'objectif et le plan à visualiser,
- de la hauteur H et de la largeur W du plan à visualiser.

5.5.3 Objectif vari focal

Le choix des objectifs et caméras joue un rôle essentiel sur la qualité des images. Rappelons que la notion de lumière est fondamentale en CCTV.

L'ouverture définie par la lettre F renseigne sur la quantité de lumière que l'optique donne au capteur CCD : plus le chiffre est petit, plus la caméra est sensible en environnement de faible lumière.

Les objectifs vari focaux sont les objectifs les plus pratiques pour les installateurs lorsqu'ils doivent optimiser le champ angulaire sur le site (figure 5.24).

En outre, une caractéristique aussi importante que le *F-number* (appellation donnée par les fabricants) est la transmittance T. La transmittance doit être élevée (T360) pour les caméras dont la sensibilité est importante en noir et blanc.

Avec un T180 en plein jour, l'image sera surexposée, sans contraste, car l'optique ne saura pas arrêter suffisamment de lumière. Ces vari focales sont techniquement réservées aux caméras peu sensibles (à ne jamais utiliser avec du noir et blanc). Pour toutes les caméras de bonne qualité, il faut une fermeture T360, caractéristique donnée dans les documentations techniques des objectifs.



Figure 5.24 – Objectif de caméra (Bosch).

5.6 Focale

La longueur focale représente la distance du centre optique de la lentille au point où l'image se trouve dans le foyer le plus net et où le capteur de la caméra est localisé. La focale détermine l'angle de couverture d'une scène à visualiser de la caméra. Plus la focale est grande, plus l'angle de vue est étroit et plus la focale est petite, plus l'angle de vue est large (figure 5.25).

Un angle particulier produit une image similaire à celle perçue par l'œil humain. Un objectif donnant cet angle s'appelle *objectif normal*. La focale d'un objectif normal est approximativement égale à la diagonale d'une image. Par exemple, pour une caméra avec un capteur de 2/3", l'objectif normal aurait une focale de 12,5 mm, pour une caméra avec un capteur de 1/3" une focale de 8 mm. Une focale plus courte qu'une focale normale produit une vue d'angle plus large. Certains objectifs ont des longueurs de focales variables et sont appelés *zoom*.



Figure 5.25 – Objectif de type zoom (Bosch).

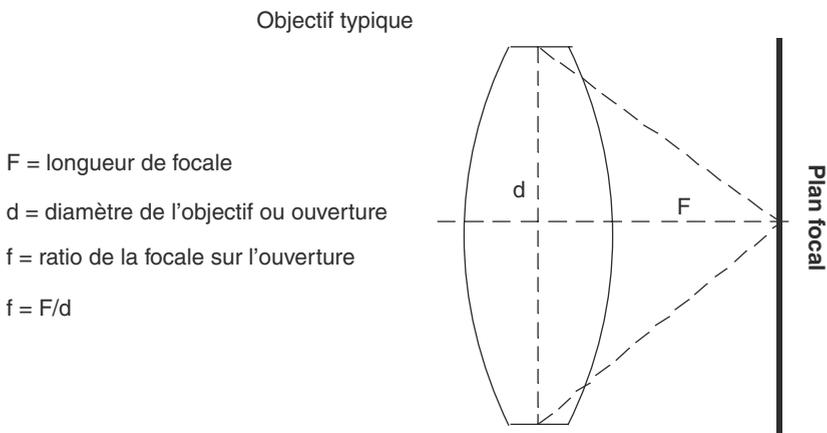


Figure 5.26 – Focale et plan focal.

5.6.1 Focale et taille du capteur

La taille du capteur est exprimée en pouces. On trouve plusieurs types de format : 1", 2/3", 1/2", 1/3", 1/4", 1/6" (figure 5.27).

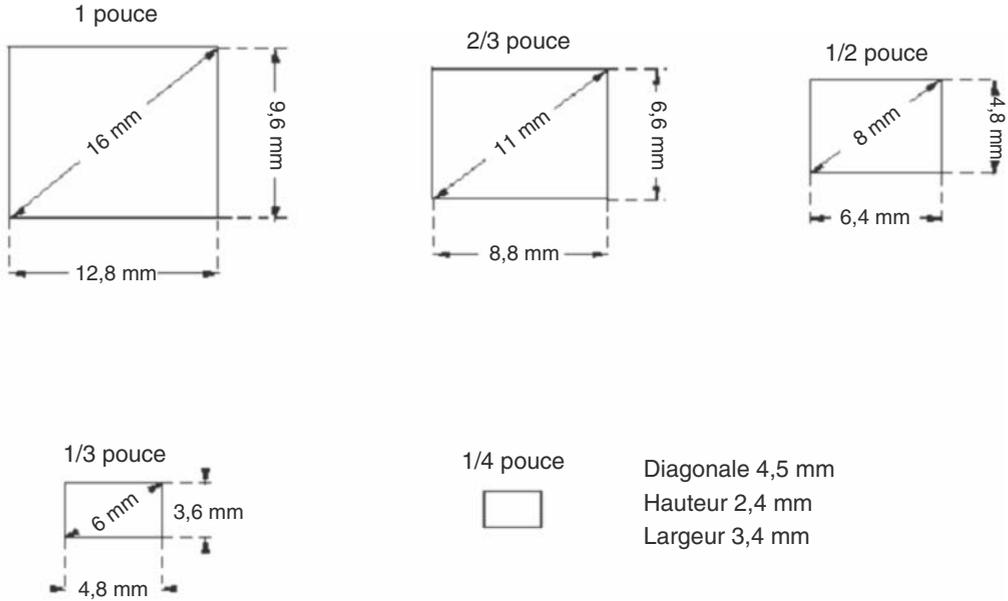


Figure 5.27 – Tailles de capteur.

À partir des caractéristiques dimensionnelles du capteur CCD de la caméra et de celles de la scène à visualiser, les deux formules ci-dessous permettent de déterminer le choix de l'objectif :

$$f = l \cdot D / W \quad f = h \cdot D / H$$

avec f la focale de l'objectif (mm), H la hauteur du plan à visualiser (m), W la largeur du plan à visualiser (m), D la distance entre l'objectif et le plan (m), h la hauteur du capteur CCD (mm) et l la largeur du capteur CCD (mm). Les dimensions des capteurs CCD sont données dans le tableau 5.5.

Tableau 5.5 – Dimensions des capteurs CCD.

	1"	2/3"	1/2"	1/3"	1/4"
Longueur	9,6 mm	6,6 mm	4,8 mm	3,6 mm	2,4 mm
Largeur	12,8 mm	8,8 mm	6,4 mm	4,8 mm	3,4 mm

La combinaison de la focale de l'objectif et de la taille du capteur CCD va permettre de définir l'angle de prise de vue.

Pour une taille de capteur identique, on peut obtenir un angle différent en faisant varier la distance focale f :

- plus on augmente la focale, plus on diminue l'angle ;
- plus on diminue la focale, plus on augmente l'angle.

Pour un capteur de 1/3" avec une focale de 6 mm et un capteur de 1/2" avec une focale de 4,8 mm nous obtenons le même angle de vision.

Le tableau 5.6 donne les angles de prise de vue en fonction de la focale et de la taille du capteur.

Tableau 5.6 – Focales et angles de vue.

Capteur 1/3" avec focale de	Capteur 1/2" avec focale de	Angle de vision
3,6 mm	4,8 mm	H = 68° / V = 52°
6 mm	8 mm	H = 44° / V = 34°
12 mm	16 mm	H = 23° / V = 17°
35 mm	50 mm	H = 8° / V = 5,8°
80 mm	110 mm	H = 3,4° / V = 2,4°

La figure 5.28 présente les différentes caractéristiques évoquées précédemment.

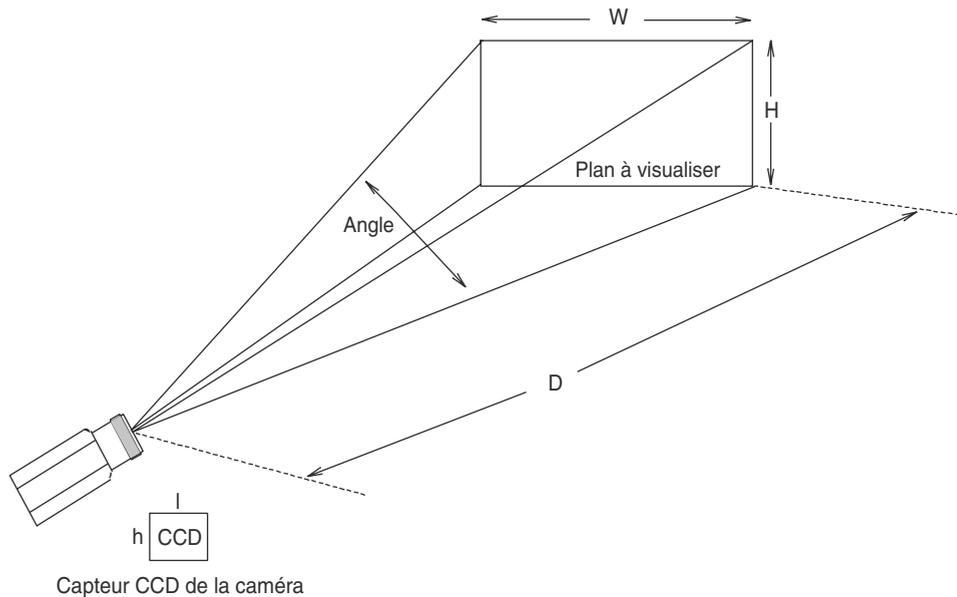


Figure 5.28 – Caméra et plan à visualiser.

La figure 5.29 représente les différentes focales associées aux angles de vue associés.

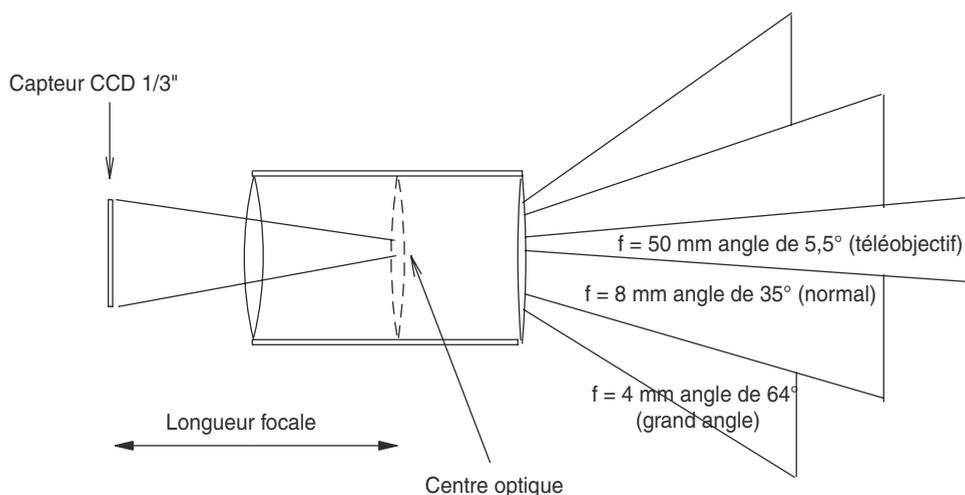


Figure 5.29 – Incidence de la focale sur l'angle de vue.

5.6.2 Relations entre longueur focale, taille du capteur CCD et dimensions de l'objet

Les tableaux 5.7 à 5.9 indiquent les résultats trouvés à partir de données fixées et de la formule suivante :

$$W = l \cdot D/f$$

Tableau 5.7 – Résultats de la largeur pour un capteur 1/3" utilisant un objectif de longueur focale de 3,6 mm et des valeurs exprimées en mètres.

Distance de l'objet à l'objectif	Hauteur de l'objet à visualiser	Valeur de la largeur de l'objet trouvé
2	2	2,66
4	4	5,33
6	6	8
8	8	10,6
10	10	13,33
14	14	18,66
16	16	21,33
18	18	24
20	20	26,66
25	25	33,33
30	30	40

Tableau 5.8 – Résultats de la largeur pour un capteur 1/3" utilisant un objectif de longueur focale de 4,3 mm et des valeurs exprimées en mètres.

Distance de l'objet à l'objectif	Hauteur de l'objet à visualiser	Valeur de la largeur de l'objet trouvé
2	1,6	2,23
4	3,3	4,46
6	5,0	6,69
8	6,6	8,93
10	8,3	11,16
12	10,0	13,39
14	11,7	15,62
16	13,3	17,86
20	16,7	22,32
25	20	27,90
30	22	33,48

Tableau 5.9 – Résultats de la largeur pour un capteur 1/4" utilisant un objectif de longueur focale de 3,6 mm et des valeurs exprimées en mètres.

Distance de l'objet à l'objectif	Hauteur de l'objet à visualiser	Valeur de la largeur de l'objet trouvé
2	1,3	1,77
4	2,7	3,55
6	4	5,33
8	5,3	7,11
10	6,7	8,88
12	8	10,66
16	10,7	14,22
18	12	16
20	15	17,77
25	20	22,22
30	25	26,66

5.6.3 Comment trouver la longueur focale ?

Dans cette configuration nous considérons que les caractéristiques de l'objet à visualiser sont connues (figure 5.30).

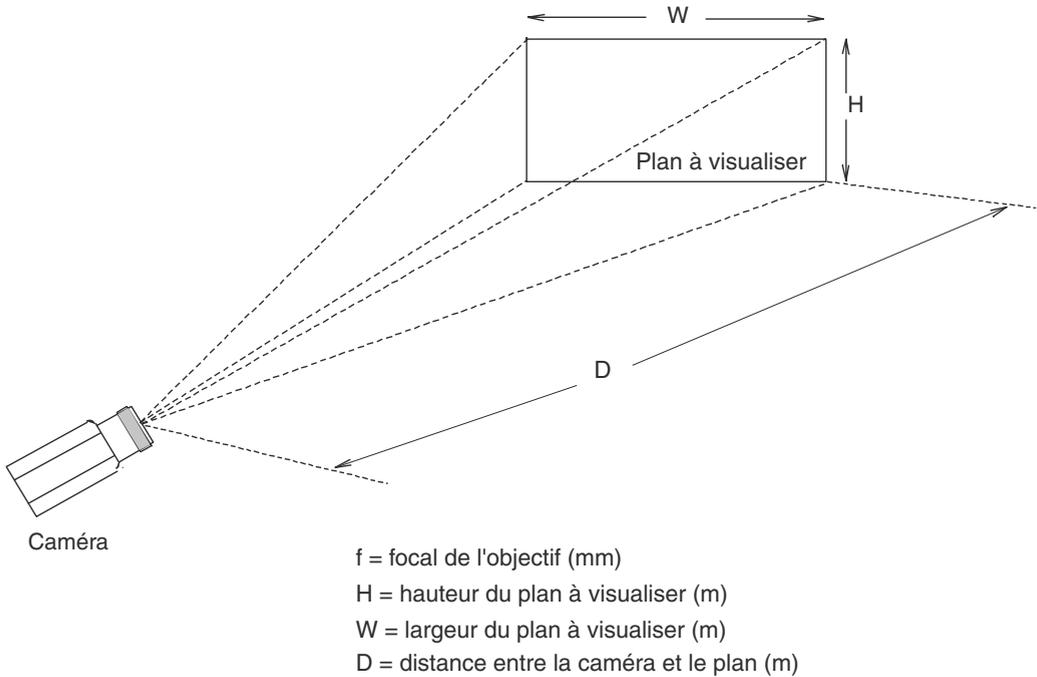


Figure 5.30 – Relation focale et plan à visualiser.

Le tableau 5.10 a été calculé en remplaçant les valeurs dans la formule établie précédemment.

Tableau 5.10 – Relation entre focale et capteur.

Taille du capteur	1"	2/3"	1/2"	1/3"	1/4"
En connaissant la hauteur de l'objet visualisé	$f = 9,6 D/H$	$f = 6,6 D/H$	$f = 4,8 D/H$	$f = 3,6 D/H$	$f = 2,4 D/H$
En connaissant la largeur de l'objet visualisé	$f = 12,7 D/W$	$f = 8,8 D/W$	$f = 6,4 D/W$	$f = 4,8 D/W$	$f = 3,4 D/W$

5.6.4 Comment trouver les dimensions de l'objet ?

Dans cette configuration nous considérons que les caractéristiques de l'objet à visualiser ne sont pas connues (tableau 5.11).

Tableau 5.11 – Relation entre focale et capteur et dimensions de l'objet

Taille du capteur	1"	2/3"	1/2"	1/3"	1/4"
Pour calculer la hauteur de l'objet visualisé	$H = 9,6 D/f$	$H = 6,6 D/f$	$H = 4,8 D/f$	$H = 3,6 D/f$	$H = 2,4 D/f$
Pour calculer la largeur de l'objet visualisé	$W = 12,7 D/f$	$W = 8,8 D/f$	$W = 6,4 D/f$	$W = 4,8 D/f$	$W = 3,4 D/f$

5.7 Diaphragme

Les fonctions optiques du diaphragme sont principalement au nombre de trois :

- la plus connue est celle de laisser passer plus ou moins la lumière vers le capteur CCD ;
- la deuxième est d'augmenter ou diminuer la profondeur de champ ;
- la troisième est d'atténuer certains défauts que les objectifs ont tous plus ou moins en fonction de leur qualité. Il s'agit des défauts dus aux aberrations de sphéricité et aux aberrations chromatiques.

La taille de l'ouverture est décrite en fonction de la focale. Ainsi l'ouverture est spécifiée par une lettre F et un chiffre. Si l'objectif a une longueur de focale de 50 mm et si le diamètre de l'ouverture claire de la lentille est de 25 mm, alors on dit que la lentille a une ouverture de F:2 (50 mm divisés par 25 égale 2). Une lentille de 50 mm avec une ouverture de F:2 a la même capacité de concentration de lumière qu'une lentille de 150 mm F:2, mais les composants de verre seront plus complexes à réaliser dans le but d'atteindre l'effet zoom.

La majorité des objectifs de vidéosurveillance ont un mécanisme intégré appelé *diaphragme*. Il permet de calibrer l'ouverture de l'objectif en fonction du niveau d'éclairage ambiant. Plus un objectif a une ouverture importante, plus il peut capturer des images rapidement car il permet de laisser passer une grande quantité de lumière pendant un temps très court. Une lentille avec une ouverture maximum de F:1.6, désignée sous le nom de lentille F:1.6, est dite plus « rapide » qu'une lentille F:4.2 ou une lentille F:8. Les caméras de vidéosurveillance sont rarement installées dans des situations où les niveaux de lumières sont réguliers. Les objectifs dotés d'un ajustement automatique du diaphragme contribuent de manière importante à la qualité des images dans de nombreuses applications.

La *profondeur de champ* est une autre caractéristique des objectifs (figure 5.31). Si une caméra est fixée sur un objet, l'image obtenue aura un certain champ de netteté devant et derrière cet objet.

Le *F-number* d'un objectif est une mesure représentant la capacité d'un objectif à laisser passer plus ou moins de la lumière.

L'ouverture maximale (valeur F minimum) lorsque l'objectif est complètement ouvert et l'ouverture minimale (valeur F maximum) juste avant que l'objectif ne soit complètement fermé.

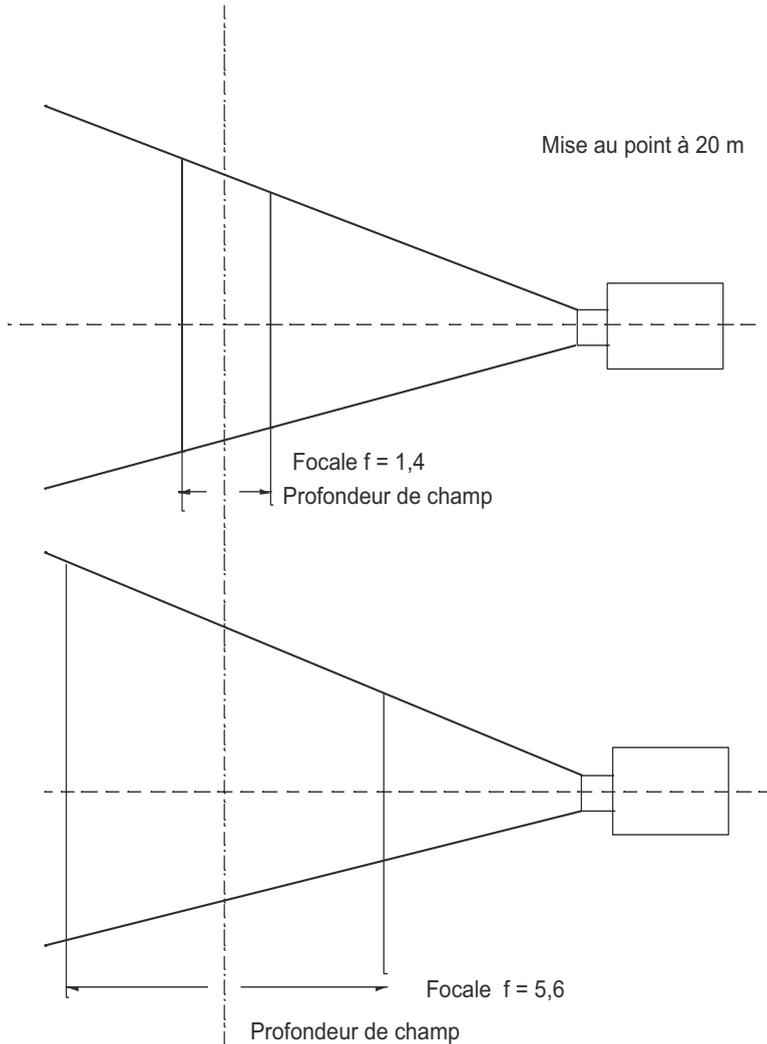


Figure 5.31 – Relation entre focale et profondeur de champ.

La profondeur de ce champ dépend de plusieurs éléments dont la longueur de la focale de l'objectif et la distance de l'objectif à l'objet.

- une profondeur de champ importante signifie qu'une grande partie du champ de vision est nette ;
- une profondeur de champ faible signifie qu'une petite partie du champ de vision est nette.

REMARQUE

La profondeur de champ des objectifs asservis est modifiée en permanence lors du réglage automatique de l'ouverture. En période nocturne, on constate un manque de profondeur de champ lorsque l'objectif est complètement ouvert (figure 5.32).

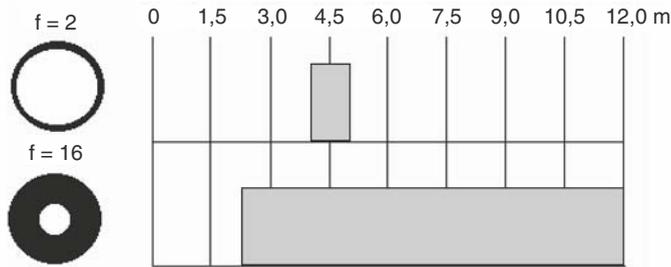


Figure 5.32 – Vitesse d'ouverture et profondeur de champ.

En pratique, on utilise généralement des objectifs asservis en extérieur, en raison des variations de lumière. En revanche en intérieur où la lumière est quasi constante, on utilisera des objectifs non asservis. Les nouvelles caméras à iris électronique permettent d'utiliser des objectifs à iris manuel là où les conditions de luminosité sont variables grâce à un dispositif électronique associé à la caméra (*shutter*). Mais il y a un inconvénient à cet artifice, le paramétrage de l'ouverture devient délicat :

- si l'iris est totalement ouvert pour un fonctionnement optimal en mode nuit, alors la profondeur de champ sera réduite entraînant une mise au point ardue ;
- si l'iris est fermé pour accroître la profondeur de champ, cela entraînera une dégradation du signal de la caméra dans des conditions de faible éclairage.

Une ouverture F avec une valeur basse donnera une meilleure image dans des conditions de faible éclairage.

REMARQUE

Avec un iris automatique, toujours ajuster la mise au point en faible lumière.

5.7.1 Iris automatique et manuel

Le rôle de l'iris est d'ajuster la quantité de lumière passant au travers de l'objectif. Il existe trois types d'iris sur les objectifs (figure 5.33) :

- iris manuel qui s'ajuste au moyen d'un anneau qui permet de sélectionner l'ouverture de l'iris (par exemple $F:1.4$, $F:2.0$...) ;
- iris automatique à courant continu qui est géré par le DSP de la caméra ;
- iris vidéo automatique qui est géré par le signal vidéo.

L'auto-iris sera préconisé pour une utilisation extérieure ; l'iris réglera automatiquement la quantité de lumière devant atteindre la caméra et donnera de meilleur résultat (en évitant une surexposition).

- un petit iris réduit la quantité de lumière donnant une meilleure profondeur de champ (une netteté d'image sur une grande distance) ;
- un large iris donnera de meilleures images en faible luminosité.

L'iris est défini par le *F-number* :

$$F\text{-number} = \text{longueur focale} / \text{diamètre de l'iris}$$

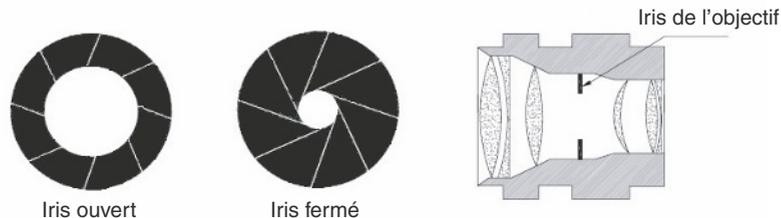


Figure 5.33 – Iris de l'objectif.

5.7.2 Objectifs et angles de vue associés

Le tableau 5.12 donne quelques valeurs d'angles de vue, valeurs en corrélation avec la longueur focale et le type de capteur.

Tableau 5.12 – Angles de vue de différents objectifs.

Longueur focale	Angle de vue sur le plan horizontal		
	pour un format 1/4"	pour un format 1/3"	pour un format 1/2"
1,6 mm	126°	180°	
2,2 mm	92,60°		
2,8 mm	71,54°	94,28°	
3 mm	64,24°		
3,4 mm	64,89°	89,55°	
3,5 mm	58,74°	79,83°	
3,6 mm	53,90°	72,00°	
3,7 mm	53,54°	71,02°	93,65°
4 mm	49,18°	63,89°	
4,2 mm	47,87°	64,27°	86,77°
4,8 mm	41,68°	55,11°	72,37°
5,8 mm	33,77°	44,07°	
6 mm	32,97°	43,55°	56,93°
6,2 mm	32,44°	42,82°	56,12°
6,3 mm	31,26°	41,12°	
6,5 mm	29,94°	39,73°	52,52°

Tableau 5.12 – Angles de vue de différents objectifs. (Suite)

Longueur focale	Angle de vue sur le plan horizontal		
	pour un format 1/4''	pour un format 1/3''	pour un format 1/2''
7,5 mm	26,15°	34,52°	45,05°
8 mm	25,15°	33,31°	43,88°
8,5 mm	24,02°	31,87°	42,09°
9 mm	22,30°	29,60°	39,11°
10 mm	19,89°	26,41°	34,96°
10,5 mm	18,97°	25,24°	33,49°
12 mm	16,55°	22,06°	29,42°
12,5 mm	16,21°	21,53°	28,51°
15 mm	13,29°	17,69°	23,54°
16 mm	12,70°	16,91°	22,48°
25 mm	8,23°	10,97°	14,62°
38 mm	5,59°	7,43°	
48 mm	4,42°	5,86°	7,73°
50 mm	4,13°	5,50°	7,32°
58 mm	3,62°	4,78°	
75 mm	2,75°	3,67°	4,90°

5.8 Fonctions avancées des caméras

5.8.1 CAG

■ Définition

CAG signifie « contrôle automatique de gain ». Dès que le niveau de lumière diminue, le CAG se met en action pour amplifier le signal. En revanche, le bruit est aussi amplifié.

Lorsque le signal est trop important, le CAG se coupe automatiquement, évitant de saturer l'image par des rayures.

Il arrive que dans certaines applications, on soit confronté à de brusques variations de lumière, par exemple un local qui disposerait de grandes baies vitrées laissant entrer la lumière du soleil. La solution consiste à s'équiper de caméras disposant d'une compensation automatique à un brusque éclaircissement. Il faudra tenir compte

de la résolution et de la sensibilité ainsi que d'autres paramètres qui seront abordés dans les chapitres suivants.

■ Influence du rapport signal/bruit

Le rapport signal sur bruit permet d'apprécier la pureté du signal vidéo fourni par la caméra.

Jusqu'à un rapport de 40 dB (correspondant à un rapport de 1 %), il est difficile pour un œil non averti de visualiser le bruit qui se matérialise par de la neige sur le moniteur.

Les caméras CCD ont un rapport signal/bruit qui est en général voisin de 50 dB. Elles sont équipées d'un CAG plus ou moins puissant. Ce CAG, qui est en fait un amplificateur automatique, va permettre d'amplifier le signal issu du CCD lorsqu'il est très faible, donc en cas de faible éclairement. Cette amplification se faisant au détriment du rapport signal/bruit, l'image sera plus lumineuse mais plus bruitée (neigeuse). Le niveau d'amplification, donc l'augmentation apparente de sensibilité, est différent d'une caméra à l'autre et varie de 6 dB à plus de 20 dB (soit une variation de 2 à 10).

REMARQUE

Rappelons que toute amplification de 6 dB double le signal vidéo ; un gain de 12 dB le multiplie par 4 (2×2), un gain de 18 dB le multiplie par 8 ($2 \times 2 \times 2$), etc.

Bien sûr, le bruit (la neige sur l'écran) est multiplié d'autant ; on voit donc qu'avec un gain de 18 dB on peut multiplier apparemment par 8 la sensibilité de la caméra, voire par 16 avec un gain de 24 dB.

Ce gain se fait bien sûr au détriment de la qualité. On voit donc qu'il est nécessaire de limiter ce CAG et ceci d'autant plus que le rapport signal/bruit est faible. On s'attachera à ce que ce rapport reste de l'ordre de 40 dB avec le CAG en marche.

Pour apprécier la sensibilité d'une caméra, il faut donc disposer de toutes les informations sur le mode de fonctionnement de la caméra et la qualité du signal fourni. Prenons par exemple les caractéristiques d'une caméra avec deux énoncés de caractéristiques qui pourraient faire croire qu'il s'agit de deux caméras différentes, dont une serait 100 fois plus sensible que l'autre, alors qu'en fait il s'agit de la même (tableau 5.13).

Les valeurs du tableau 5.13 appellent les commentaires suivants :

- il y a un diaphragme d'écart entre les deux caméras donc deux fois plus de lumière arrive dans la caméra 2 ;

Tableau 5.13 – Comparaison de caméras.

	Caméra 1	Caméra 2	Écart
Sensibilité	1 lx	0,01 lx	100
Ouverture d'objectif	1,4	1	2
Filtre IR	oui	non	3
CAG 18 dB	non	oui	8
Niveau signal vidéo	100 %	80 %	2

- la caméra 1 a une réponse spectrale trois fois plus large que la caméra 2, équipée du filtre IR qui supprime l'énergie IR ;
- un gain de 18 dB multiplie par 8 le signal vidéo mais au détriment de la qualité ;
- 80 % du signal total correspond à la moitié du signal vidéo utile.

Comment faire pour connaître réellement la sensibilité d'une caméra afin d'arriver à la qualité d'image souhaitée ? Essayez de glaner les différentes informations dans la documentation technique du fabricant. Faites vos propres mesures directement sur les produits concernés.

5.8.2 *Shutter* (obturateur électronique)

Dans une caméra standard, chaque point sensible est exposé pendant 1/50 de seconde (20 ms) avant de transférer sous forme de courant électrique l'énergie lumineuse accumulée par le capteur.

Si la scène observée est en mouvement pendant le temps d'exposition, on aura un flou sur l'image, de la même façon que si l'on prenait une photo avec un temps d'exposition trop long.

Ce flou sera d'autant plus important que :

- le temps d'exposition (sensibilisation) est long ;
- l'objet se déplace rapidement.

Afin de minimiser cet inconvénient, certaines caméras sont équipées d'un *shutter* (rideau) électronique ou obturateur électronique, qui permet de réduire le temps de sensibilisation du capteur avant le transfert. Ceci a pour effet de réduire le flou, mais aussi de réduire la sensibilité dans le même rapport.

En fonction des caméras, plusieurs vitesses de *shutter* (ou d'obturateur électronique) sont disponibles permettant de réduire un flou de mouvement plus ou moins rapide.

Une caméra équipée d'un *shutter* au 1/1 000 permettra de fournir l'image nette d'un objet en mouvement très rapide alors qu'une caméra équipée d'un *shutter* au 1/250 ne le pourra que pour des mouvements plus lents.

REMARQUE

L'augmentation de la vitesse du *shutter* diminue la sensibilité, mais nous pouvons diminuer la vitesse du *shutter* pour augmenter la sensibilité.

L'option appelée *rétenion de trames* permet d'obtenir des sensibilités très basses mais n'est exploitable que sur des prises de vues relativement statiques (tableau 5.14).

Tableau 5.14

Vitesse d'obturateur	Réduction de la sensibilité
1/50	néant
1/250	5
1/1 000	20
1/2 000	40
1/10 000	200

5.8.3 Caméra avec ELC (*Electronic Light Control*)

Certaines caméras sont équipées d'un système de contrôle automatique de la vitesse du *shutter* électronique. Ceci permet d'éviter l'utilisation d'un objectif asservi ; la vitesse du *shutter* qui influence la sensibilité (voir plus haut) est automatiquement pilotée par le niveau du signal vidéo, de la même façon que le signal vidéo asservit le diaphragme d'un objectif. Avec des scènes bien éclairées, la qualité de l'image obtenue est toutefois moins bonne qu'avec un objectif asservi. En effet, en utilisant un système ELC, l'objectif travaille avec un diaphragme ouvert au maximum en permanence. Dans ce cas, la qualité optique de l'objectif est moins bonne que lorsque le diaphragme est fermé (voire une absence de profondeur de champ). De plus, l'aberration chromatique est plus marquée avec l'utilisation du *shutter* qu'avec la fermeture du diaphragme. L'utilisation sous un éclairage néon peut également provoquer des effets stroboscopiques indésirables.

5.8.4 Synchronisation

■ Genlock

Le *genlock* est la possibilité qu'ont certaines caméras d'être synchronisées par un signal de synchronisation extérieure. L'utilisation d'une synchronisation externe nécessite un deuxième câble. Cependant si les caméras sont connectées sur les phases différentes d'une installation triphasée, on atteint les limites de la synchronisation secteur jusqu'à 1/150 de seconde de déphasage entre deux caméras connectées sur deux phases différentes.

Dans les autres cas, la synchronisation peut être soit interne, grâce à une horloge interne, soit faite par le 220 V du secteur (position LL pour *Line Lock*).

L'usage de la synchronisation sur secteur permet d'avoir des signaux vidéo synchronisés entre plusieurs caméras.

■ Phase lock

Certaines caméras sont équipées d'un système permettant de compenser le déphasage des tensions réparties à différents endroits du site et donc d'avoir des caméras synchronisées sur ces installations.

5.8.5 Prépositionnements ou cibles

On appelle *préposition* ou *cible*, une scène vidéo programmée (avec définitions spécifiques pour ce qui est des paramètres de *pan*, de *tilt*, de zoom et de focus) pouvant être rappelée automatiquement. Selon le type d'installation utilisée, il peut être possible d'avoir plusieurs cibles prédéfinies.

Cette fonction peut être très utile lorsque d'autres installations de sécurité sont présentes sur le site comme le contrôle d'accès, la détection intrusion voire une installation de détection incendie. Dès que toute action ou anomalie est détectée, une caméra peut entamer un cycle de prépositions permettant d'effectuer une levée de doute vidéo. Il est fortement conseillé de bien analyser les différents scénarios avant de valider la programmation des cycles de prépositionnements.

Exemples : badge de contrôle d'accès, activation d'une barrière levante, franchissement d'une barrière infrarouge, etc.

■ Paramétrage des utilisateurs

Les utilisateurs sont les personnes autorisées à utiliser le pupitre de télécommande. Ils sont généralement classés en fonction des privilèges d'accès au système dont ils disposent. Ainsi certains d'entre eux peuvent n'avoir accès qu'aux commandes standard (sélection des caméras et des moniteurs par exemple), tandis que d'autres sont autorisés à accéder aux fonctions plus avancées du système (armement et désarmement des moniteurs par exemple). Chaque utilisateur doit saisir son code d'identification et son mot de passe.

■ Établissement des zones masquées (masquage dynamique)

Les zones masquées sont les sections cachées de la zone de visualisation du dôme. Ces masques empêchent les utilisateurs du système de surveillance de visualiser ces zones désignées. Les zones masquées se déplacent par rapport à la position *pan/tilt* du dôme. De plus, la taille apparente des zones masquées s'ajuste automatiquement avec le niveau de zoom.

Les zones masquées peuvent être très utiles pour les zones à haut niveau de sécurité. Par exemple, on peut définir une zone masquée autour d'un distributeur automatique de billets (DAB). En revanche on peut voir les personnes à proximité du DAB.

6.1 Enregistreurs analogiques

Commençons par une présentation succincte des magnétoscopes utilisés en vidéo-surveillance. Bien qu'ils soient de moins en moins utilisés, il arrive parfois d'en trouver en fonctionnement.

6.1.1 Magnétoscopes de vidéosurveillance

Le magnétoscope permet l'enregistrement des images sur des cassettes de type VHS et la restitution du signal vidéo mémorisé.

Un magnétoscope standard enregistre en continu le signal vidéo à raison de 50 trames par seconde (une image = deux trames).

Ces magnétoscopes n'ont rien à voir avec ceux que nous avons dans nos salons. Ils sont d'abord d'une constitution plus robuste (fonctionnement 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7) et possèdent la particularité d'enregistrer des séquences vidéo d'une durée de 24 heures, 720 heures ou 960 heures sur une cassette de 3 heures.

Un magnétoscope de vidéosurveillance permet en plus un enregistrement fractionné qui permet ainsi d'augmenter le nombre d'heures d'enregistrement en diminuant le nombre de trames par seconde. En langage professionnel on parle de *time lapse* (magnétoscope à échantillonnage).

Les caractéristiques de ces appareils sont :

- vitesse d'enregistrement réglable, de temps réel jusqu'à 960 heures.
- enregistrement sur événements (entrées alarmes disponibles),
- gestion des alarmes,
- recherche sur alarmes,
- recherche sur date/heure,
- enregistrement du son,
- recherche rapide.

Ce matériel est encore en fonction mais est peu à peu remplacé par des enregistreurs numériques, une voie permettant de ne pas remettre en cause toute l'installation. La figure 6.1 donne un exemple d'installation de vidéosurveillance avec magnétoscope.

Dans cet exemple, le magnétoscope enregistre 1 image sur 4 soit environ 6 images par seconde. Ceci permet de multiplier par autant (6) la durée d'enregistrement qui passe de 3 heures à 18 heures. Bien sûr, s'il se passe quelque chose dans

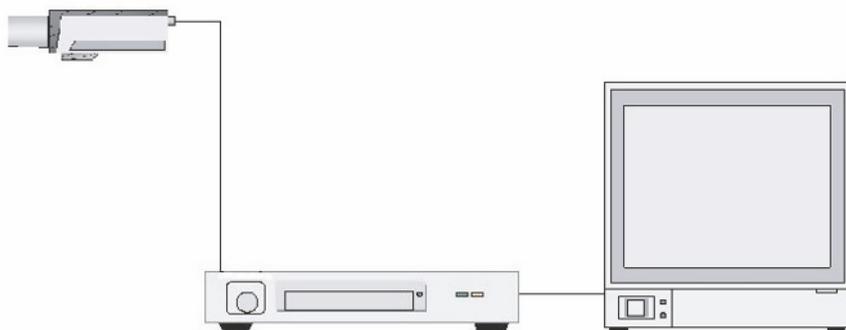


Figure 6.1 – Installation CCTV : magnétoscope, caméra, écran.

l'espace-temps (120 ms) des 3 images où le système ne mémorise pas, il est impossible de visualiser les images correspondantes, puisqu'elles n'ont pas été mémorisées.

En général, en mode *time lapse*, les magnétoscopes mémorisent les images en faisant défiler la bande au ralenti. Pour les modes allant jusqu'à 24 heures et au-delà la bande magnétique défile de façon saccadée au rythme de l'échantillonnage sélectionné. Le tableau 6.1 indique les temps de rafraîchissement des images sur la bande.

Tableau 6.1 – Temps de rafraîchissement des images sur la bande.

Mode	Temps entre chaque mémorisation (en ms)	
	Stockage trame	Stockage image
3 heures	20	40
18 heures	120	240
24 heures	160	320
48 heures	320	640
72 heures	480	960
120 heures	800	1 600
240 heures	1 600	3 200
480 heures	3 200	6 400

Afin de mémoriser davantage de détails lors d'une séquence d'alarme, les magnétoscopes de vidéosurveillance sont équipés d'une entrée d'alarme qui permet de repasser en mode enregistrement de 50 trames/s dès l'apparition d'une alarme.

6.1.2 Caractéristiques générales des magnétoscopes

■ Standards utilisés

Les cassettes VHS et SVHS sont les formats d'enregistrement les plus courants aujourd'hui en vidéosurveillance. Le SVHS permet d'obtenir une meilleure qualité d'enregistrement des images couleurs, mais nécessite des caméras et moniteurs adaptés si l'on souhaite exploiter la qualité offerte par ce standard.

■ Résolution horizontale

Les magnétoscopes VHS et SVHS permettent d'obtenir en moyenne 300 lignes en monochrome et 240 lignes en couleur.

Les meilleurs magnétoscopes SVHS permettent d'obtenir jusqu'à 400 lignes de définition. Pour bénéficier de toutes les performances de qualité du SVHS, il faut cependant utiliser des caméras fournissant un signal Y/C séparé qui nécessite un second câble coaxial.

■ Rapport signal sur bruit

Comme dans le cas d'une caméra, le rapport signal sur bruit définit le rapport entre les parasites et le signal utile qui matérialise l'image vidéo. Bien souvent, le rapport signal sur bruit est de l'ordre de 43 dB, soit 10 dB de moins que le signal fourni par la caméra.

On voit donc que l'enregistrement sur magnétoSCOPE entraîne une dégradation d'un facteur de 2 à 4 de la qualité du signal.

L'énoncé de ces deux caractéristiques montre déjà à quel point la qualité de l'image est dégradée par l'usage du magnétoSCOPE.

Cette dégradation est encore augmentée par l'utilisation du mode *time lapse* mais il est malheureusement impossible de trouver dans la documentation des fabricants les performances des magnétoscopes dans ce mode d'enregistrement, qui est pourtant le plus courant en vidéosurveillance.

■ Stockage trame ou image

Le stockage de trame est couramment utilisé car il permet d'annoncer des temps d'enregistrement plus longs. Il permet aussi une image stable en arrêt sur image, si l'image représente un objet en mouvement rapide.

En lecture on n'aura qu'une seule trame donc une définition divisée par deux. En arrêt sur image, les magnétoscopes classiques affichent une seule trame.

■ Arrêt sur image

Afin de pouvoir visualiser un détail à un instant précis, les magnétoscopes permettent un arrêt sur image avec un système pour positionner précisément le début de lecture de la bande pour éviter la barre de bruit intertrame. Certains magnétoscopes haut de gamme sont en plus équipés d'une mémoire numérique. Ce gel électronique de l'image permet ainsi de ne pas trop user la bande à l'endroit où elle est intéressante tout en visualisant l'image le temps nécessaire à son interprétation.

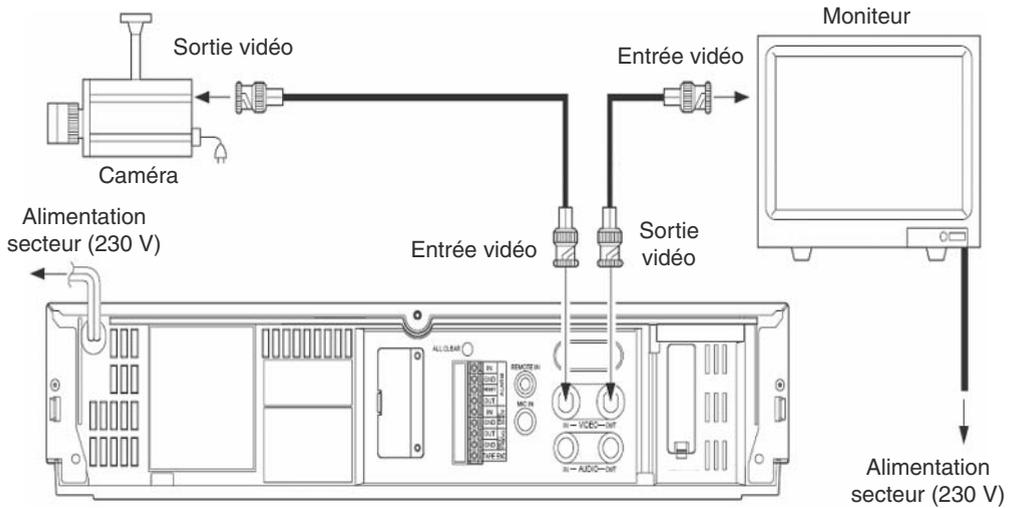


Figure 6.2 – Liaison filaire : magnéscope, caméra, écran.

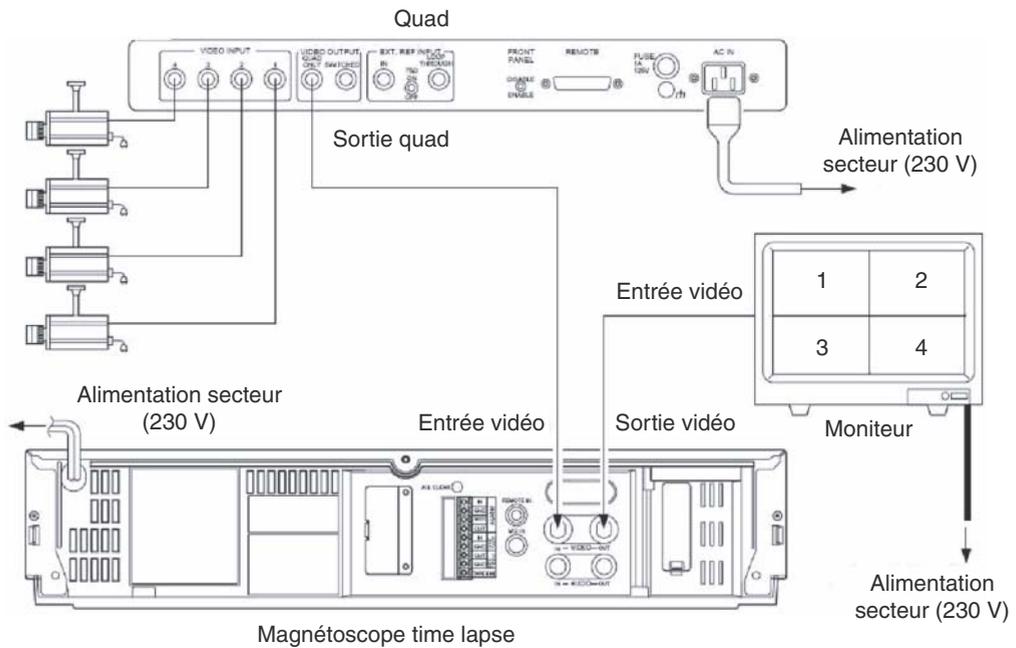


Figure 6.3 – Liaison filaire : magnéscope, caméra, quad, écran.

■ Vitesse de lecture

La bande peut être relue à une vitesse différente de la vitesse d'enregistrement afin de faciliter l'exploitation. La vitesse peut être soit plus lente, soit plus rapide, en fonction du résultat recherché.

■ Générateur horaire

En général, les magnétoscopes sont équipés d'un générateur horaire permettant l'incrustation de l'heure et du jour des images mémorisées.

■ Maintenance

Le magnétoscope est composé de nombreuses pièces mécaniques en frottement qui s'usent et s'encrassent dans le temps. Une maintenance périodique est donc nécessaire pour conserver une qualité d'image acceptable. Il est courant que les coûts de maintenance doublent le coût du magnétoscope sur une durée relativement courte. Les entretiens sont de plusieurs types :

- simple nettoyage des parties mécaniques à effectuer chaque mille heures de fonctionnement,
- échange des moteurs et têtes d'enregistrement environ chaque 3 000 heures.

Les figures 6.2 à 6.4 donnent des exemples de configuration type :

- installation composée de quatre caméras reliées à un quad, d'un magnétoscope *time lapse* et d'un moniteur de visualisation,
- installation équipée de huit caméras, d'un commutateur séquentiel d'un magnétoscope *time lapse* et d'un moniteur de visualisation.

6.2 Enregistreurs numériques

Les systèmes d'enregistrement analogique sont remplacés progressivement par des systèmes numériques qui offrent une qualité d'image identique à celle fournie par la caméra. Le support peut être aussi bien la bande magnétique ou le disque dur qui en plus offre un accès direct et immédiat à l'image.

La présence incontournable des ordinateurs dans les différents secteurs économiques et la fulgurante montée en puissance de ces appareils ont permis à l'enregistrement numérique de devenir un élément essentiel dans le secteur de la sécurité des biens et des personnes. *De facto*, cette puissance en fera un standard dans les années à venir.

La technologie numérique permet un certain nombre de fonctions telles que :

- analyse d'images (reconnaissance d'objet, reconnaissance faciale, lecture de plaques minéralogiques),
- programmation de la détection de mouvement,
- recherche indexée de tout événement enregistré, etc.,
- archivage sur tout support informatique et copie sans dégradation de l'enregistrement, paramétrage du choix de la qualité d'enregistrement (compression, nombre d'images par seconde, etc.), meilleure sécurisation des accès aux équipements techniques par des mots de passe et hiérarchisation d'accès...

Les systèmes numériques de vidéosurveillance ne sont pas des systèmes cloisonnés ; ils permettent une multitude de possibilités d'évolution et facilitent la convergence d'autres fonctions de sécurité, telles que :

- système de contrôle d'accès,
- système de détection d'intrusion,
- système de détection d'incendie,
- supervision, etc.

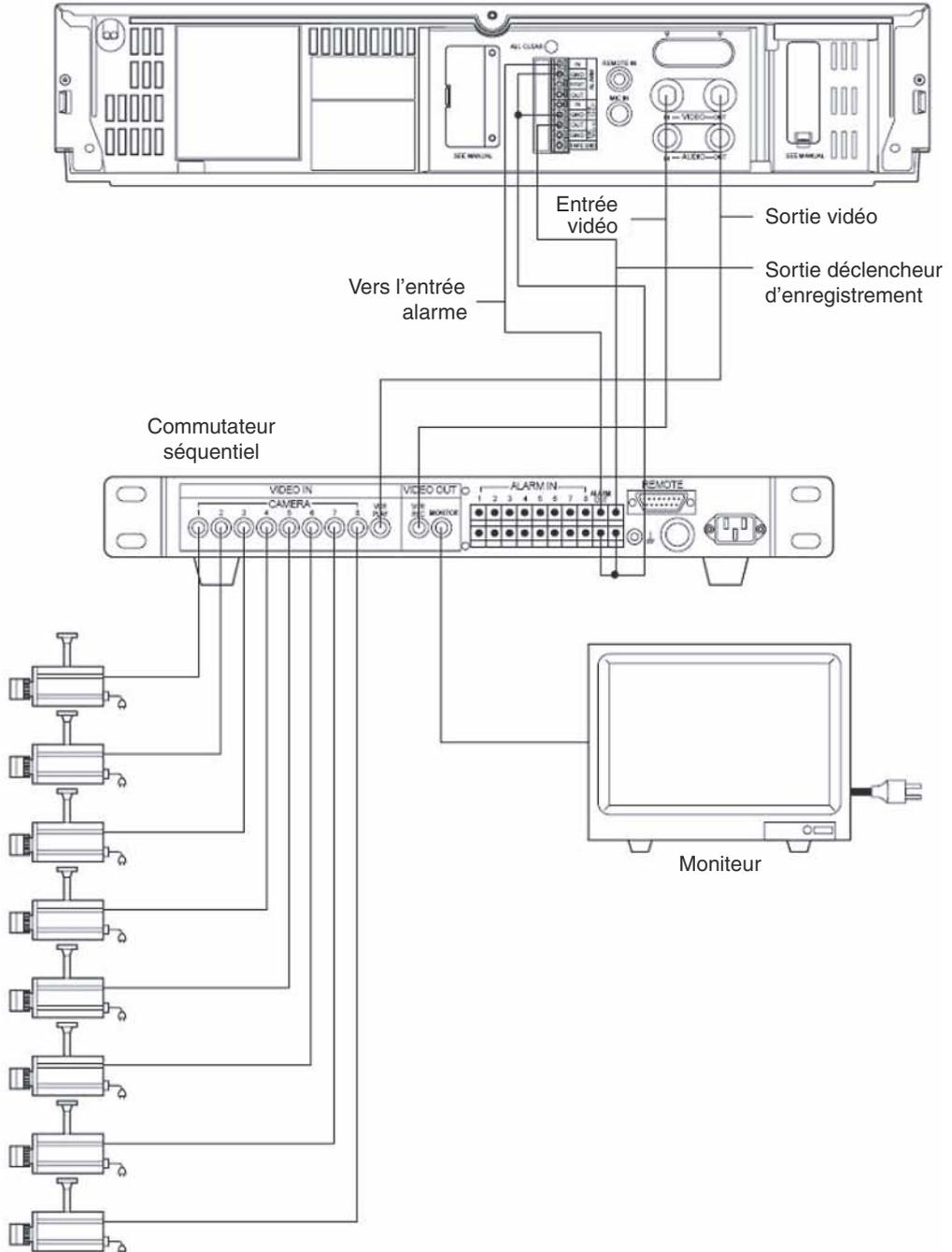


Figure 6.4 – Installation CCTV : commutateur séquentiel, magnétoscope, caméra, écran.

6.2.1 Caractéristiques et fonctions des enregistreurs numériques

Depuis quelques années, les enregistreurs numériques sont venus supplanter les magnétoscopes. Ces enregistreurs numériques permettent la mémorisation et la gestion d'une banque de données de capacité sans commune mesure par rapport aux magnétoscopes. En outre ces équipements, de par leurs progrès technologiques, ont accéléré la convergence des équipements liés à la sécurité électronique.

Dans une application de sécurité, la nécessité de stockage est très souvent du type événementiel. Il y aura par exemple un déclenchement du stockage lorsque survient alarme, passage ou accès.

Un système numérique, grâce à sa capacité de stockage et sa rapidité de réaction, peut travailler suivant ce mode de fonctionnement et donc ne mémoriser que lorsque c'est utile. Ce type de fonctionnement est impossible avec un magnétoscope qui nécessite quelques secondes avant le démarrage de la mémorisation.

C'est pourquoi les magnétoscopes de vidéosurveillance mémorisent en permanence une image toutes les x secondes afin de pouvoir réagir immédiatement en cas d'événement. L'inconvénient de ce fonctionnement est d'avoir souvent 99 % d'images qui ne présentent aucun intérêt pour la sécurité.

Un système numérique peut encore aller plus loin en ne mémorisant que la partie utile à l'intérieur de l'image, par exemple « l'accès d'une porte ». Ce traitement et cette gestion de zone image permettent bien sûr d'augmenter les capacités de stockage puisque seulement une partie de l'image sera stockée sur le disque dur.

■ Stockage intelligent

Il est rare qu'un système de sécurité ne soit constitué que d'une seule caméra. Dans un système conventionnel analogique, il y a donc un commutateur vidéo qui connecte la caméra désirée sur le magnétoscope dès l'apparition d'une alarme. Deux inconvénients rendent souvent inefficace le système d'enregistrement :

- le temps de réaction du capteur d'alarme, puis du système de commutation entraîne un retard dans le démarrage de la mémorisation ;
- l'impossibilité de mémoriser deux caméras en même temps.

Un système numérique peut être constitué de deux types de mémoire :

- des mémoires tampons qui mémorisent les images de x caméras connectées au système ;
- un disque dur de grande capacité qui mémorise les images issues des mémoires tampons.

Chaque mémoire tampon contient des images anciennes de quelques secondes ou fractions de seconde. Lorsqu'un ou plusieurs événements surgissent, le système numérique transfère les images des mémoires tampons vers le disque dur. On mémorise donc les images avant et après l'événement.

■ Gestion du fichier image

La mémorisation d'images est intéressante, mais encore faut-il retrouver la bonne image. Le stockage numérique va permettre à partir des enregistrements, d'identifier chaque image et de pouvoir les rechercher facilement par la suite. On dispose en

fait des mêmes possibilités qu'avec un fichier clients, articles, etc. À l'information image, on peut associer la date, l'heure, le numéro de caméra, etc.

Lors de la consultation des fichiers images, il suffit de demander l'image selon par exemple, les critères énumérés plus hauts pour obtenir immédiatement l'image désirée. Des logiciels de traitement d'images peuvent être sélectionnés pour effectuer des zooms et des filtres divers afin de mieux visualiser ou imprimer l'image consultée.

■ Potentiel d'évolution

Un système de stockage numérique peut donc être facilement complété par un système de transmission d'images par téléphone. En effet, afin d'augmenter la capacité de stockage, la compression d'images fait souvent partie intégrante du système de stockage. Le fichier image est donc ainsi réduit et peut facilement être transmis *via* un modem ou une interface de réseau téléphonique numérique.

L'association du stockage, de la séquence d'alarme et de la transmission, devient intéressante pour le télésurveilleur (et son client) qui pourra faire une levée de doute selon les images fournies avant et pendant l'événement.

Le système d'acquisition DVR (*Digital Video Recorder*) ou enregistreur numérique se décline en deux types.

6.2.2 Enregistreur numérique *standalone*

Cet appareil se décline en plusieurs versions allant de 1 à 32 voies en passant par le 4 voies, 6 voies, 8 voies, 9 voies, 16 voies, permettant de répondre à toutes les applications possibles et imaginables (figure 6.5).

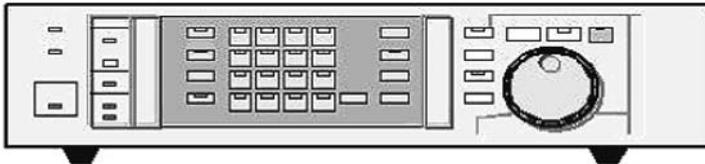


Figure 6.5 – Enregistreur numérique *standalone*.

Cet appareil permet de visualiser et enregistrer jusqu'à seize caméras couleur ou noir et blanc (on trouve des enregistreurs d'une voie). Il intègre un multiplexeur ; de ce fait en mode visualisation on peut obtenir un affichage des images en plein écran ou par série de 4, 6, 9, 12, 16.

Certains possèdent la fonction PIP (*Picture in Picture*), image dans l'image.

Ils peuvent être soit triplex soit quadriplex, c'est-à-dire qu'ils peuvent effectuer plusieurs fonctions en simultanée telles qu'enregistrer, lire les enregistrements, visualiser localement, visualiser à distance.

Les enregistrements peuvent être :

- continus ou liés à la détection d'activité ou des entrées alarme,
- suivant une gestion horaire (par jour ou par date ou heure).

6.2.3 Enregistreur numérique base PC

C'est un système dans lequel on vient installer des cartes d'acquisitions *plug and play* de différentes tailles, 1 entrée, 2 entrées, 4 entrées, 8 entrées, de manière à configurer le système de vidéosurveillance (figure 6.6).

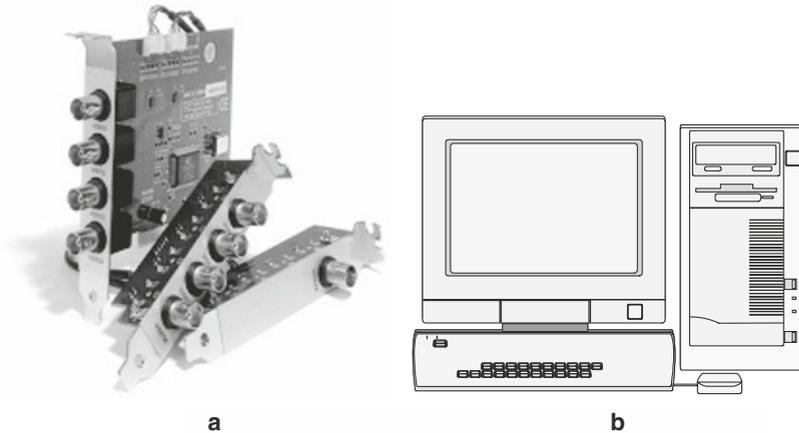


Figure 6.6 – Enregistreur numérique base PC.

Ces cartes s'installent dans les logements libres des PC. Il est important de vérifier la qualité de ces produits qui viennent de tout horizon !

Il y a différentes options de choix des cartes d'acquisition :

- soit une seule carte qui associe un multiplexeur en entrée et un décodeur vidéo ;
- soit plusieurs cartes d'acquisition avec un décodeur vidéo par voie, mais le coût sera supérieur.

Le choix du système dépend fortement du besoin de l'utilisateur ; s'il souhaite surveiller tout en enregistrant simultanément plusieurs caméras, cela impliquera une problématique liée à la bande passante. L'artifice sera de passer à la carte d'acquisition avec un multiplexeur intégré.

Par exemple, supposons qu'une carte d'acquisition ait la capacité de travailler à 80 images par seconde et si elle est reliée à 8 caméras, elle ne peut capter que 10 images par seconde au maximum et par caméra.

6.2.4 Archivage des images et données

L'enregistreur numérique dispose d'un disque dur permettant l'archivage des caméras. La capacité de disque dur est définie suivant le souhait du client (qualité de l'image, taille de l'image, type d'image couleur ou noir et blanc, nombre d'images par seconde par caméra, nombre d'heures d'enregistrement, de jours d'enregistrement, etc.). La capacité du disque dur voire des disques durs peut devenir un enjeu technique et économique important lors de la phase de conception du système de vidéosurveillance et il est important de ne pas négliger ce poste.

Le **RAID** (*Redundant Array of Independent/Inexpensive Drivers*) est l'association de plusieurs disques durs dont l'exploitation est considérée comme une seule entité physique par le système de gestion. Le but de RAID est de créer des systèmes redondants à partir de plusieurs disques durs, de manière à préserver les données en palliant une défaillance d'un disque dur. Cette architecture permet aussi d'augmenter la capacité de sauvegarde par simple adjonction de disques durs.

Il existe plusieurs types d'association de disques durs dont voici les principales :

- RAID 0 : appelé aussi *stripping* (en bandes) dans cette configuration les données sont réparties suivant les disques existants. L'inconvénient est qu'en cas de panne d'un disque dur, la totalité des données est perdue ;
- RAID 1 : appelé aussi *mirroring*. Le principe consiste à dupliquer les données pour les stocker sur plusieurs disques durs (on parle de disque miroir). Cette architecture permet en cas de panne d'un disque dur de garder le système opérationnel ;
- RAID 3 : cette architecture est composée de trois disques au minimum. Le principe consiste à stocker les données sur $n - 1$ disques dont la configuration est de type RAID 0 et le dernier disque stocke la parité. Cela permet en cas de panne d'un des disques durs de reconstruire les données à partir du disque de parité ; en revanche, si ce dernier tombe en panne, le système devient un système de type RAID 0 ;
- RAID 4 : cette architecture ressemble fortement au type RAID 3 ;
- RAID 5 : cette architecture utilise le *stripping*, le stockage de la parité se fait circulairement sur les différents disques. De ce fait on dispose toujours de l'accessibilité aux données en cas de défaillance d'un disque dur ;
- RAID 6 : architecture similaire au RAID 5 et amélioration de la sécurisation qui a été accrue par l'adjonction de deux parités au lieu d'une ;
- RAID 7 : architecture similaire au RAID 3 mais vitesse accrue ;
- RAID 0+1 : architecture associant en cascade un RAID 0 et RAID 1 ;
- RAID 1+0 : architecture associant en cascade un RAID 1 et un RAID 0 ;
- RAID 50 : architecture associant en cascade un RAID 5 et un RAID 0.

6.2.5 Liaison au réseau informatique

Dans la majeure partie des installations de vidéosurveillance, l'utilisateur souhaite que son « stockeur numérique » puisse être interrogé à distance. Il s'avère que les enregistreurs disposent d'une carte Ethernet permettant une liaison sur le réseau informatique du site, ainsi chaque PC disposant d'une licence peut être autorisé à interroger l'enregistreur de son poste.

Chaque utilisateur peut venir interroger l'enregistreur numérique afin de visualiser en temps réel les différentes caméras ou aller chercher dans le disque dur les séquences vidéo pour une éventuelle sauvegarde sur un support informatique (cédérom, clé USB, etc.) (figure 6.7).

6.2.6 Extension de l'installation de vidéosurveillance

Les fabricants ont mis sur le marché des enregistreurs numériques aux configurations multiples permettant à tout un chacun de bâtir la solution répondant à ses besoins.

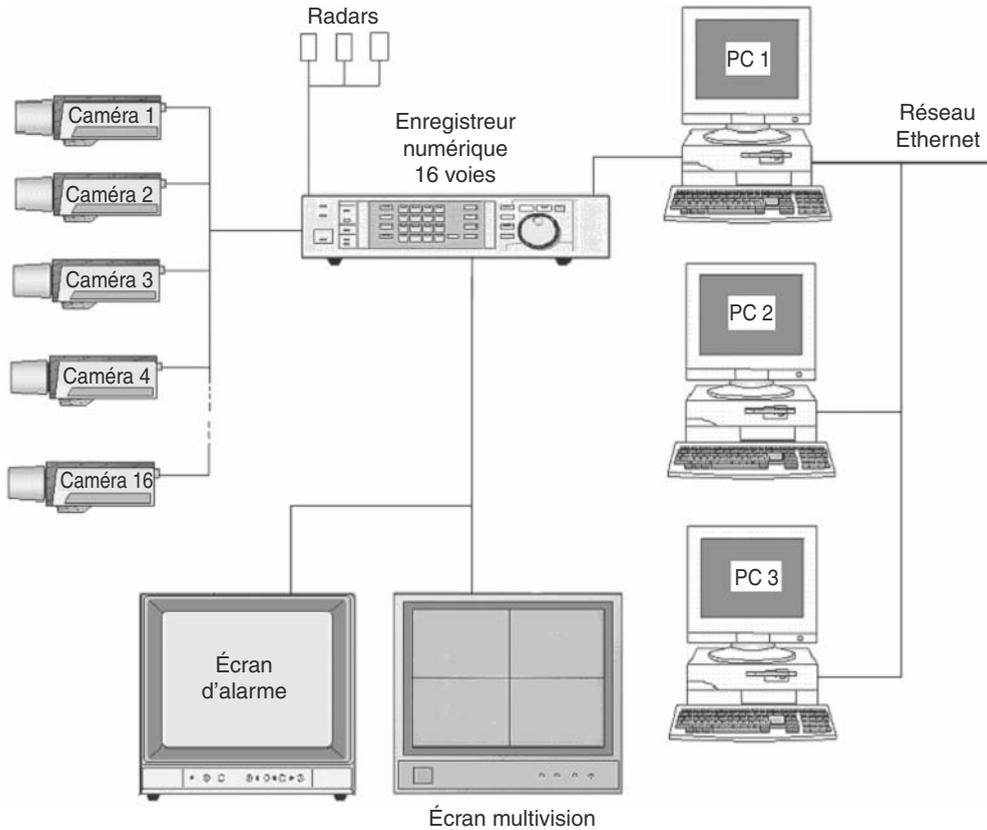


Figure 6.7 – Enregistreur numérique en réseau avec trois PC.

Voici les principales configurations :

- nombre de voies d'entrée caméra (4 ; 6 ; 8 ; 9 ; 16 ; 32),
- taille du disque dur,
- nombre d'entrées alarme,
- nombre et type de sorties écran,
- capacité du nombre d'images enregistrées par seconde,
- caractéristique de l'image,
- type d'algorithme de compression, etc.

Il est prudent de ne pas négliger une éventuelle extension qui souvent oblige l'utilisateur à reconduire le même matériel. L'avantage de la plupart des enregistreurs numériques est qu'il est possible de les associer afin de suivre l'évolution de l'installation et de la rendre pérenne dans le temps (figure 6.8).

REMARQUE

Il faut avoir à l'esprit que les enregistreurs numériques de différentes marques ne sont pas forcément compatibles entre eux (logiciel propriétaire, type de compression, type de télémétrie, etc.).

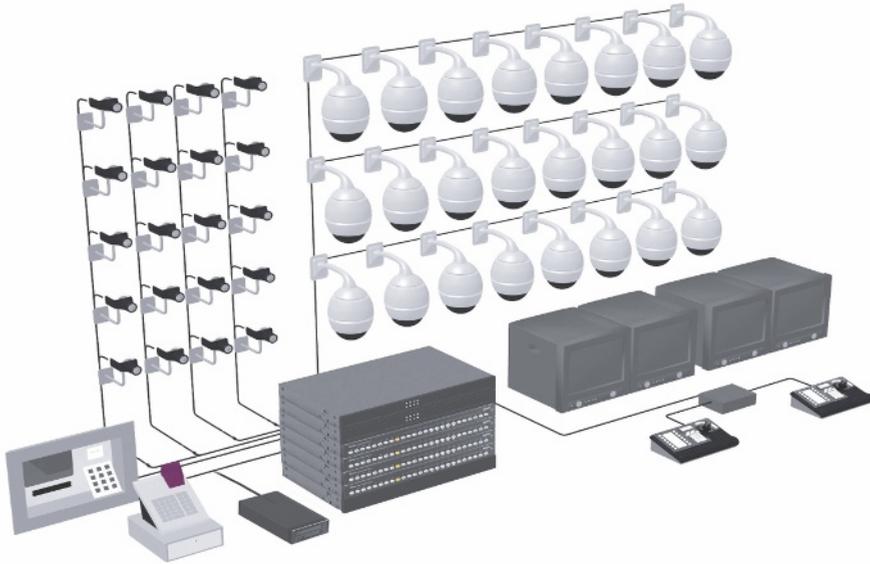


Figure 6.8 – Enregistreurs numériques mis en cascade (Bosch).

6.2.7 Enregistreur numérique embarqué

Cette catégorie d'appareil dispose d'un système antichoc permettant son intégration dans les engins mobiles (bus, voitures, camions) et d'une alimentation de type 12 Vdc.

7 • ACCESSOIRES ET AUTRES CONSIDÉRATIONS MATÉRIELLES

B

ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

7.1 Caissons de protection

Nous avons vu dans les précédents chapitres que le choix d'une caméra dépendait de plusieurs paramètres. Or un paramètre tout aussi important que les autres est le caisson de protection.

Le caisson est un boîtier qui permet de protéger la caméra et l'objectif contre les agressions de l'environnement et les conditions climatiques (figure 7.1).



Figure 7.1 – Caisson de protection d'une caméra (Bosch).

Les agressions principales contre lesquelles les caissons doivent résister sont l'eau, la poussière, la température, le soleil, les chocs.

Il existe une classification standard en matière d'indice de protection (IP) qui permet de connaître la résistance aux agressions extérieures. Le tableau 7.1 reprend les classifications. En général, les caractéristiques des caissons ne reprennent que le premier et le second chiffre concernant les corps solides et liquides.

On définit l'indice de protection d'un caisson par le biais des trois chiffres qui suivent la désignation de l'indice (IP) et qui sont issus de tests spécifiques réalisés sur le matériel. La signification de l'ordre des trois chiffres est la suivante :

- le premier chiffre indique la protection contre les corps solides ;
- le second chiffre indique la protection contre les liquides ;
- le troisième chiffre indique la protection contre les chocs mécaniques.

Exemple : IP 653

6 = protégé totalement contre les poussières,

5 = protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance,

3 = énergie de choc : 0,5 J.

Tableau 7.1 – Indices de protection.

1 ^{er} chiffre – Protection contre les corps solides	2 ^e chiffre – Protection contre les liquides	3 ^e chiffre – Protection contre les chocs mécaniques
0 – Pas de protection	0 – Pas de protection	0 – Pas de protection
1 – Protégé contre les corps solides > 50 mm	1 – Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)	1 – Énergie de choc 0,225 J (150 g à 15 cm)
2 – Protégé contre les corps solides > 12 mm	2 – Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale	2 – Énergie de choc 0,375 J (250 g à 15 cm)
3 – Protégé contre les corps solides > 2,5 mm	3 – Protégé contre l'eau de pluie jusqu'à 60° de la verticale	3 – Énergie de choc 0,5 J (250 g à 20 cm)
4 – Protégé contre les corps solides > 1 mm	4 – Protégé contre les projections d'eau de toutes directions	5 – Énergie de choc 2 J (500 g à 40 cm)
5 – Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)	5 – Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance	7 – Énergie de choc 6 J (1,5 kg à 40 cm)
6 – Protégé totalement contre les poussières	6 – Protégé contre les projections d'eau comme paquets de mer	9 – Énergie de choc 20 J (5 kg à 40 cm)
	7 – Protégé contre les effets de l'immersion	

La protection contre le soleil se fait principalement par l'utilisation d'un double toit qui permet une ventilation naturelle entre le toit chauffé par le soleil et le caisson qui contient la caméra.

Le double toit est équipé d'une casquette plus longue que le caisson qui permet d'éviter que les rayons du soleil viennent directement frapper la vitre du caisson.

Pour les basses températures, un chauffage situé devant la vitre du caisson permet d'éviter toute condensation sur la vitre et de maintenir le caisson à une température au-dessus du minimum requis pour un bon fonctionnement de l'électronique de la caméra. Ce chauffage est commandé par un thermostat afin de le couper automatiquement en cas de température élevée.

REMARQUE

Certaines applications de vidéosurveillance nécessitent l'utilisation de caissons et tourelles de type ADF (antidéflagrant). Il est important de bien se faire préciser le type d'activité et de zones à surveiller lorsque vous étudiez une solution de sécurité. Il existe plusieurs artifices pour ne pas mettre de caméra ADF, notamment en la déplaçant, mais ce n'est pas toujours possible.

7.2 Projecteurs

Un projecteur est une source de lumière qui permet d'éclairer une scène afin de mieux la visionner. Le spectre de lumière peut se situer dans le visible (lumière blanche) ou dans l'infrarouge. Un éclairage dans le spectre infrarouge permet une surveillance discrète puisque l'œil humain n'est pas sensible à ces longueurs d'onde.

L'éclairage infrarouge est essentiel dans un monde où l'activité est ininterrompue en période de nuit. Il semble évident que le matériel de vidéosurveillance installé doit être aussi performant le jour que la nuit (figure 7.2).



Figure 7.2 – Caméra et projecteur infrarouge.

7.3 Serveur vidéo

Un serveur vidéo est un dispositif électronique permettant la liaison de caméras analogiques sur le réseau Ethernet – il existe aussi des serveurs une voie. Cet équipement évite de remplacer des caméras analogiques lors d'une extension ou modification d'une installation de vidéosurveillance existante (figure 7.3).



Figure 7.3 – Serveur vidéo quatre voies (Axis).

7.4 Imprimante vidéo

Une imprimante vidéo permet d'imprimer sur papier une image issue d'un signal vidéo noir et blanc ou couleur.

■ Format du papier

Les imprimantes, selon les modèles permettent l'impression d'une image plus ou moins grande. La dimension sera toujours limitée par le signal vidéo qui fournit 575 lignes utiles sur la hauteur et un nombre de points par ligne sensiblement équivalent dans le meilleur des cas.

■ Résolution

Il s'agit du nombre de points par ligne multiplié par le nombre de lignes qui fournira ainsi le nombre de points qui constituent l'image. Le nombre de points par millimètre donnera le format de l'image. On voit que l'impression d'un détail n'est pas le fait de la dimension du papier sur lequel on imprime l'image.

■ Nombre de gris ou de couleurs

Pour les imprimantes noir et blanc, ce nombre exprime le nombre de nuances de gris que l'imprimante est capable de restituer. L'image étant numérisée, il s'agit souvent d'un multiple de 2, soit 32, 64, 128 ou 256 niveaux de gris.

Pour les imprimantes couleur, c'est le nombre de couleurs que l'imprimante est capable de restituer. Chaque point couleur étant issu de trois couleurs de base (jaune, magenta, cyan), ce nombre est le produit des nuances dans chaque couleur, par exemple : $64 \times 64 \times 64$ soit 262 144 couleurs.

7.5 Ergonomie des postes

À l'ère du tout-numérique, qui n'a pas eu de problèmes physiques tels que maux de tête, fatigue visuelle, douleurs au cou, etc. ? Ces problèmes sont souvent liés aux postes de travail parfois mal adaptés et agencés.

Il est important de ne pas négliger les postes de la régie vidéo afin de ne pas nuire aux conditions de travail dans lesquelles exerce le personnel opérant dans cet environnement. Le cas échéant, une baisse de rendement physique et intellectuel se fera sentir (figures 7.4 et 7.5).

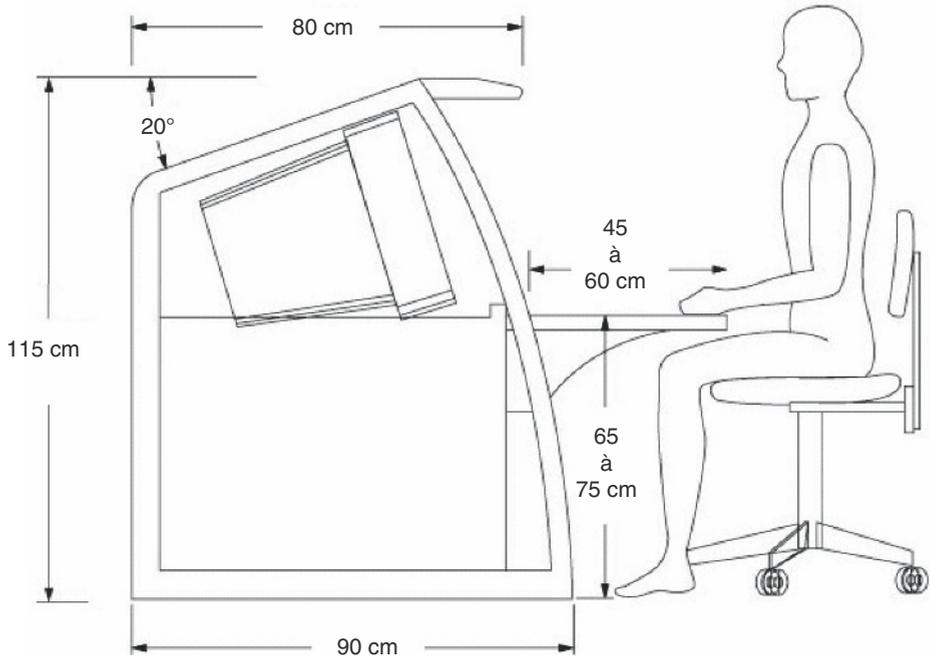


Figure 7.4 – Ergonomie du poste de travail.

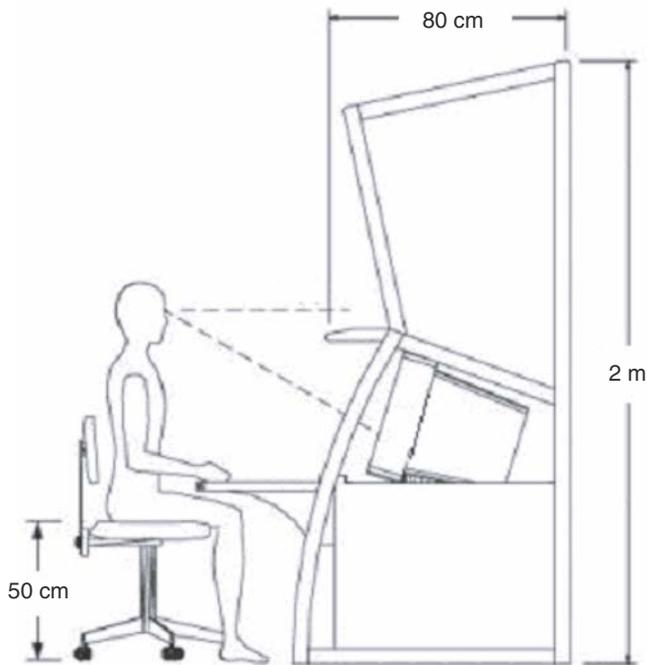


Figure 7.5 – Ergonomie du poste de travail.

D'autres facteurs sont à prendre en compte tels que le choix de l'éclairage, le climat ambiant, le bruit, etc.

Lors de la mise en place des équipements, il convient de se laisser une période probatoire afin de valider les différentes architectures opérationnelles et relativement aux besoins de chaque utilisateur.

C

Conception et architecture d'un système de vidéosurveillance

Nous venons de voir que les caractéristiques des équipements (moniteurs, caméras, objectifs...) sont nombreuses. Ces équipements évoluent sans cesse mais les principes physiques évoqués en début d'ouvrage restent les mêmes.

La conception d'un système de vidéosurveillance passe notamment par l'établissement d'un cahier des charges et le choix entre différentes solutions techniques. Il est donc important de se faire conseiller par les professionnels de ce secteur d'activité qui pourront guider l'utilisateur à faire ses choix, en fonction notamment de l'application envisagée :

- surveillance intérieure,
- surveillance extérieure,
- lecture de plaques minéralogiques,
- détection d'intrusion,
- détection d'incendie, etc.

À partir de la description d'un cahier des charges, les chapitres suivants dressent les grandes lignes de ces différentes solutions et applications.

8.1 Introduction

Il arrive souvent que les clients (utilisateurs) fassent appel à des entreprises intermédiaires afin de préparer un cahier des charges fonctionnel répondant à leurs besoins. Cette façon de procéder permet de pouvoir sélectionner l'entreprise qui fournira le système en fonction de ce cahier des charges.

Mais comment obtenir un bon cahier des charges ? Ce chapitre donne les points importants qui aideront à réaliser un cahier des charges ; cette liste non exhaustive est à compléter en fonction des différents environnements rencontrés. On ne sécurise pas de la même manière une usine pétrochimique et un centre commercial !

Les entreprises pouvant élaborer un tel cahier des charges sont diverses : bureau d'étude, architecte, consultant, entreprise de sécurité électronique, fabricant, etc.

REMARQUE

Notons qu'un cahier des charges peut aussi concerner une installation de vidéosurveillance existante.

8.1.1 Description des besoins

Il est évident que les besoins sont différents d'une entreprise à une autre. Pour cette raison il est nécessaire de réunir au sein de l'entreprise une équipe pilotant le projet. Cette équipe aura pour mission de prendre en compte les besoins de l'entreprise. À ce stade, il est important d'impliquer l'utilisateur dans cette équipe de pilotage qui peut être soit un service de l'entreprise soit une entreprise externe spécialisée dans ce type de prestation.

Dès que les besoins ont été formalisés, il ne reste plus qu'à consulter les différentes entreprises susceptibles de les satisfaire.

En général les travaux se rapportant aux ouvrages dont la composition, la disposition, les dimensions qui ont été définies dans le document descriptif, doivent être vérifiés et éventuellement critiqués par les entreprises soumissionnaires avant la passation des marchés.

8.1.2 Documents de réponse à la consultation

Le dossier de consultation comprendra les documents suivants :

- un descriptif détaillé de l'installation,
- le cahier des charges (ou CCTP, cahier des clauses techniques particulières),
- la décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF),

- le plan d'implantation du matériel ainsi que les zones surveillées,
- des remarques éventuelles de l'entreprise soumissionnant au projet de vidéo-surveillance (options, variantes, etc.),
- des documents, textes et règlements applicables au projet s'il y a lieu,
- un contrat de maintenance.

8.2 Caractéristiques des matériels

Le descriptif suivant n'est donné qu'à titre de référence et à titre strictement indicatif. Il conviendra de compléter cette trame afin qu'elle puisse répondre au mieux aux besoins de l'utilisateur.

8.2.1 Caméras couleur fixes

Les caméras couleur fixes auront une résolution minimale de 480 lignes TV avec passage en mode noir et blanc en cas de faible éclairage et une sensibilité de 0,6 lx à F:1.2 avec un rapport signal/bruit supérieur à 50 dB. Elles seront alimentées par une source de 230 Vac/50 Hz.

Tableau 8.1 – Récapitulatif des caractéristiques techniques requises.

Capteur	1/3"
Système	PAL standard
Résolution horizontale	330 lignes TV
Monture de l'objectif	CS
Sensibilité	0,3 lx à F:1.2
AGC	Fonction activable
IRIS	Fonction activable, 1/50 à 1/1 000 000 s
Compensation contre-jour (BLC)	Fonction activable
Rapport signal/bruit	> 50 dB
Signal de sortie vidéo	1,0 Vcc à 75 Ω
Température d'utilisation	- 10 à 50 °C
Température de stockage	- 40 à 60 °C
Alimentation	230 Vac/50 Hz
Consommation	3,5 W
Objectif auto-iris	DC/asservi

La technologie DSP (*Digital Signal Processing*) intégrée à cette caméra donnera des images de grande qualité et assurera une longévité importante tout en offrant un fort niveau de fiabilité.

La caméra ajustera automatiquement la balance des blancs pour répondre à une très large variété de conditions d'éclairage telles que celles que l'on peut trouver dans l'éclairage des parkings (lampe au sodium).

La caméra pourra compenser automatiquement les contre-jours fréquents dans ce type de configuration, en basculant dans un mode BLC (*Back-Light Compensation*) spécifique à cette fonction. Ce mode pourra cependant être désactivé manuellement.

La caméra sera également équipée d'une fonction CAG (contrôle automatique de gain) ; cette fonction permettra d'amplifier le signal vidéo jusqu'à 24 dB afin de distinguer clairement les sujets se trouvant dans des zones faiblement éclairées. Cette fonction pourra être désactivée manuellement.

Les caméras fixes seront d'une marque précise ou équivalente.

8.2.2 Caméras mini-dômes

Les caméras mini-dômes seront des caméras couleur fixes 1/3 de pouce, intégrées dans une coque fumée en polycarbonate et un boîtier en fonte d'aluminium anti-vandalisme pour une utilisation extérieure (IP 66). Les vis de fixation des différents éléments seront de type TP4 anti-effraction.

Tableau 8.2 – Récapitulatif des caractéristiques techniques requises.

Capteur	1/4", 752 × 582 pixels
Caméra	Couleur
Résolution horizontale	480 lignes TV
Objectif intégré	Vari focal 2,8 à 5,8 mm
Sensibilité	3,2 lx à F:1.4 (coque fumée)
Rapport signal/bruit	> 50 dB
Signal de sortie vidéo	1,0 VCC à 75 Ω
Compensation du contre-jour	Fonction activable
Température d'utilisation	- 10 à 50 °C
Température de stockage	- 40 à 60 °C
Alimentation	24 Vac
Consommation	3,5 W
Objectif auto-iris	DC/asservi
Dimensions de base	160 mm (Ø) × (h)
Dôme	91 mm (Ø)

La caméra sera équipée d'un objectif vari focal asservi 2,8 à 5,8 mm à F:1.4, aura une résolution de 480 lignes TV, et sera alimentée en 12 Vcc ou 24 Vac. La sensibilité des caméras sera au minimum de 3,2 lx (coque fumée).

8.2.3 Caméras dômes motorisées

Les caméras seront de version couleur (jour) commutable noir et blanc (nuit) et disposeront d'un zoom optique 25 ×.

La commutation jour/nuit se fait automatiquement par enlèvement d'un filtre infrarouge lorsque la quantité de lumière descend sous un seuil programmable ou lorsque l'utilisateur en fait la demande.

L'ensemble caméra-objectif permettra un focus automatique continu.

Le mécanisme horizontal/vertical permettra une rotation continue de 360°. Le réglage du mouvement horizontal et vertical pourra être fait manuellement par l'opérateur à différentes vitesses (plages des vitesses), plages qui pourront aussi être réglées automatiquement en fonction du facteur de zoom. Pour le mouvement horizontal, les vitesses iront de 0,5 à 100° par seconde et pour le mouvement vertical de 0,5 à 60° par seconde.

Le même nombre d'images passera sur l'écran quel que soit le facteur de zoom.

Le dôme contiendra un récepteur/pilote à plusieurs protocoles intégrés pour permettre son utilisation avec les systèmes matriciels (dans le cas d'extension ultérieure du système) et utilisant l'un des protocoles suivants :

- code de commande Manchester,
- code commande RS485,
- code de commande RS422.

Le récepteur/pilote fournira toutes les tensions pour les commandes de caméras, les fonctions de mouvement horizontal et vertical et toutes les fonctions des objectifs motorisés.

Le dôme sera prévu pour 96 prépositions et 3 mouvements (rondes). Le dôme comprendra également une position initiale le ramenant automatiquement à une position définie ou à un mouvement au bout de la période d'inactivité indiquée et programmable entre 1 et 60 minutes.

Le dôme pourra gérer au moins 8 zones de masquage, pour empêcher les utilisateurs de voir les zones sensibles ou sécurisés. Pour ne pas interférer avec les opérations normales de surveillance, ces « masques » sur écran n'occulteront que la zone définie comme sensible. Les zones confidentielles ne devraient pas brouiller l'écran lors de l'apparition de la zone sensible dans le champ de la caméra. Sur l'écran, la zone confidentielle sera soit plus grande, soit plus petite, en fonction du facteur de zoom de la caméra.

La programmation des paramètres du dôme sera possible sur l'écran, *flip* proportionnel, indicateurs de direction et d'azimut, facteur maximal d'arrêt du zoom, synchro ligne ou synchro quartz, CAG, balance des blancs, sélection de la dynamique large, actions sur alarme et états par défaut, seuil de retrait du filtre infrarouge, et position initiale.

La programmation à l'écran du nom de dôme, de 16 noms de zones, de 96 noms de prépositions, de 3 noms de mouvement et de 4 noms d'alarmes sera également possible, cette programmation et tous les autres textes écran étant disponibles en langue française.

La configuration de ces dômes sera protégée par un mot de passe pour empêcher tout accès non autorisé.

Les indicateurs de direction du dôme et lecture de l'azimut ; les noms de dôme, zone, cible, mouvement, alarme et l'état du zoom, du focus et de l'iris pourront s'afficher sur le moniteur. Tous les attributs des caractères du texte apparaissant à l'écran pourront être sélectionnés par l'utilisateur et seront blancs, opaques ou translucides.

Le dôme complet devra pouvoir fonctionner avec toutes les caractéristiques avec une tension appliquée de 20 à 36 Vac à la fréquence de 50 Hz et respecter les normes en vigueur. La consommation électrique ne dépassera pas 16 W lorsque toutes les fonctions seront utilisées. Une protection contre les surtensions sera prévue sur le dôme pour les communications vidéo, communication et énergie.

Tableau 8.3 – Récapitulatif des caractéristiques techniques requises.

Fonctionnement	
Vitesse de <i>pan/tilt</i> manuelle	1° à 100° par seconde
Vitesse de <i>pan/tilt</i> pré réglée	220° par seconde
Déplacement de <i>pan</i>	360° continu
Déplacement de <i>tilt</i>	105°
Précision de <i>pan/tilt</i>	± 0,5°
Précision de zoom/focus	± 0,5 %
Zoom total	184 ×
Zoom optique	23 ×
Zoom numérique	8 ×
Pause de zoom	23 × ou 35 × (par défaut)
Arrêt de zoom	Sélectionnable : 23 ×, 35 ×
Cibles programmables	96
Mouvements programmables	16
Zones masquées programmables	8
Indicateurs de direction	Oui

Tableau 8.3 – Récapitulatif des caractéristiques techniques requises. (Suite)

<i>Synchronisation automatique</i>	
Synchro ligne	Réglage en phase verticale à distance
Interne	Générateur de synchronisation intégré
<i>Plage d'adresses</i>	
RS422	1-99
Manchester	1-64
Entrées d'alarme	Contact sec
Sorties d'alarmes	Collecteur ouvert
Langues (menu)	Français
Alimentation électrique	
Tension d'entrée	24 à 30 Vac, 50 Hz
Puissance consommée	20 W
Caméras	
Capteur	CCD 1/4"
Pixels utiles	752 (H) × 582 (V) pixels
Système	PAL standard
Résolution horizontale	460 lignes TV
Sensibilité	0,025 à 0,25 lx
Rapport signal/bruit	> 50 dB
Control du gain	Off/auto
Signal de sortie vidéo	1,0 Vcc à 75 Ω
Objectif	
Longueur focale	4,1 à 73,8 mm
Ouverture	F:1.4 à F:3.0

8.2.4 Caissons extérieurs des dômes

Le caisson extérieur des dômes devra réguler la température autour du dôme et permettre de l'installer dans n'importe quel environnement. Le caisson sera conçu pour résister aux intempéries et à l'arrachage. En cas de températures extrêmes, les ventilateurs incorporés au boîtier éviteront que le dôme ne surchauffe tandis qu'un thermostat et un radiateur empêcheront la glace de se former sur l'extérieur de la bulle.

L'intégration du dôme dans le caisson se fera très simplement grâce à un système de verrouillage quatre tours facilitant ainsi les opérations de maintenance.

Des indicateurs lumineux de diagnostic permettront également de simplifier la maintenance. Afin de pouvoir lier une préposition du dôme à une alarme, le caisson sera équipé d'entrées et de sorties d'alarmes. Le caisson disposera d'un système de protection contre les surtensions. Il sera également équipé d'une bulle transparente. Enfin, un grand choix de fixation pourra être adapté afin de répondre aux différentes conditions de fixation possibles sur les sites.

Tableau 8.4 – Récapitulatif des caractéristiques techniques requises.

Caractéristiques électriques	
Alimentation	20 à 36 Vac, 50 Hz
Puissance	80 W
Caractéristiques mécaniques	
<i>Matériaux</i>	
Caisson	Aluminium
Couvercle supérieur	Plastiques ABS injectés
Environnement	
Standard de résistance aux intempéries	NEMA 4 / IP 66
Température de fonctionnement	- 40 à 50 °C
Kits de fixation variés	Mur, poteau, angle, plafond, etc.

8.2.5 Enregistrement et archivage des séquences vidéo

L'enregistrement des caméras vidéo se fera par un système numérique de type multiplexeur et enregistreur de vidéo basé sur une architecture électronique à base de microprocesseur.

Le matériel prévu sera soit en configuration *standalone* soit en base PC.

Conçu pour un fonctionnement avec signaux vidéo composites noir et blanc et couleur, le système réalisera la compression et le multiplexage d'images provenant de 16 caméras et les archivera dans la base de données des images de l'appareil.

Il proposera un certain nombre d'options :

- affichage d'une ou plusieurs caméras (1, 4, 9, 16),
- configurations de ciblage d'activités en option sélectionnées par l'opérateur,
- relecture,
- outils de retouche des images,
- plusieurs options de réponse au déclenchement d'alarmes ou événements.

Il permettra en simultané l'enregistrement, la relecture, la transmission, et la recherche dans la base de données ainsi que l'archivage sur un support amovible. Toutes les fonctions d'affichage seront accessibles à partir d'une interface écran. Certaines fonctions seront également accessibles à partir d'un clavier de commande de type joystick.

Si le nombre de caméras est supérieur à 16, les enregistreurs numériques doivent pouvoir être associés afin de répondre au nombre de caméras.

Toutes les fonctions de programmation seront disponibles à partir d'une interface de programmation sur l'écran.

L'appareil sera prévu pour être connecté en réseau TCP/IP, ou *via* un modem externe au travers de lignes Numeris.

Une sortie imprimante sera disponible par l'intermédiaire d'un port parallèle sur la face arrière pour impression de photo.

Une sortie optionnelle de données vers un système externe de stockage des données sera disponible par l'intermédiaire d'un connecteur SCSI-3 connecteur et/ou un connecteur IEEE 1394 FireWire optionnel sur la face arrière. Cette option permettra d'étendre facilement la capacité de stockage de l'appareil.

Un stockage amovible des données sera disponible par l'intermédiaire d'un lecteur graveur de cédérom ou un support informatique de type clé USB permettant de récupérer une séquence vidéo.

L'appareil devra être fourni avec des filtres interactifs pouvant être définis par l'opérateur pour enregistrer et déclencher des événements donnant lieu à des alarmes en cas de changement de luminosité, de détection de mouvement ou de violation de périmètre.

Ces filtres, qui ne peuvent couvrir qu'une partie de l'image paramétrable facilement, pourront également être définis *a posteriori* par l'opérateur pour rechercher dans la base de données les images ayant subi des changements de luminosité, des mouvements ou des violations de périmètres. De plus, et afin de retrouver une séquence vidéo très rapidement, la recherche d'images avec utilisation des filtres pourra être réalisée en fonction des caméras, de la date et de l'heure, pour afficher une liste de segments vidéo correspondants et en nombre limité.

En option l'appareil pourra être équipé d'un écran tactile permettant la visualisation des images ainsi que l'utilisation de toutes les commandes de gestion du système sans autre dispositif de commande.

8.2.6 Spécifications requises relatives aux performances

Le système d'enregistrement numérique gèrera jusqu'à 16 entrées de caméras, 16 entrées alarmes et 16 sorties alarmes, une entrée souris du style PS/2, une entrée de clavier de style PS/2, une sortie moniteur Super VGA, une sortie vidéo

composite, un connecteur de sortie TV composite, un connecteur de sortie TV S-Vidéo, un connecteur de communication série, une sortie imprimante, deux connecteurs USB et un connecteur réseau TCP/IP. De plus des connecteurs pour raccordement à un modem externe RNIS ou ADSL, une connexion SCSI-3, et une connexion de sortie TV composite pour moniteur appel/direct seront également prévus. Une programmation sur écran devra être disponible pour sélectionner et configurer les fonctions de l'appareil.

Les entrées vidéo seront en 75Ω . Les connexions des vidéos d'entrées seront des fiches BNC standards pouvant être raccordées à n'importe quel connecteur BNC d'accouplement du type UG/U. le calibrage des phases des caméras ne devra pas être nécessaire à leur fonctionnement. Les entrées d'alarmes pourront recevoir des fermetures normales de contacts (NO) ou les sorties d'alarmes avec signal TTL/CMOS (programmés pour être actif en niveau haut ou niveau bas). Elles pourront fournir un signal TTL/CMOS niveau haut, commandé jusqu'à + 4 V et pouvant atteindre 6 mA.

Un système d'entrée standard de souris permettra d'utiliser les fonctions des programmes sur l'écran.

Un connecteur type PS/2 sera prévu pour brancher un clavier optionnel de style PS/2 même si la configuration et l'exploitation des enregistreurs ne nécessitent pas de clavier.

Un connecteur DB9-P permettra de raccorder un clavier type joystick gérant également la télémétrie des dômes.

L'affichage principal se fera sur un écran Super VGA à 16,7 millions de couleurs ou à 256 nuances de gris et à une résolution minimale de 800×600 pixels.

La connexion au réseau Ethernet sera réalisée par l'intermédiaire d'une carte intégrée et d'un port réseau RJ-45 sur la face arrière de l'appareil.

Les fonctions d'affichage suivantes devront pouvoir être activées à partir de l'écran principal :

- voyant indiquant que l'appareil est en fonction ;
- sélection individuelle des caméras pour une visualisation plein écran ;
- relecture instantanée de séquences d'alarmes au travers d'un fichier de séquences au fil de l'eau ;
- une commande écran sous forme de bouton/molette multifonctions ou d'une barre de commande de style magnétoscope pour commander le sens et la vitesse de relecture. Un système d'avance rapide/retour à trame unique pour une relecture simple, rapide et efficace ;
- sélection du format d'affichage parmi 1, 4, 9 ou 16 caméras ;
- affichage séquentiel de caméras.

Les commandes et voyants suivants seront disponibles en face avant :

- un témoin indiquant l'état d'alimentation, d'enregistrement et d'alarme ;
- un bouton d'alimentation à travers un trou d'épingle en face avant afin d'éviter tout risque d'extinction de l'appareil par erreur ;
- un bouton de réinitialisation à travers un trou d'épingle en face avant pour s'assurer que cette fonction n'est pas activée par erreur.

L'opérateur pourra définir le niveau et le mode spécifique de performance de l'appareil en sélectionnant sur un menu les rubriques proposées, par l'intermédiaire d'une fonction de programmation sur écran. L'opérateur pourra accéder à toutes les fonctions du programme de l'appareil au moyen du dispositif d'entrée de la souris et d'un clavier virtuel sur l'écran. Un port d'entrée utilisable avec un clavier optionnel sera cependant prévu bien que généralement non utilisé. Une rubrique de menu permettra à l'administrateur du système de définir le nom, le numéro d'identification personnel (PIN) et les privilèges pour chaque utilisateur du système de gestion numérique de la vidéo. Le nombre de catégories d'utilisateurs ainsi définis ne devra pas être limité.

Parmi les privilèges accessibles aux opérateurs selon leur niveau d'accès, citons :

- la possibilité de donner un nom de 10 caractères à chaque entrée vidéo à partir d'un ensemble de caractères comprenant l'alphabet, les chiffres 0 à 9, et des signes de ponctuation sélectionnés ;
- la possibilité de sélectionner une terminaison individuelle pour chaque entrée vidéo ;
- la possibilité de définir un programme d'enregistrement et d'archivage pour toutes les caméras, un programme différent pour chaque caméra ou un programme pour une seule caméra. Des choix de programmes simplifiés jour de semaine, fin de semaine ou vacances et jours fériés pourront également être définis par l'opérateur ;
- la possibilité de sélectionner le nombre d'images enregistrées par seconde en utilisation normale. Afin d'optimiser la fluidité des images, un total de 50, 100, 200, 400 images par seconde pourra être réparti sur l'ensemble des caméras connectées ;
- la possibilité de sélectionner une vitesse d'enregistrement différente pendant les événements déclenchant des alarmes ;
- la possibilité de sélectionner la qualité ou le niveau de compression des images enregistrées en utilisation normale. Trois niveaux de sensibilité pourront être sélectionnés : enregistrement super, normal et étendu ;
- la possibilité de sélectionner la sensibilité ou le seuil d'activité des images enregistrées en utilisation normale ; deux niveaux de sensibilité pourront être sélectionnés : élevée et normale ;
- la possibilité de cibler des zones dans le champ de visée d'une ou plusieurs caméras vidéo rattachées. Des filtres sélectionnés par l'opérateur pour la protection du périmètre, la détection de mouvement ou les changements de luminosité contrôleront l'enregistrement de l'activité dans ces zones. Les filtres pourront être sélectionnés à la fois pour une utilisation différente de jour comme de nuit ;
- la possibilité de sélectionner le mode de stockage de l'appareil en utilisation normale. L'appareil permettra soit l'enregistrement linéaire, avec arrêt lorsque la base de données sera pleine (pour ne pas risquer d'écraser des images importantes avant de les exporter sur un support amovible), soit l'enregistrement d'images en continu, par écrasement des images les plus anciennes déjà archivées ;
- la possibilité de sélectionner le délai de réponse aux alarmes de l'appareil, d'un minimum de 5 secondes à un maximum de 5 minutes ;
- la possibilité de sélectionner une option parmi les différentes options de réponses aux alarmes, dont la perte vidéo, l'affichage des messages d'alarmes sur l'écran,

- l'alarme par verrouillage (nécessitant une intervention manuelle pour libérer les alarmes) et une sortie de 16 contacts secs (s'ajoutant à la sortie d'alarmes de la caméra associée). Un voyant placé sur la face avant de l'appareil indiquera l'apparition d'un événement déclenchant une alarme. L'appareil pourra augmenter la vitesse d'enregistrement pour chaque caméra en état d'alarme ;
- la possibilité de sélectionner la polarité de l'entrée d'alarme pour chaque entrée individuelle. L'appareil acceptera les signaux d'entrée d'alarme TTL/CMOS du type actif élevé/actif bas ;
 - la possibilité de déterminer une durée d'affichage d'une seconde à 2 minutes pour l'affichage de toutes les entrées vidéo en séquence ;
 - la possibilité de sélectionner des informations sur l'incrustation vidéo en cours de relecture ;
 - la possibilité d'afficher en direct n'importe quelle caméra vidéo rattachée, à n'importe quel endroit de la grille d'affichage des caméras. Ce paramètre du menu permettra également à l'opérateur de réinitialiser l'affichage de la caméra à son numéro par défaut ;
 - la possibilité de sélectionner la sortie sur le moniteur composite optionnel. La sortie en direct affichera les caméras en direct sur le moniteur composite. La sortie de relecture affichera les images lues provenant de la base de données de l'enregistreur sur le moniteur composite ;
 - la possibilité de paramétrer l'affichage de l'heure et de la date de l'appareil. Ce paramètre détermine l'heure et la date des images dans la base de données ;
 - la possibilité de fixer une limite de durée de vie des données par caméra, empêchant ainsi l'accès à la vidéo enregistrée au-delà de la période indiquée afin de se conformer aux obligations légales indiquées par la préfecture ;
 - la possibilité de définir l'adresse du port de communication statique pour la mise en réseau.

En mode direct, la sortie vidéo sera disponible sous forme d'un signal en format 1 caméra à 640×480 pixels, en format 4 caméras à 320×240 pixels par fenêtre, en format 9 caméras à 213×160 pixels par fenêtre ou en format 16 caméras à 160×120 pixels par fenêtre. Lorsque l'affichage sur plein écran est sélectionné, le signal en format une caméra sera redimensionné à 800×600 , en format 4 caméras à 400×300 par fenêtre, en format 9 caméras à 267×200 par fenêtre ou en format 16 caméras à 200×150 par fenêtre. La sélection des caméras pour affichage sera contrôlée à partir de l'écran principal. Il pourra aussi être contrôlé à partir d'un clavier de contrôle de type *joystick*. La mise en séquence de chaque caméra sur grand écran ou dans le cadre de la partie inférieure droite de celui-ci sera contrôlée par programmation sur écran. Elle pourra aussi être contrôlée à partir d'un clavier de type *joystick*.

Une sortie de moniteur d'appel/direct permettra d'ajouter un moniteur vidéo soit pour l'affichage d'un signal vidéo en direct pour une seule caméra ou bien l'affichage automatique de vidéos en séquence à partir de caméras mises en alarme.

En mode relecture, les images seront affichées en format une seule caméra à 640×480 pixels. L'appareil pourra aussi afficher des images en relecture en format une seule caméra, sur grand écran 800×600 pixels. L'appareil permettra à l'opérateur de sélectionner et d'afficher un arrêt sur action ou des arrêts sur image de n'importe

quelle image archivée pendant le mode relecture. Un agrandissement numérique de l'affichage de l'image de 16 fois sa taille initiale sera ainsi possible.

Des outils de relecture donneront les moyens de traiter n'importe quelle image archivée pour l'afficher ou la sortir sur une imprimante. Cette sélection d'outils comprend le traitement des images, l'affinage des images, le contrôle de la brillance et du contraste ainsi que le contrôle des nuances et de la saturation/légèreté.

Une image sélectionnée pourra être sauvegardée sur cédérom, clé USB ou tout support informatique ou chargée à partir d'un cédérom et affichée sur l'appareil. Des outils de traitement spécifiques pourront être utilisés sur l'image ainsi chargée.

Les images archivées dans la base de données seront identifiées pour permettre la recherche et la récupération par type d'événement ou d'image. Les recherches seront indiquées par alarme, numéro de caméra, date/heure, type d'événement (par exemple, perte de vidéo) ou filtre. Les résultats des recherches apparaîtront sur une liste déroulante permettant leur affichage. Une fonction de durée de conservation des images permettra aux utilisateurs de supprimer des données sur une base définie par l'utilisateur, soit sur tout le système, soit caméra par caméra (conformité légale sur la durée de conservation des images).

Un progiciel d'exportation des données permettra à l'utilisateur d'identifier les segments vidéo précédemment enregistrés, et de les copier sur un support de lecture amovible disponible pour le système d'exploitation. Des cédéroms réinscriptibles ou tout autre support informatique de sauvegarde pourront être utilisés.

Les connecteurs et commandes de la face arrière porteront des étiquettes indiquant l'origine ou la destination prévue de l'entrée ou de la sortie disponible au niveau de chaque connecteur ou la fonction associée commandée. Le type spécifique de connecteur ou de commande est le suivant :

- le connecteur d'entrée de l'alimentation pourra recevoir une fiche IEC-320-C13 ;
- les connecteurs des alarmes seront 4 connecteurs à 12 broches avec bornes à vis, pour un total de 16 entrées d'alarmes, 16 sorties d'alarmes et 11 terres ;
- le port série communication sera un DB9-P (fiche) ;
- la sortie du moniteur vidéo sera un connecteur BNC femelle ;
- la sortie SVGA sera un connecteur DB15-S, elle pourra recevoir un connecteur SVGA DB15-P standard avec câble basse tension 9U-AWM-E89980-SUNF rattaché ;
- les connecteurs de stockage externe optionnels seront des DB68-S SCSI-3 ;
- la sortie imprimante sera disponible par un port parallèle sur la face arrière. Ce port sera un connecteur DB25-S ;
- chacune des 16 entrées de vidéo sera un connecteur BNC femelle ;
- chacune des 16 sorties vidéo sera un connecteur BNC femelle ;
- le port du connecteur réseau sera un connecteur RJ-45 de catégorie 5 à paire torsadée Ethernet (CAT5 TPE) ;
- le port du connecteur FireWire sera un connecteur IEEE 1394.

Le système sera équipé d'un moniteur SVGA comme principal système d'affichage. Le moniteur pourra afficher à 800 × 600 pixels, avec un espacement des points de 0,28 pouce non entrelacés, à une fréquence de rafraîchissement de 60 à 70 Hz.

L'appareil comprendra jusqu'à trois disques durs internes de 3,5 pouces de demi-hauteur, contrôlés par IDE, chacun ayant une capacité minimale de 360 Go, pour un total de plus 1 To. Si nécessaire, quatre disques durs internes de 3,5 pouces pourront être installés, pour un total de 1,44 To.

Le signal d'entrée et de sortie de l'enregistreur sera conforme aux normes RS-170 et RS-170A. Au cours du fonctionnement ou de la configuration du système en mode de programmation sur écran, l'affichage SVGA produira un fond noir vierge sur lequel s'affichera l'interface graphique du système. L'affichage avec plusieurs entrées vidéo se fera sur des fenêtres de taille et de valeur d'intensité égales en mode normal et relecture.

Chaque enregistreur devra correspondre aux conditions de fonctionnement suivantes (tableau 8.5).

Tableau 8.5 – Récapitulatif des caractéristiques requises.

Format des vidéos	
Couleur (entrée et sortie)	PAL
Noir et blanc (entrée et sortie)	EIA ou CCIR
Niveau des vidéos	
Entrées caméra	1,0 Vcc, 75 Ω
Sorties caméra	1,0 V p-p, 75 Ω
Sortie analogique	1,0 V p-p, 75 Ω
Alarme	
Entrées d'alarme	16 entrées activées par fermeture de contact ou par signal TTL/CMOS. Polarité programmable
Sorties d'alarme	16 sorties actives/élevées compatibles avec TTL/CMOS. Jusqu'à + 4 V et pouvant atteindre 6 mA. Initialisées en inactives basses au démarrage
Terre	11 broches de terre
Durée de l'alarme	Programmable de 5 secondes à 5 minutes
Affichage	
Palette de couleurs	16 777 216 couleurs (24 bits)
Nuance de gris	256 (8 bits)
Commande d'affichage	Boutons sélectionnables avec la souris

Tableau 8.5 – Récapitulatif des caractéristiques requises. (Suite)

Option d'enregistrement	
Mode Enregistrement	Linéaire, circulaire
Sensibilité des images	Élevée, normale
Qualité des images	Enregistrement super, normal, étendu
Vitesse d'enregistrement	50 ips (images par seconde), 37,5 ips, 25 ips, 12,5 ips, 6,25 ips, 2 ips, 0,8 ips, en PAL
Résolution d'enregistrement	320 × 240 ou 640 × 240
Commande sur écran	
Caméra (1 à 16)	Sélectionne la caméra pour visualisation
Alarmes	Sélectionne la fonction de consultation des alarmes
Play/Pause	Commande le sens de la lecture et la vitesse du segment vidéo sélectionné
Bouton 1 × 1	Sélectionne le format 1 × 1 d'affichage des images
Bouton 2 × 2	Sélectionne le format 2 × 2 d'affichage des images
Bouton 3 × 3	Sélectionne le format 3 × 3 d'affichage des images
Bouton 4 × 4	Sélectionne le format 4 × 4 d'affichage des images
Status	Affiche l'état de chaque caméra
Séquence	Permet d'accéder aux options d'affichage séquentiel
Plein écran	Permet de passer au mode affichage grand écran
Recherche	Sélectionne l'écran de recherche dans la base de données des images
Utilitaires	Affiche le menu des options utilitaires
Archive	Affiche le menu des options d'archivage
Setup	Affiche le menu des options d'installation
Aide	Affiche les rubriques d'aide à l'écran
Connecteurs de la face arrière	
Entrées caméra	BNC : entrée de la vidéo composite provenant de la caméra
Sorties caméra	BNC : sortie de la vidéo composite provenant de la caméra (Itération passive), terminaison programmable

Tableau 8.5 – Récapitulatif des caractéristiques requises. (Suite)

Alarmes	Blocs des connecteurs d'alarme avec bornes à vis
Clavier	Connecteur standard de style PS-2
Souris	Dispositif d'entrée avec connecteur standard de style PS/2
Moniteur	DB15-S : sortie du moniteur SVGA d'affichage en direct
Sortie TV (Composite)	Type RCA : sortie vidéo composite
Sortie TV (S-Vidéo)	S-Vidéo : sortie de vidéo composite
Imprimante	DB25-S : sortie d'imprimante parallèle
Port de communication	DB9-P : entrée pour le clavier joystick (gestion de télémétrie)
Réseau	RJ-45 : connecteur Ethernet à paires torsadées, de catégorie 5
Sortie vidéo	BNC : sortie de vidéo composite
Port SCSI-3	Connecteur 68 broches à haute densité
Moniteur Call/Spot	Sortie pour un moniteur d'appel/d'alarme (1 V p-p, 75 Ω)
FireWire	Une carte interne FireWire IEEE 1394 pour une connexion externe à un module de stockage
Composants	
Moniteur principal	Super VGA avec capacité 800 \times 600, sans entrelaçage, vitesse de rafraîchissement de 60 à 70 Hz
Disques durs	Un, deux ou trois 3" de demi-hauteur, IDE
Lecteurs de cédéroms réinscriptibles	Lecteur de cédéroms réinscriptibles de 5" de demi-hauteur, connexion SCSI-3
Interface réseau	Permet une utilisation du réseau 10 Base-T (10 Mbit/s) et 100 Base-TX (100 Mbit/s)
Alimentation	
Entrée	230 Vac, 50/60 Hz, 1,5 A, nécessite une fiche IEC-320-C13
Caractéristiques physiques	
Dimensions	largeur 432 mm (17") / profondeur 445 mm (17,5") / hauteur 162 mm (6,75")
Poids de l'appareil	14,5 kg

Tableau 8.5 – Récapitulatif des caractéristiques requises. (Suite)

Conditions liées à l'environnement	
Température	5 à 40 °C
Humidité	5 à 95 % RH sans condensation
Inclinaison	Maximum de 15°

8.2.7 Logiciel d'exploitation à distance

Le logiciel de gestion à distance sera un outil d'extraction et de visualisation des images vidéo enregistrées en provenance d'un ou plusieurs enregistreurs. Ces images seront transmises sur ligne téléphonique RNIS, ADSL, GSM. Le produit se présentera sous la forme d'un progiciel qui sera installé sur un ordinateur de bureau avec unité centrale de traitement intégrée, clavier, souris, utilisant le système d'exploitation Windows 2000 ou XP et un moniteur.

Le logiciel fonctionnera comme un système de recherche à distance sur un réseau auquel sont connectés un ou plusieurs appareils. Le logiciel donne des renseignements sur l'état de tous les appareils raccordés au réseau. Il permettra la visualisation de vidéos en direct, de listes d'alarme et de segments vidéo sélectionnés par l'utilisateur, et la relecture des images.

Le logiciel permettra le stockage et la gestion de vidéos téléchargées avec une interface graphique utilisateur semblable à l'explorateur de Windows permettant le tri à l'intérieur des catégories. Il permettra aussi une synchronisation avec gestion principale du temps pour tous les systèmes logiciels associés sur le réseau et un accès sécurisé par mot de passe au menu de configuration pour les modifications de la configuration de chaque appareil distant.

Le logiciel proposera l'installation de critères de recherche à distance au niveau des enregistreurs, le téléchargement et l'affichage des résultats de la recherche.

Dans l'hypothèse de l'utilisation ultérieure d'un réseau Ethernet, le logiciel permettra un réglage de l'occupation de la bande passante sur le réseau nécessaire à l'extraction des vidéos, et permettra à d'autres applications d'utiliser la largeur de bande restante. En outre, le logiciel indiquera le temps estimé comme nécessaire au téléchargement des vidéos enregistrées avant le téléchargement réel du segment vidéo.

Le logiciel permettra la génération d'alarmes à distance au niveau des enregistreurs. De plus, il permettra la notification sur l'image de la caméra concernée des alarmes lors de la visualisation des caméras en mode direct (live).

Le logiciel permettra l'exportation sélective des fichiers d'incidents sur des segments vidéo dans leur format propre ou au format AVI, de façon à pouvoir les consulter sur des lecteurs de vidéos comme le lecteur multimédia de Windows.

Spécifications requises relatives aux performances. Le logiciel pourra être exploité sur tout ordinateur de bureau conforme aux conditions minimales suivantes :

- unité centrale basée sur un microprocesseur de type Intel Core 2 DUO ou équivalent,
- 2 Go de mémoire vive ou plus,

- espace libre de 2 Go (minimum) réservé sur le disque dur avec au moins 10 Mo disponibles pour l'installation des programmes,
- un lecteur de cédéroms interne RW, DVD-RW,
- un moniteur avec résolution de 800 × 600 pouvant afficher des couleurs sur 16 bits,
- un modem RNIS ou ADSL,
- une carte réseau 10 Base-T ou 100 Base-T utilisant le protocole TCP/IP,
- une carte graphique vidéo avec mémoire vive vidéo de 128 Mo pouvant utiliser DirectDraw pour Windows ou le système d'exploitation utilisé,
- un serveur ou une station de travail avec Windows 2000 ou XP ou équivalent.

Le logiciel sera fourni sur un cédérom, et avec une documentation sur le produit. Une clé de protection sera attribuée par le technicien en charge de l'installation afin d'en protéger l'utilisation.

Les données saisies par un opérateur, telles que le nom du dossier, s'afficheront en langue française. Les messages générés par le système logiciel seront également affichés en langue française.

Le système logiciel utilisera un format de date locale configuré dans le système d'exploitation Windows ou Linux.

Sur l'écran principal figureront les commandes et voyants pour l'utilisation normale, ainsi que l'accès à toutes les autres fonctions des systèmes à savoir :

- accès à des fonctions comme la gestion de la base de données, des catégories et des incidents, l'affichage des informations sur les vidéos, l'affichage de la barre d'outils et de la barre d'état, l'extraction des alarmes et vidéos, des instruments de rafraîchissement, l'état des instruments, l'installation des instruments, l'affichage des vidéos en direct, la synchronisation, la configuration de l'affichage, les instruments distants, les ports de communication, les options par défaut des caméras en direct, le traitement des images, la consultation des états, et l'aide en ligne ;
- une barre d'outils avec des icônes faciles à utiliser de pointage et de sélection pour accéder aux fonctions couramment utilisées tant pour les affichages de vidéos en direct que pour la relecture des vidéos ;
- les catégories d'incidents sauvegardés apparaîtront sur l'arborescence de répertoire sur la partie gauche de l'affichage principal. L'accès aux menus contextuels pour la gestion de ces incidents et aux catégories se fera par le bouton droit de la souris. La sélection d'un incident d'une catégorie activera l'écran, les fonctions, et la barre d'outils de relecture ;
- les annotations faites par l'utilisateur sur les incidents seront visibles et pourront être éditées sur un panneau accessible en cliquant sur le bouton gauche de la souris sur les onglets de notes lors de la sélection de l'incident. Il sera possible d'accéder à un menu contextuel pour éditer les annotations en cliquant sur le bouton droit de la souris ;
- les enregistreurs et leurs caméras actives sur le réseau seront visibles sur l'arborescence de répertoire située sur le côté gauche de l'écran, juste au-dessous de l'arborescence des incidents. Des menus contextuels permettant de gérer ces incidents et catégories seront accessibles au moyen du bouton droit de la souris.

- La sélection d'un instrument activera l'écran des états, en affichant les propriétés des instruments, une activation des fonctions directs, et la barre des outils ;
- une barre des états donnera des informations sur les rubriques sur lesquelles le pointeur de la souris est positionné sur le moment ;
 - plusieurs dossiers permettront aux utilisateurs de trier et regrouper les appareils en différents dossiers en respectant l'ordre hiérarchique. Le logiciel proposera des rubriques organisées en menus pour la gestion et la maintenance de la base de données des incidents stockés autres que ceux qui ont été stockés sur les enregistreurs ;
 - une barre d'états donnera des informations sur les icônes sur lesquels se positionne le pointeur de la souris ;
 - une rubrique du menu permet de créer, de renommer, de supprimer les bases de données ;
 - une rubrique du menu permettra de déplacer, de supprimer et de renommer des incidents ;
 - une rubrique du menu permettra de quitter le programme ;
 - une rubrique du menu et un bouton de la barre d'outils (lorsque la barre d'outils est affichée) affichera ou masquera les informations sur les vidéos pour le segment vidéo ou incident affiché sur le moment ;
 - une rubrique du menu permettra de consulter les alarmes par instrument, caméras, heure et date ;
 - une rubrique du menu permettra de consulter la vidéo par instrument, caméra, heure et date ;
 - une rubrique du menu permettra de rafraîchir les communications vers les instruments distants répertoriés sur la liste d'installation des instruments distants ;
 - une rubrique du menu permettra de consulter l'état d'un instrument lors de sa sélection ;
 - une rubrique du menu permettra de consulter ou de modifier l'installation d'un instrument lors de la sélection d'un instrument ;
 - une rubrique du menu permettra d'extraire et d'afficher des vidéos en direct lors de la sélection d'un instrument ;
 - une rubrique du menu permettra de sélectionner le mécanisme de recherche (avec ou sans filtre) ;
 - une rubrique du menu permettra de saisir le numéro de caméra, la date et l'heure associées à la recherche ;
 - une fonction du menu permettra de sélectionner le type de recherche avec filtre : changement de luminosité, violation de limite, détection de mouvement ;
 - une fonction du menu permettra de placer la zone d'intérêt dans le champ de la caméra. Le logiciel proposera des rubriques de menu pour configurer l'appareil ;
 - une rubrique du menu permettra de synchroniser l'heure de tous les instruments de l'enregistreur et les systèmes logiciels associés sur le réseau. Si des messages sont renvoyés, ils seront affichés ;
 - une rubrique du menu permettra à l'opérateur de déterminer la configuration d'affichage ;

- une rubrique du menu permettra à l'opérateur d'accéder à la liste d'installation des instruments à distance, sur laquelle des instruments peuvent être ajoutés, supprimés et édités par leur nom, adresse IP, ports de communication et type ;
- une rubrique du menu permettra d'éditer le port de communication du système ;
- une rubrique du menu permettra de déterminer les paramètres par défaut de la caméra en direct, par la qualité des images et sensibilité au mouvement. Le logiciel proposera des rubriques de menu pour obtenir des informations sur le programme ;
- une rubrique du menu permettra d'accéder aux rubriques d'aide définissant les fonctions et le fonctionnement du programme ;
- une rubrique du menu permettra d'accéder à la version du programme. Le logiciel communiquera avec les enregistreurs et les systèmes logiciels associés, soit sur un réseau Ethernet, réseau de grande distance, réseau local, Internet, ou par ligne téléphonique RNIS ou ADSL ;
- le logiciel sera raccordé à tous les enregistreurs connectés au réseau au démarrage ;
- le logiciel accédera et utilisera jusqu'à seize appareils à la fois ;
- une barre des états indiquera le nombre d'appareils disponibles sur le réseau ;
- l'utilisateur pourra accéder à l'état, l'installation et la vidéo de n'importe quel appareil sur le réseau à n'importe quelle heure ;
- l'utilisateur pourra répertorier les enregistreurs et définir les paramètres de communication, y compris le nom de l'instrument, l'adresse IP, et les ports de communication ;
- le logiciel proposera une fonction de mise à l'heure journalière automatique pour synchroniser l'heure sur tous les appareils et systèmes logiciels associés sur le réseau. Le logiciel permettra de consulter des vidéos en direct à partir de n'importe quel enregistreur actif sur le réseau ;
- l'utilisateur pourra sélectionner l'appareil et afficher des vidéos en direct sur une seule fenêtre ou sur une fenêtre divisée en sections de 2×2 , 3×3 ou 4×4 ;
- les sections de fenêtres de direct 2×2 , 3×3 , ou 4×4 pourront afficher des vidéos en direct de n'importe quelle caméra sur n'importe quel appareil actif et sur le réseau ;
- l'utilisateur pourra sauvegarder des configurations de visualisation en fenêtres et sections de fenêtre par nom et y accéder par le biais d'un menu déroulant ;
- chaque section de fenêtre en direct aura un menu contextuel auquel il sera possible d'accéder en cliquant sur le bouton droit de la souris pour avoir accès aux paramètres pour la section, y compris aux paramètres de qualité et de sensibilité ;
- chaque section de fenêtre en direct affichera le mot ALARME si une alarme est associée à la prise de vue de cette caméra ;
- l'utilisateur pourra générer une alarme en cliquant sur le bouton droit de la souris sur la prise de vue en direct de n'importe quelle section de la fenêtre. Le logiciel permettra de télécharger des informations sur les alarmes et vidéos à partir des appareils raccordés ;
- l'appareil affichera une estimation de l'heure de téléchargement d'une information. L'utilisateur pourra télécharger un segment à l'heure indiquée ou bien plus tard

- ou pourra sélectionner une liste plus courte ou plus longue des alarmes ou du ou des segments vidéo ;
- l'utilisateur pourra télécharger une liste des événements donnant lieu à des alarmes à partir d'un appareil, sur les critères de recherche des alarmes par caméra, date et heure. Une liste des événements correspondant aux critères apparaîtra ;
 - l'utilisateur pourra sélectionner et télécharger un segment vidéo à partir d'une liste d'alarmes ;
 - l'utilisateur pourra rechercher un segment vidéo sans alarme sur un appareil, reposant sur les critères caméra, date et heure, puis le télécharger ;
 - l'utilisateur pourra attribuer un nom d'incident au segment vidéo téléchargé et créer une note pour ce segment (de 1 024 caractères alphanumériques au minimum) ;
 - l'utilisateur pourra définir l'endroit où sera sauvegardé l'incident ou les incidents ;
 - l'utilisateur pourra télécharger une portion de segment vidéo et le sauvegarder. Le logiciel permettra de consulter des segments vidéo téléchargés ;
 - l'arborescence de répertoire permettra d'accéder aux incidents sauvegardés ;
 - lors de la sélection d'un incident, la première image vidéo pour cet incident s'affichera dans la zone d'affichage des images à droite de l'arborescence de répertoire ;
 - au cours de la relecture, l'utilisateur pourra contrôler le sens et la vitesse de relecture et faire un arrêt sur image. Il pourra aussi afficher l'incident sur grand écran. Une barre d'outils secondaire permettra aux outils de repasser un segment de vidéo ou un incident affiché dans la zone des images ;
 - la souris contrôlera si la pause ou la relecture de la vidéo se fait à vitesse normale ;
 - une glissière permettra de contrôler le sens et la vitesse de relecture, à droite pour faire avancer la vidéo plus loin, à gauche pour la faire revenir en arrière, à différentes vitesses ;
 - la souris permettra à l'opérateur d'aller sur la première ou la dernière image de la vidéo de l'incident ;
 - un bouton permettra d'agrandir la zone de l'image sur la totalité de l'écran ;
 - un bouton accèdera à un écran permettant à l'utilisateur de manipuler et d'améliorer une image sélectionnée sur la vidéo, au moyen d'un certain nombre d'outils de réhaussement des images. L'utilisateur pourra rehausser, rendre plus nette, plus lisse, alléger ou modifier le contraste sur l'image. L'image pourra ensuite être sauvegardée sur un fichier distinct ou sur un cédérom et/ou imprimée ;
 - une barre d'outils permettra d'exporter une partie ou la totalité d'un segment vidéo en format AVI. Le logiciel permet de déterminer un limiteur de largeur de bande pour le réseau ;
 - un menu demandera à l'utilisateur de saisir son mot de passe spécifique à cette opération ;
 - un menu apparaîtra pour le réglage de la largeur de bande ;
 - le logiciel conservera l'intégrité des données d'origine et la vidéo sur l'appareil.

Le logiciel pourra être installé sur un ordinateur de bureau offrant au minimum les conditions suivantes (tableau 8.6).

Tableau 8.6 – Spécifications requises relatives aux performances.

CPU	Intel Core 2 DUO ou équivalent
Système d'exploitation	Windows 2000, XP ou équivalent, Linux
Mémoire vive	2 Go ou plus
Disque dur	Espace libre de 10 Go
Autres lecteurs	Cédérom ou DVD pour installation du logiciel
Moniteur	Résolution de 800 × 600 et pouvant afficher les couleurs sur 16 voire 32 bits ou plus
Carte vidéo	128 Mo
Carte réseau	10 Base-T (10 Mbit/s) et/ou 100 Base-T (100 Mbit/s)
Connexion ligne téléphonique	Modem RNIS ou carte RNIS, modem ADSL

9 • TRANSMISSION DU SIGNAL VIDÉO ET DES DONNÉES

Entre la caméra qui fournit le signal vidéo et les équipements d'exploitation (moniteur, magnétoscope, etc.), il est nécessaire de véhiculer le signal vidéo au moyen de transmission qui est à ce jour le plus répandu, le câble coaxial. Mais d'autres moyens existent : la fibre optique, la voie hertzienne, la paire torsadée, etc.

9.1 Informations techniques sur la transmission

Nous pouvons différencier deux grandes familles de moyens de transmission : ceux permettant une transformation du signal (bande de base) et ceux pour lesquels il y aura une transformation de signal (modulation). Le plus courant est la transmission en bande de base sur un câble coaxial.

9.1.1 Qualité de la transmission

Quel que soit le moyen de transmission, le signal au bout de la ligne de transmission sera toujours légèrement différent du signal de départ et verra donc sa qualité plus ou moins altérée. Afin de savoir quelle dégradation de qualité D est acceptable, il est nécessaire de déterminer la qualité requise au bout de la chaîne QR (qualité de réception) et de la comparer à celle fournie par la caméra QE (qualité d'émission) (figure 9.1).

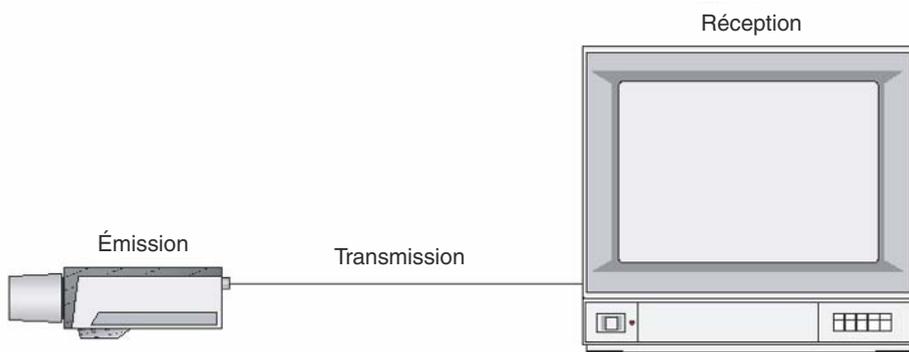


Figure 9.1 – La transmission du signal.

Les principaux points de dégradation de qualité sont :

- l'atténuation du niveau,
- la distorsion du signal,
- le parasitage du signal.

■ Atténuation du signal

Il est courant pour un signal noir et blanc fourni par une caméra standard de n'accepter qu'une atténuation de 6 dB de l'amplitude d'un signal. Cette atténuation permet toujours une exploitation correcte du signal. En effet, l'atténuation de 6 dB correspond à une diminution par un facteur 2 de l'amplitude du signal vidéo. On peut facilement compenser cette atténuation du signal grâce à un gain de 6 dB tout en conservant un rapport signal sur bruit acceptable. Pour un signal couleur, il vaut mieux que l'atténuation soit la plus faible possible afin de conserver d'excellentes couleurs (figure 9.2).

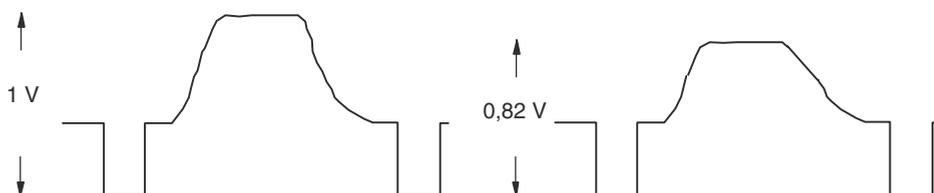


Figure 9.2 – Atténuation du signal.

■ Distorsion du signal

L'atténuation du signal est d'autant plus importante que la fréquence est élevée notamment sur le câble coaxial. Ceci a pour effet de diminuer la résolution du signal fourni par la caméra ainsi que le contraste. C'est pourquoi un amplificateur vidéo amplifie davantage les hautes fréquences que les basses fréquences afin de tenter de régénérer le signal comme à son origine. Cette distorsion est en partie due à l'effet capacitif du câble coaxial qui filtre davantage les fréquences élevées ; les fronts d'un signal s'arrondissent et dégradent la définition et le contraste.

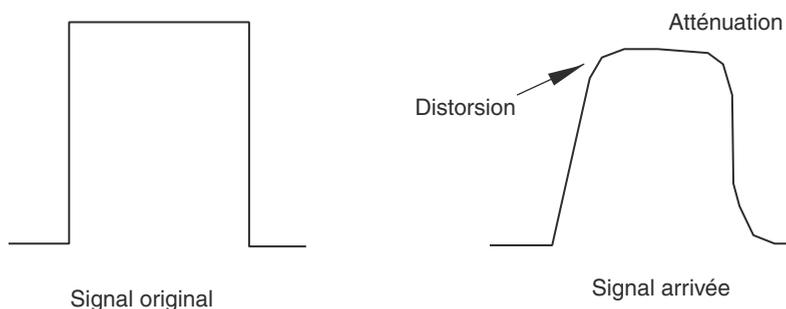


Figure 9.3 – Distorsion du signal.

9.1.2 Le décibel

■ Définition

Le décibel (dB) est une unité de mesure relative couramment utilisée dans le secteur électronique pour fournir des précisions de perte ou de gain de puissance d'un étage ou système électronique. Cette notation est aussi utilisée en audio, télévision, téléphonie, antenne, etc.

La valeur du dB est calculée en prenant le logarithme du rapport entre deux puissances (elle mesure le rapport de la puissance P_2 en respectant la référence de la puissance P_1). Ce résultat est alors multiplié par 10 afin d'obtenir la valeur en dB :

$$\text{dB} = 10 \log P_2/P_1$$

Cette définition peut s'écrire aussi de la façon suivante, sachant que $P = U^2/R$:

$$\text{dB} = 10 \log (V_2^2/R_2)/(V_1^2/R_1)$$

Posons $R_2 = R_1$ alors :

$$\begin{aligned} \text{dB} &= 10 \log V_2^2/V_1^2 = 10 \log (V_2/V_1)^2 \\ \text{dB} &= 20 \log V_2/V_1 \end{aligned}$$

Le dB est donc une valeur précisant le rapport du signal de sortie sur le signal d'entrée dans les différents systèmes de communication.

Prenons un exemple. Un circuit nous donne l'information suivante : 12 dBm à l'entrée. Nous remarquons que le signe dB est suivi de l'indice m qui signifie que le dB se réfère à 1 mW. Dans le domaine des systèmes audio, le 0 dBm est défini pour une valeur de 1 mW sur une charge de 600 Ω. Tension mesurée au travers d'une charge de 600 Ω pour un signal de 0 dBm le niveau de 0,775 V :

$$\text{dB} = 10 \log P_2/P_1$$

où $P_2 = V_2^2/600$ et $P_1 = 0,001 \text{ W}$:

$$0 \text{ dBm} = 10 \log ([V_2^2/600]/0,001)$$

$$0 \text{ dBm} = \log ([V_2^2/600]/0,001)$$

$$0,6 = V_2^2$$

$$0,77459 = V_2$$

$$\text{dB} = 20 \log V_2/V_1$$

C'est la tension de référence pour 0 dB sur une charge de 600 Ω. Pour trouver la tension requise en entrée d'un circuit fournissant un niveau des 8 dBm, il suffit de remplacer dans l'équation précédente V_1 par 0,775 V pour trouver V_2 :

$$\text{dB} = 20 \log V_2/0,775$$

$$12 \text{ dBm} = 20 \log V_2/0,775$$

$$0,6 = \log V_2/0,775$$

$$0,6 = \log V_2/0,775$$

$$V_2 = 3,08 \text{ V}$$

On peut donc dire que pour un signal de 12 dB en entrée, nous aurons un signal de 3,08 V en sortie sur une charge de 600 Ω.

Dans le domaine de la vidéo, on parle d'une charge de 75 Ω. La valeur 0 dBm est définie pour 1 mW mais mesurée sur une charge de 75 Ω. Nous aurons une tension de référence pour 0 dBm sur une charge de 75 Ω :

$$V = \sqrt{(P \cdot R)} = \sqrt{(0,001 \times 75)} = 0,27386 \text{ V}$$

D'où le calcul de gain ou perte de tension sur une charge de 75 Ω :

$$\text{dBm (75)} = 20 \log V/0,27386$$

Il est d'usage en réception électronique de trouver le terme dBμV :

$$\text{dB}\mu\text{V} = 20 \log V_2/1 \mu\text{V}$$

■ Table de référence du décibel

Il existe une multitude de disciplines faisant appel au décibel, et il est important de se rappeler que c'est une mesure relative à une référence dont quelques exemples sont donnés ci-après :

- dBm 1 mW : mesure courante en audio donnant des caractéristiques du signal d'entrée sur la sortie ;
- dBm (600) : standard de référence en audio sur le niveau de puissance de 1 mW sur une charge de 600 Ω (téléphonie) ;
- dBm (50) : standard défini pour une puissance de 1 mW sur une charge de 50 Ω (transmission et réception RF) ;
- dBm (75) : standard défini pour une puissance de 1 mW sur une charge de 75 Ω (câble TV) ;
- dBmW : notation faisant référence à 1 mW ;
- dBW : notation faisant référence à 1 W généralement sur une charge de 50 Ω (amplification de puissance) ;
- dBμV : notation faisant référence à 1 μV dans le domaine des récepteurs (antennes).

9.1.3 Bande passante

Un signal vidéo contient une large gamme de fréquences dont la bande passante va de 20 Hz à 8 MHz ce qui entraîne une gamme de produits fonctionnant dans cette plage. Il arrive fréquemment que la liaison des caméras jusqu'à la régie vidéo parcoure une longue distance. Les professionnels utilisent souvent le câble coaxial comme moyen de transmission du type :

- KX6 pour des distances allant jusqu'à ± 300 m,
- KX8 pour des distances allant jusqu'à ± 800 m.

En outre le câble coaxial a une impédance de 75 Ω.

Il existe plusieurs moyens de transmettre le signal vidéo d'une caméra jusqu'à la régie vidéo. Voici une description sommaire des supports de transmission des signaux vidéo :

- le câble coaxial,
- la paire torsadée,
- la fibre optique,
- la liaison sans fil.

9.2 Supports de transmission vidéo

9.2.1 Fibre optique

Les câbles coaxiaux tendent désormais à être remplacés par des fibres optiques en verre. Les messages sont codés numériquement en impulsions lumineuses et transmis sur de grandes distances le long de ces minces fibres. Sur ce type de support, les signaux transmis sont complètement insensibles aux rayonnements électromagnétiques, ne subissant ainsi aucune altération.

9.2.2 Câble coaxial

Un câble coaxial consiste en un conducteur ayant une âme centrale en cuivre enrobée d'une protection, constituée d'une gaine métallique courant tout au long du câble ; l'ensemble est séparé par une gaine plastique. Dans la plupart des installations, la gaine métallique est reliée à la masse de l'équipement.

Le câble coaxial doit être de bonne qualité ; il ne faut pas perdre de vue que les câbles seront soumis aux perturbations électromagnétiques et aux radiations ultraviolettes du soleil qui risquent d'endommager la partie isolante du câble par la formation de craquelures. En outre le câble doit posséder la bonne impédance qui est de 75Ω dans le domaine de la vidéosurveillance

Le câble coaxial est le plus couramment utilisé en raison de sa simplicité de mise en œuvre et de ses performances suffisantes pour un usage général. Pour de courtes distances, on connecte directement la caméra vers les appareils d'exploitation.

Câble RG-179U :

- diamètre 2,54 mm,
- atténuation de 17 dB aux 100 m à une fréquence de 10 MHz.

Câble RG-59BU (ou KX6) (figure 9.4) :

- impédance de 75Ω ,
- diamètre 6,15 mm,
- conducteur cuivre de 0,58 mm,
- gaine PVC noir,
- atténuation de 3,5 dB aux 100 m à une fréquence de 10 MHz.

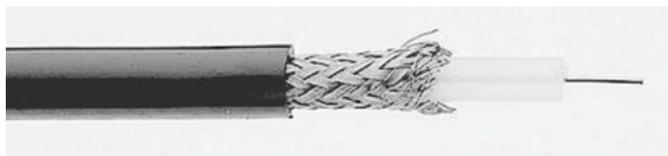


Figure 9.4 – Câble coaxial KX6.

Câble RG-6U :

- diamètre 7 mm,
- atténuation de 2,3 dB aux 100 m à une fréquence de 10 MHz.

Câble RG-11AU (ou KX8) (figure 9.5) :

- impédance de 75Ω ,

- diamètre 10,3 mm,
- conducteur cuivre $7 \times 0,4$ mm,
- atténuation de 1,2 dB aux 100 m à une fréquence de 10 MHz.



Figure 9.5 – Câble coaxial KX8.

Le câble coaxial possède les caractéristiques présentées à la figure 9.6.

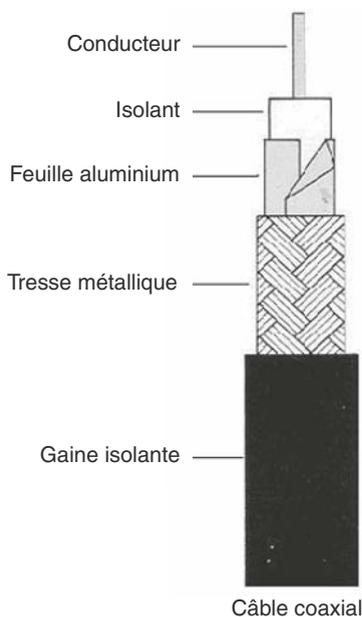


Figure 9.6 – Caractéristiques du câble coaxial.

Les limites indiquées sont approximatives mais devront être respectées pour que le signal vidéo ne subisse pas d'atténuation trop importante. En effet au-delà de certaines limites, on continue à obtenir de la vidéo mais lorsque ce signal sera traité dans les matrices, multiplexeurs, magnétoscopes et surtout les enregistreurs numériques le résultat final sera de très mauvaise qualité.

Les câbles KX6A et RG59BU sont destinés à la transmission des signaux vidéo. Leurs particularités concernent leur âme. L'une est massive (RG59BU), l'autre est multibrin (KX6A). Le KX6A apparaît donc plus souple et moins fragile au tirage. En revanche, le RG59BU jouit de performances électriques légèrement plus intéressantes.

Le câble coaxial VCB75 a été étudié pour conserver la taille et la souplesse du KX6A (en identique), mais avec les performances techniques du KX8.

Ce produit a pour but de faciliter et de rationaliser l'installation de réseaux vidéo professionnels, aussi bien dans les domaines du broadcast, de la vidéo numérique et de la vidéosurveillance.

Le câble PW75 utilise les toutes nouvelles techniques issues des recherches sur les composants. Son diamètre, semblable au KX6A et VCB75, facilite l'utilisation du connecteur BNC. L'âme est multibrin, donc très souple. Le diélectrique est en polyéthylène cellulaire physique. Son coût attractif permet une utilisation courante.

REMARQUE

Le câble KX8 est destiné à la transmission de signaux vidéo ; plus gros et plus robuste que le KX6A et le RG59BU, il sera utilisé lors de tirages de câbles délicats et sur de grandes longueurs.

En vidéo professionnelle, les câbleurs l'utilisent sur des longueurs supérieures à 100 m.

Le câble XK100 est un nouveau produit. Le but de ce câble, dont les performances dépassent celle du KX8, est d'être utilisé sur des grandes longueurs. Son âme multibrin lui permet de jouir à la fois d'une bonne souplesse et d'une grande solidité.

Les connecteurs utilisés pour le raccordement de ces câbles sont de type BNC (figure 9.7).

D'autres types de connexion sont utilisés mais dans une moindre mesure (figure 9.8).



Figure 9.7 – Connecteurs BNC.

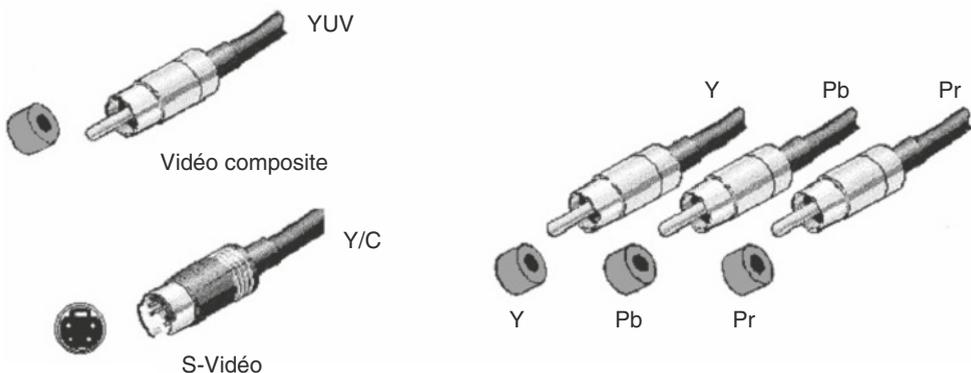


Figure 9.8 – Autres connectiques vidéo.

9.2.3 Paire torsadée

Ces adaptateurs transmettent les signaux vidéo *via* des câbles de type UTP (*Unshielded Twisted Pair*) de catégorie 3 à 5. Les signaux vidéo peuvent être transmis jusqu'à des distances de 300 m (figure 9.9).



Figure 9.9 – Convertisseur coaxial/cuivre.

9.2.4 Liaisons sans fil

Dans un réseau, la transmission des informations entre deux ordinateurs par rayonnement infrarouge ou par ondes radioélectriques est possible. Ce type de liaison peut rendre de grands services pour relier deux bâtiments proches l'un de l'autre (de chaque côté d'une rue, par exemple). L'installation d'un émetteur-récepteur relié à des réseaux locaux ordinaires dans chaque bâtiment peut s'avérer beaucoup moins onéreuse que la location d'une ligne spécialisée (figure 9.10).

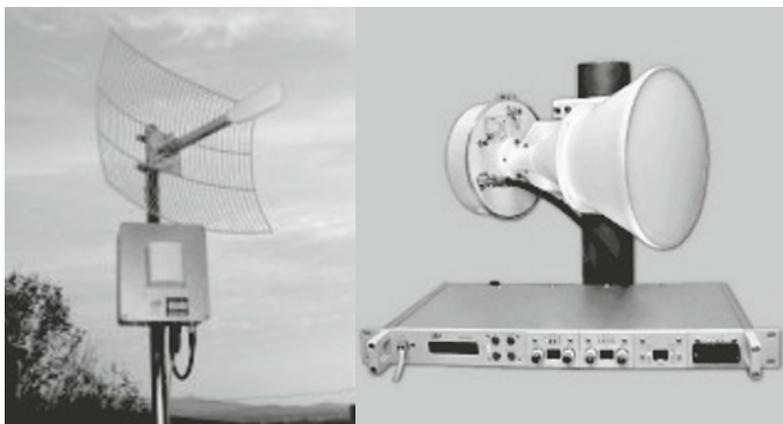


Figure 9.10 – Transmission sans fil.

La portée d'un signal radio peut être très grande : les grandes ondes sont capables d'assurer des liaisons internationales à haut débit, en utilisant des satellites géostationnaires.

Les signaux infrarouges, à la différence des ondes radio ne fonctionnent que sur de courtes distances. Ils peuvent cependant transmettre de gros volumes d'informations et sont largement utilisés dans les bureaux dits « sans fil ».

Précisons que le Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) répond à la norme 802.11 ; il permet la communication sur un réseau sans fil et à distance. Nous le retrouvons dans notre environnement de tous les jours au travers de liaison sans fil permettant aux ordinateurs et périphériques de communiquer. Le débit théorique est de 11 Mbit/s sur un rayon de quelques dizaines de mètres.

La norme 802.11 décrit les couches basses du modèle OSI qui sont :

- la couche physique permettant trois sortes de codage ;
- la couche de liaison de données composée de sous-couches telles que le contrôle de liaison logique (*Logical Link Control*, LCC), le contrôle d'accès avec support (*Media Access Control*, MAC).

La norme 802.11 est à l'origine de la transmission sans fil offrant des débits de 2 Mbit/s, des variantes ont été apportées afin d'améliorer la sécurité et l'interopérabilité. Voici un récapitulatif des différentes normes :

- 802.11a : utilisant la bande de fréquence de 5 GHz et disposant d'un débit de 54 Mbit/s théorique ;
- 802.11b : utilisant la bande de fréquence de 2,4 GHz, et disposant d'un débit de 11 Mbit/s théorique ;
- 802.11c : amélioration de la fonction pont avec la couche liaison de données pour la norme 802.11d ;
- 802.11d : internationalisation de la norme permettant une interopérabilité des matériels ;
- 802.11e : amélioration de la qualité de service ;
- 802.11f : norme à l'intention des vendeurs de point d'accès pour une meilleure interopérabilité entre matériels permettant à un utilisateur itinérant de passer d'un point à un autre ;
- 802.11g : norme proposant un débit de 54 Mbit/s sur la bande des 2,4 GHz ;
- 802.11h : norme visant à une compatibilité avec le Hiperlan2 pour être en conformité avec la réglementation européenne ;
- 802.11i : norme visant à renforcer la sécurité des transmissions.

Dans le spectre de fréquence, chaque bande est allouée à une fonction précise. Cette répartition est faite par chaque pays qui autorise certaines bandes mais en interdit d'autres (usage militaire).

La bande de fréquence qui nous intéresse est la bande ISM (industriel, scientifique, médical) dont l'étendue est 902-928 MHz ; 2,4 GHz-2,483 GHz ; 5 725 GHz-5 850 GHz.

Les transmissions possibles en Wi-Fi sont de trois types :

- la technique de l'étalement de spectre à saut de fréquence,
- la technique de l'étalement du spectre à séquence directe,
- la technologie infrarouge.

Les avantages d'une transmission Wi-Fi sont :

- pas de travaux de VRD et génie civil,

- pas de passage de câbles coaxiaux.

L'inconvénient d'une transmission Wi-Fi est la propagation des ondes, permettant à ces dernières de sortir de la zone et rendant de ce fait :

- un piratage possible,
- un brouillage des données possible (une simple micro-onde),
- le réseau non sécurisé,
- des perturbations par les intempéries, les radioamateurs, ou *via* des communications Bluetooth possibles.

Pendant, on commence à réaliser des installations de vidéosurveillance de type Wi-Fi.

WIMAX IEEE 802.16 est un standard de transmission à haut débit par voie hertzienne, permettant des débits de 10 à 70 Mbits.

9.3 Étude détaillée des fibres optiques

Un câble à fibres optiques peut acheminer simultanément plusieurs milliers de messages. La fibre optique permet de très grandes vitesses (150 Mbit/s) sur de grandes distances (une dizaine de kilomètres), soit quinze fois la vitesse d'un réseau local courant. Grâce à de telles vitesses, il devient possible de transmettre en temps réel des sons, et même des images animées. Ce support est encore d'un coût élevé dû essentiellement aux équipements (connecteurs, concentrateur, commutateur, etc.) mais tend à devenir compétitif par rapport au câble coaxial.

9.3.1 Généralités

- Cœur (*core*) : partie cylindrique en verre ou plastique de 50 à 200 μm , permettant la transmission du signal optique.
- Gaine (*cladding*) : gaine d'indice de réfraction différent du cœur, permettant la propagation d'un rayon lumineux par réflexions successives sur les parois.
- Revêtement (*coating*) : couche de plastique de 25 à 1 000 μm assurant la protection mécanique de la fibre. Ce revêtement est généralement dissous lors du raccordement des connecteurs (figure 9.11).

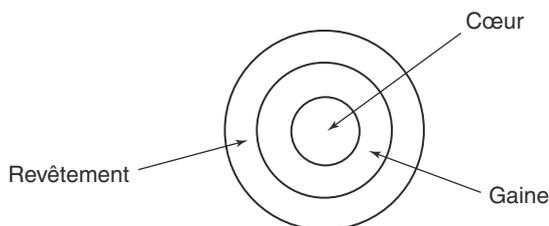


Figure 9.11 – Structure de la fibre optique.

La dimension d'une fibre optique se réfère aux diamètres du cœur et de la gaine de réfraction. Les dimensions les plus courantes sont : 50/125, 62,5/125 et 100/140 μm .

9.3.2 Fibres multimode ou monomode

Les fibres optiques sont classées selon leur profil d'indice, d'après un paramètre appelé *ouverture numérique* (*numerical aperture*), qui correspond au sinus d'un angle critique entre le rayon lumineux incident et l'axe de la fibre. On trouve deux types de fibres optiques, les *multimodes* et les *monomodes*.

■ Fibre multimode

Les fibres multimodes ont la caractéristique de disposer d'un cœur important (de 50 à 85 μm). En outre, elles se répartissent en deux classes :

- les fibres à faible indice ou saut d'indice (débit limité à 50 Mbit/s),
- les fibres à gradient d'indice (débit limité à 1 Gbit/s).

■ Fibre monomode

Il s'agit de fibres dont l'ouverture numérique et le diamètre du cœur sont suffisamment faibles pour que les rayons lumineux transmis soient pratiquement parallèles avec des temps de parcours égaux. Elles ont un diamètre de cœur de 5 à 10 μm seulement pour des caractéristiques très performantes (figure 9.12).

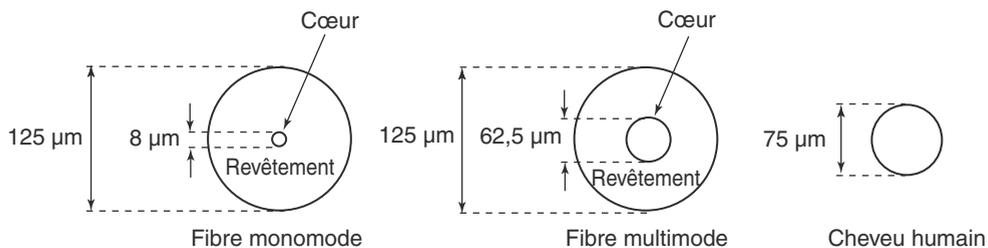


Figure 9.12 – Caractéristiques de la fibre optique.

9.3.3 Fibres à saut d'indice ou à gradient d'indice

■ À saut d'indice (*step index*)

Fibre dont l'ouverture numérique et le cœur sont plus grands (100, 200 et 300 μm), ce qui donne des rayons lumineux avec des angles de réflexion différents, limitant la bande passante et la portée utile de la fibre.

■ À gradient d'indice (*graded index*)

Fibre dont l'indice de réfraction décroît depuis le centre du cœur jusqu'à la gaine, ce qui contraint le rayon lumineux à une réflexion plus réduite autour de l'axe du cœur et « égalise » les temps de propagation pour une meilleure bande passante. Ces fibres sont généralement proposées avec des diamètres de cœur de 50, 100 et 125 μm .

9.3.4 Caractéristiques

■ Atténuation (dB/km)

L'atténuation, exprimée en dB/km, correspond à un rapport entre la puissance reçue et la puissance émise. Le fait que l'atténuation n'est pas constante en fonction de la

longueur d'onde a conduit à déterminer des longueurs d'ondes optimales situées dans les zones de 850, 1 300 et 1 500 nm. Les valeurs courantes d'atténuation pour des fibres multimodes sont de 3 dBm/km à 850 nm et 1,75 dBm/km à 1 300 nm.

■ Bande passante (MHz/km)

La bande passante est une mesure indiquant la capacité de transmettre une quantité d'informations, sur une certaine distance. Les valeurs diffèrent selon le type de fibre.

■ Test de continuité

Ce test permet de s'assurer de la continuité de transmission entre deux extrémités d'une fibre. Réalisé facilement à l'aide d'un contrôleur visuel (rayon lumineux visible) ce test permet de s'assurer de l'état d'une fibre après installation, de vérifier la continuité après mise en place des connecteurs, et de repérer ou d'identifier des fibres en cours d'installation.

■ Mesure de l'affaiblissement

À l'affaiblissement normal du câble fibre optique s'ajoutent les pertes correspondant aux raccordements des connecteurs et éventuellement des raccords utilisés pour les épissures. L'affaiblissement total apporté par le câble connecté est une des mesures les plus importantes à effectuer pour s'assurer du bon fonctionnement de la liaison.

■ Localisation de défaut

En principe, les tests précédents suffisent pour la majorité des installations, lorsque le travail est effectué par du personnel qualifié. Si toutefois des problèmes persistent, l'utilisation d'un réflectomètre se justifie.

9.3.5 Avantages et inconvénients de la fibre optique

Les avantages sont nombreux :

- maintien d'une qualité d'image et de données au travers de grandes distances, très faible perte de transmission. Dans un câble coaxial, l'atténuation d'un signal vidéo d'une fréquence de 5 MHz est de 20 dB/km ; en comparaison l'atténuation dans une fibre optique est comprise entre 0,3 et 3 dB/km impliquant de ce fait que l'on peut envoyer un signal vidéo sur des distances plus importantes que le câble coaxial ;
- immunité aux interférences électromagnétiques. La fibre optique transporte de la lumière, ce qui la rend insensible aux perturbations électromagnétiques ;
- très grande plage de bande passante de transmission. La bande passante d'une fibre optique se situe entre 100 MHz et 100 GHz ;
- petite dimension et poids faible contrairement au câble coaxial ;
- moyen de transmission sûr et sécurisant. Contrairement au câble, la fibre optique n'émet pas de radiation ce qui rend difficile son « piratage ». En outre, elle convient parfaitement dans les milieux où toute étincelle est à proscrire (atmosphères explosives).

Les contraintes spécifiques relatives à la technologie optique sont d'ordre mécanique et climatique (rayons de courbure, résistance à la traction, étanchéité, etc.).

10 • COMMUTATION VIDÉO

Un système de vidéosurveillance mettant en œuvre plusieurs caméras implique nécessairement un dispositif permettant l'affichage des caméras sur un écran voire plusieurs écrans. C'est de ce matériel qu'il est question dans ce chapitre et qu'il est bien utile de définir avant de se prononcer sur un choix.

10.1 Commutateurs cycliques

Les commutateurs cycliques permettent l'affichage automatique d'une caméra sur un seul écran (figure 10.1).

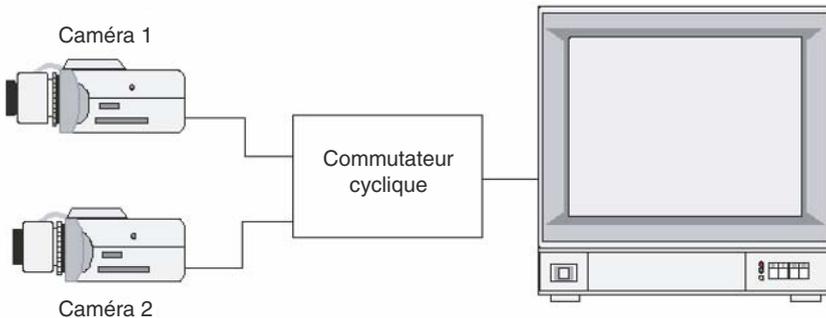


Figure 10.1 – Installation CCTV avec commutateur cyclique.

Cependant l'utilisation de commutateurs peut s'avérer gênante lorsqu'un incident majeur survient lors de la commutation. Ce type de matériel est utilisé pour contrôler une présence, non pour surveiller des zones sensibles.

En général les commutateurs disposent de boutons en façade avant permettant de visualiser la caméra choisie ou de laisser le système effectuer automatiquement un séquençement durant une période déterminée et programmable de chaque caméra.

10.2 Quads

Les systèmes de type quad permettent l'affichage de quatre caméras en temps réel sur un moniteur. Le mode d'affichage ainsi obtenu est appelé *quadrvision* ou *mode quadra*.

Afin d'afficher plusieurs signaux vidéo sur un seul écran, le quad compresse les images issues des caméras. À l'enregistrement, les quatre images sont archivées simultanément sur la bande, ce qui entraîne une perte de résolution à la relecture. En effet, même si le mode plein écran est sélectionné lors de la relecture de la bande, l'image ainsi obtenue sera reconstituée avec seulement un quart des pixels contenus dans l'image réelle (figure 10.2).

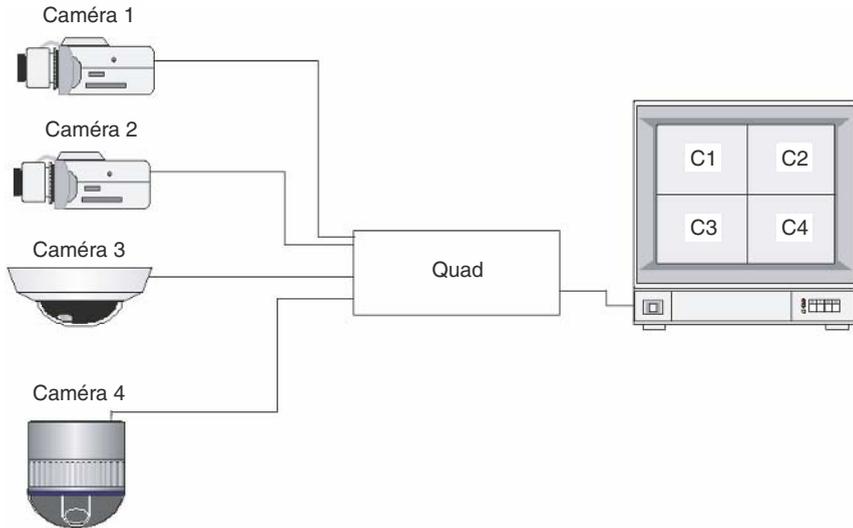


Figure 10.2 – Installation CCTV avec système quad.

Les quads se distinguent entre eux par leur type d'affichage (noir et blanc ou couleur), leur résolution (horizontale et verticale), leur nombre d'entrées vidéo (4 ou 8) et par leurs fonctionnalités propres telles que :

- affichage d'une seule caméra occupant tout l'écran ; cet affichage est appelé *mode plein écran* ;
- affichage séquentiel de chaque caméra, dans lequel peut être inclus le mode quadra. Ce type d'affichage est appelé *séquence* ou *cyclique* (similitude au fonctionnement d'un commutateur cyclique) ;
- grossissement d'une partie d'image affichée en mode plein écran ; cet affichage est appelé *mode plein écran dilaté*, et s'apparente à un zoom électronique ;
- conservation en mémoire de la dernière image apparue sur une entrée vidéo. L'image peut être ainsi figée à l'écran, définissant le mode gelé ;
- gestion d'une entrée vidéo pour magnétoscope. Cette entrée gère le mode relecture VCR, permettant de sélectionner en relecture de bande un mode d'affichage particulier à partir d'un enregistrement réalisé en quadra ;
- gestion de deux moniteurs séparés. L'un, appelé *moniteur normal* (principal), peut être configuré dans n'importe quel mode d'affichage, l'autre, appelé *moniteur quad* (auxiliaire), n'affiche que le mode quadra ;
- détection automatique de perte vidéo. Si une entrée vidéo ne reçoit plus de signal vidéo, un message d'avertissement de perte vidéo s'affiche sur l'image en cours. La dernière image reçue avant la perte vidéo peut alors être rappelée en mode gelé ;

- gestion de noms de caméras. Un nom est attribué à chaque entrée vidéo, permettant la reconnaissance immédiate de l'image affichée ;
- gestion de contacts d'entrées associées à chaque entrée vidéo. Un contact d'entrée d'alarme, lorsqu'il est déclenché à partir d'un élément extérieur, fait automatiquement basculer le quad du mode quadra en mode plein écran, affichant l'image de la caméra associée sur lequel apparaît un message d'alarme. L'acquiescement des alarmes est généralement paramétrable (manuel, automatique, différé, etc.) ;
- gestion d'un contact de sortie lors de la détection d'une alarme en entrée. Ce relais de sortie permet le déclenchement d'un équipement quelconque (magnétoscope, éclairage, etc.).

10.3 Multiplexeurs

10.3.1 Principes généraux des multiplexeurs

Un multiplexeur est un système vidéo numérique dont la fonction de base est de synchroniser les signaux vidéo de plusieurs caméras afin de pouvoir :

- les mémoriser sur un disque dur sans perdre de trames ; cette mémorisation s'accompagne en général d'un encodage de l'image afin de pouvoir l'identifier lors de la relecture ;
- visualiser plusieurs images en multivision sur un seul moniteur avec un affichage en mosaïque des caméras.

Les fonctions de mémorisation et de visualisation ne sont pas possibles simultanément, sauf sur les systèmes duplex (figure 10.3).

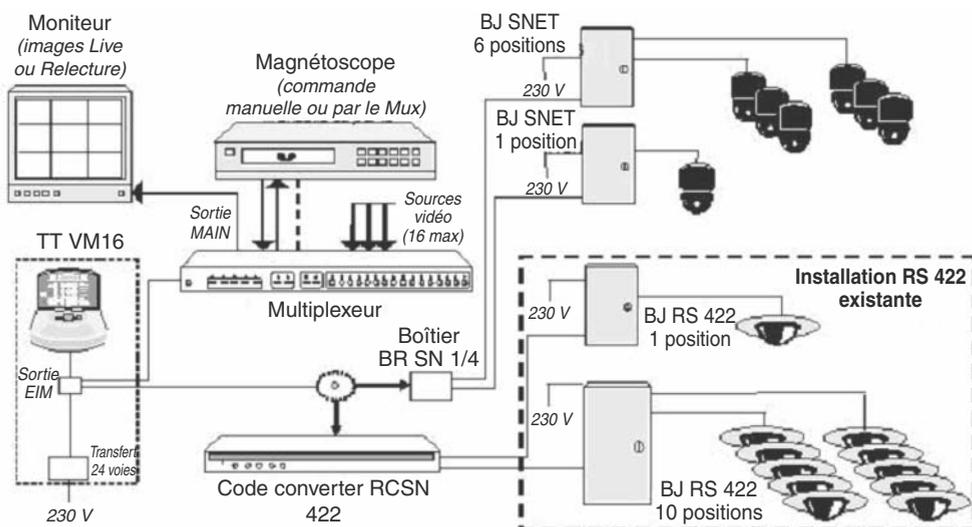


Figure 10.3 – Installation CCTV avec multiplexeur (ADT Tyco).

10.3.2 Multiplexeur et enregistrement

Les multiplexeurs permettent l'affichage en simultané des images provenant des caméras sur un seul écran mais ils ont l'avantage de pouvoir prélever une image à destination d'un enregistreur analogique ou numérique afin de visualiser certaines séquences d'images.

Dans une installation vidéo importante, il est difficile d'avoir des caméras synchronisées, et la mémorisation permanente et rapide sur un seul enregistreur va poser plusieurs problèmes :

- les signaux n'étant pas synchronisés lors du passage d'une caméra à l'autre, il n'y aura pas de mémorisation tant que l'enregistreur ne sera pas synchronisé sur la nouvelle caméra ;
- la relecture est très difficile, voire impossible puisque plusieurs caméras sont mélangées.

Le multiplexeur grâce à ses mémoires vidéo fournit à l'enregistreur des images synchronisées. Il n'y aura donc pas de perte d'image due à l'absence de synchronisation entre les caméras. De plus, un système d'encodage dans l'image permettra d'identifier la caméra.

■ Système multivision

La multivision implique la création d'un signal vidéo composé par les images de 2, 4, 9, 16 images par exemple (figure 10.4).

Deux techniques sont possibles pour arriver au résultat :

- multiplexer les images issues de plusieurs caméras et les mettre dans une mémoire qui est visualisée en permanence et qui est rafraîchie du 1/4, 1/9, 1/16 de la surface de l'écran toutes les fois que le multiplexeur reçoit l'image d'une caméra. On voit que dans ce principe, on n'obtient pas 25 trames par seconde mais en fait au maximum $25/4$ ou $25/9$ ou $25/16$. La grande majorité des systèmes fonctionnent sur ce principe ;
- mémoriser et synchroniser les quatre images de quatre caméras 25 fois par seconde et visualiser l'image ainsi reconstituée avec le même rafraîchissement que s'il n'y avait qu'une caméra. Ce système est plus sophistiqué mais plus confortable en visualisation.

La gestion de l'image permet l'affichage soit :

- plein écran,
- 4 voies (quad),
- 9 voies,
- 12 voies,
- voire 16 images ou des représentations typiques avec incrustation d'image dans l'image PIP (*picture in picture*).

■ Systèmes simplex

Dans ce type d'installation le multiplexeur simplex peut soit afficher en multi-écran soit enregistrer en multiplex mais en aucun cas accomplir les deux fonctions en simultané (figure 10.5).

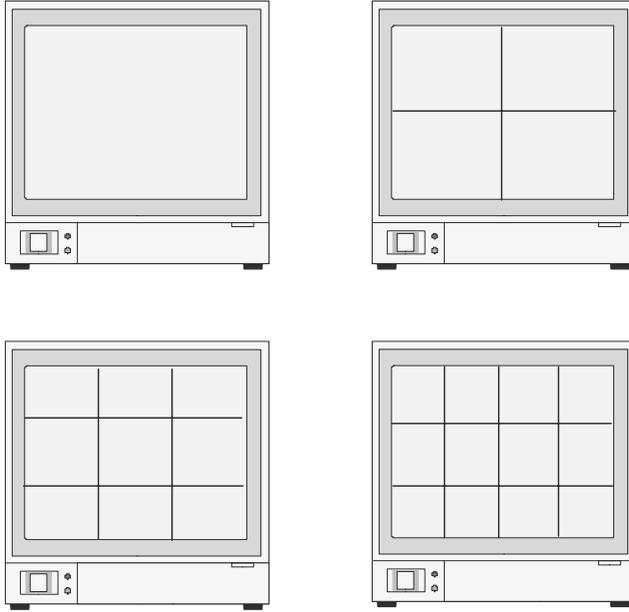


Figure 10.4 – Écran 1, 4, 9, 12 images.

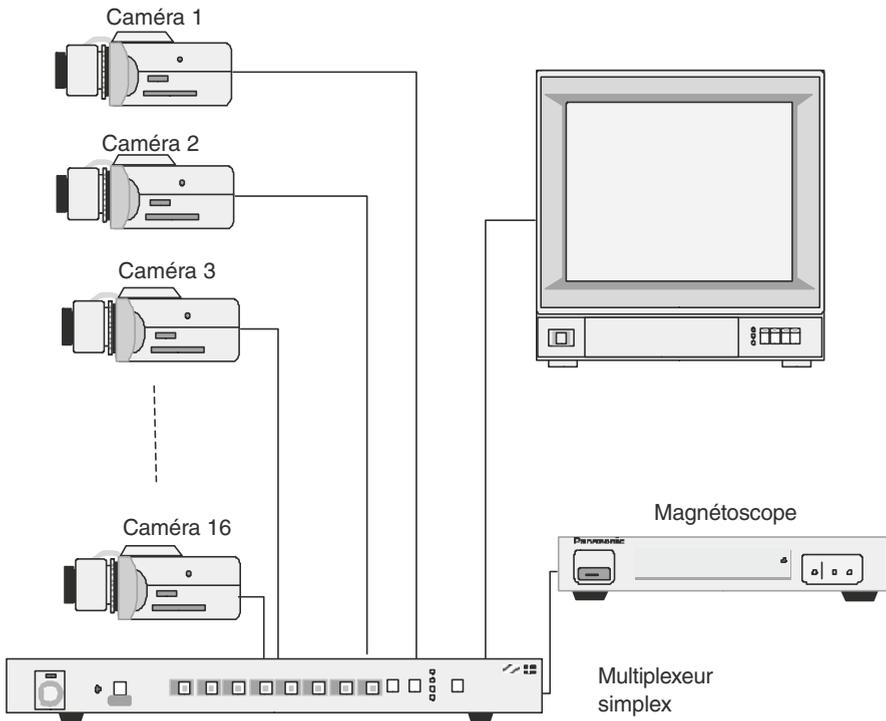


Figure 10.5 – Système multiplexeur simplex.

Les multiplexeurs intègrent un affichage multivision. Il est important de savoir de quel type est le système. En effet, sur un système simplex, la visualisation et la mémorisation synchrone ne sont pas possibles simultanément. Sur un système duplex, on peut à la fois visualiser en multivision plusieurs caméras et mémoriser après synchronisation et multiplexage ces mêmes caméras ou d'autres.

■ Multiplexeurs couleur ou noir et blanc

En raison de la mémorisation tampon pour synchroniser les signaux, le signal analogique est numérisé. Certains systèmes fonctionnent en noir et blanc, d'autres en couleur.

■ Systèmes duplex

Dans ce type de configuration les images sont enregistrées en multiplex et la relecture des images se fait également en images multiplexées (figure 10.6).

Le multiplexeur vidéo duplex devra permettre l'enregistrement et l'affichage multi-écran simultanément. Pendant l'affichage en mode live, en mode play-back ou pendant l'enregistrement, le multiplexeur devra pouvoir afficher les images en mode plein écran ou en mode multi-écran.

Ce type de multiplexeur dispose de deux sorties vidéo (Mon A et Mon B), et d'entrées alarme.

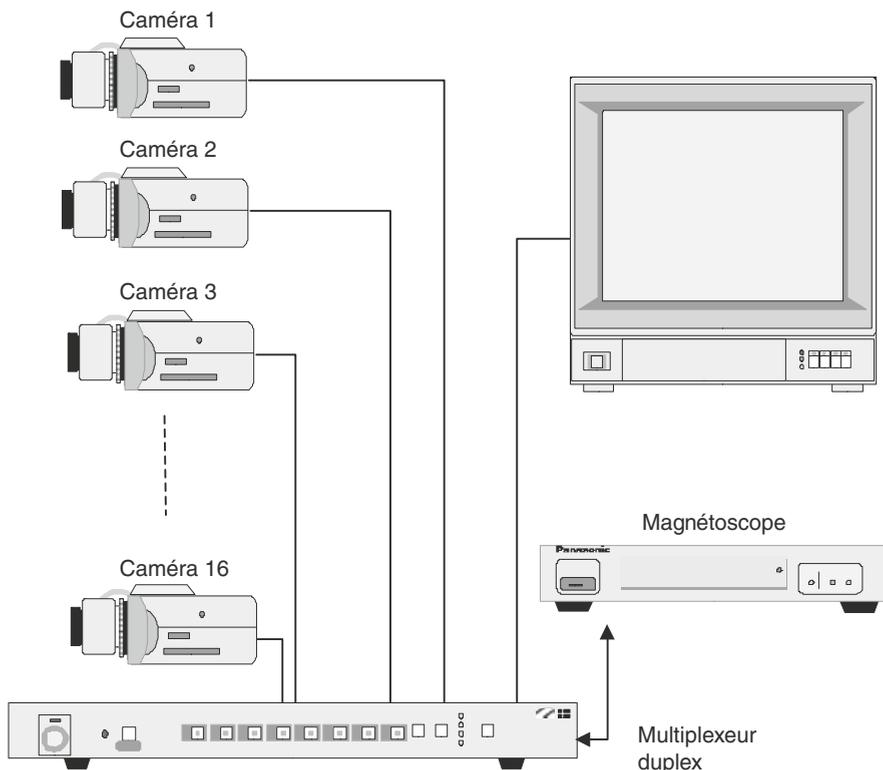


Figure 10.6 – Système multiplexeur duplex.

■ Systèmes triplex

Le système triplex permet d'afficher une caméra en plein écran (écran spot) et également de visualiser et relire sur l'écran dit *en mosaïque* (figure 10.7). Les deux sorties moniteurs doivent pouvoir afficher simultanément deux images différentes en multifenêtrage. Des entrées alarme sont également disponibles.

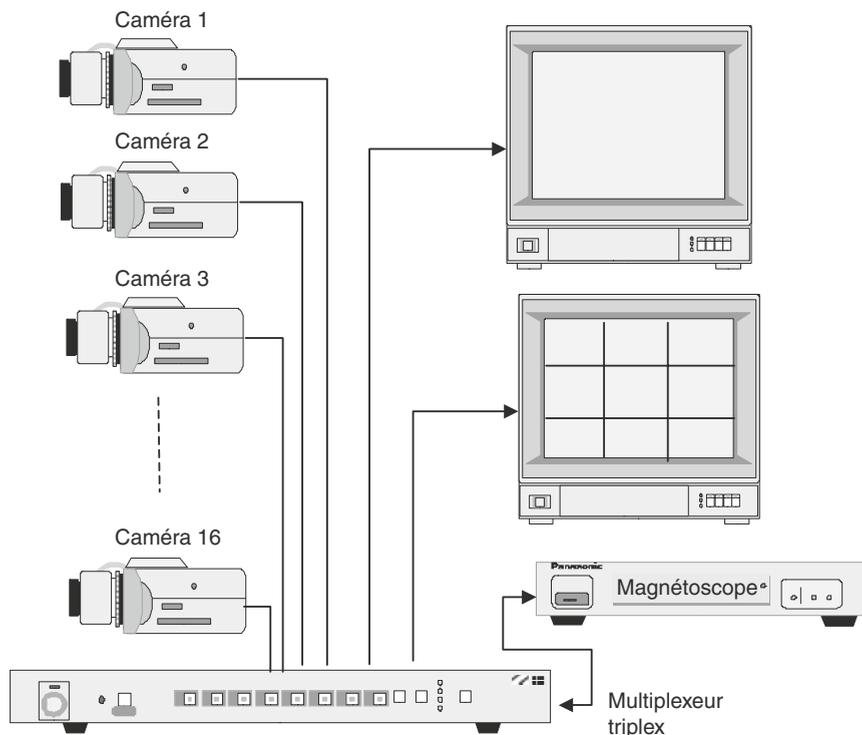


Figure 10.7 – Système multiplexeur triplex.

■ Qualité

La fréquence d'échantillonnage et donc la taille des mémoires tampon conditionnent la qualité du système ou en fait, son aptitude à ne pas dégrader la qualité du signal qui lui est fourni.

Le nombre de bits sur lequel se fait l'échantillonnage est le deuxième facteur qualitatif. Celui-ci doit se faire sur 8 bits en noir et blanc, afin de conserver les nuances de gris fournies par la caméra. En couleur, cet échantillonnage est en général fait sur 12 bits pour chacun des trois points couleur.

Nous trouvons sur le marché des multiplexeurs à 6, 9, 16 entrées.

■ Conclusion

Il existe des multiplexeurs noir et blanc et couleur :

- simplex : enregistre en multiple mais n'affiche qu'une caméra ou visualise en multi-image mais n'enregistre qu'une seule caméra ;
- duplex : permet simultanément l'enregistrement et la visualisation en multi-image ;

- triplex : permet la relecture d'une caméra sur le même moniteur ;
- quadriplex : affichage direct, enregistrement, relecture, transmission *via* le réseau informatique.

10.4 Matrices de commutation vidéo

Une matrice de commutation vidéo est un système doté de X entrées vidéo et de Y sorties vidéo. Elle permet de visualiser n'importe quelle entrée sur n'importe quelle sortie vidéo en établissant une interconnexion électrique entre une entrée x et une sortie y .

Une sortie y peut être connectée sur deux ou plusieurs sorties simultanément afin de visualiser sur plusieurs moniteurs la même image (figure 10.8).

Un sélecteur vidéo (manuel ou cyclique) est en fait une matrice à X entrées, mais ne disposant que d'une sortie (parfois deux pour les cycliques les plus performants). En général, les matrices sont commandées par l'intermédiaire de claviers qui peuvent dans certains cas commander des ensembles de tourelles et des zooms.

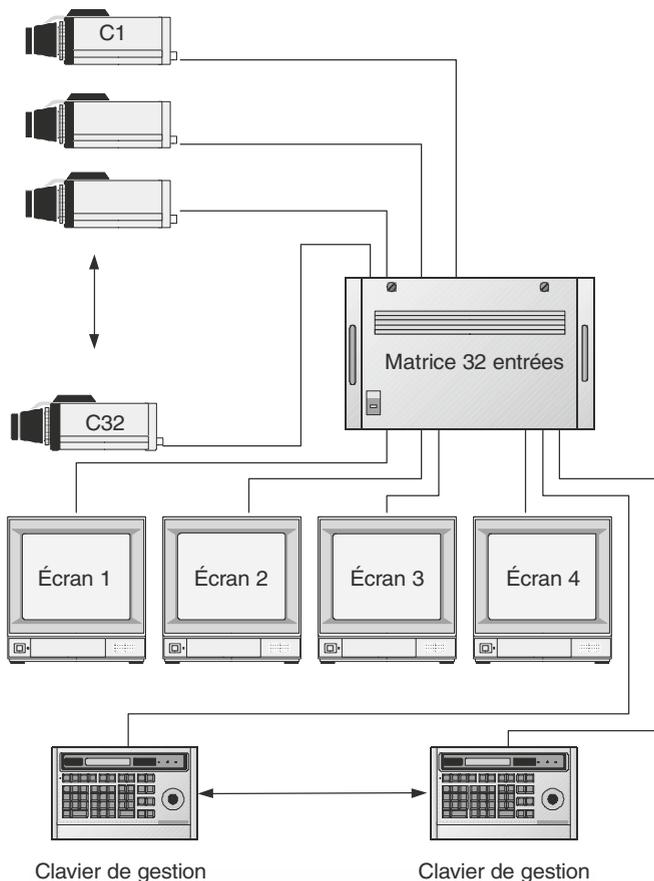


Figure 10.8 – Installation CCTV avec matrice 32 entrées.

Il est possible de programmer le système afin de pouvoir afficher les images provenant de n'importe quelle caméra sur un moniteur voire plusieurs moniteurs.

10.4.1 Caractéristiques techniques générales

Il existe deux grandes familles de matrices qui se différencient par leur architecture : l'architecture centralisée et l'architecture en réseau.

En fait une architecture réseau est constituée d'un ensemble de plusieurs petits ensembles à architecture centralisée.

10.4.2 Architecture centralisée

Celle-ci nécessite de ramener en un même point géographique (la matrice), tous les signaux vidéo entrant. De ce même point repartent toutes les sorties pour aller vers les moyens d'exploitation (moniteurs, enregistreurs, imprimantes).

Cette architecture permet des combinaisons sans limite entre les sorties et les entrées ce qui est le fondement même de la matrice. On atteint cependant les limites physiques lorsque le nombre d'entrées et de sorties devient très important, plus de 500 entrées par exemple. En effet :

- le nombre de câbles coaxiaux devient très important et ils prennent une place infinie incompatible bien souvent avec les chemins de câbles ;
- compte tenu du nombre de caméras, les distances entre caméras et matrices sont très longues donc très chères et entraînent une perte de qualité ;
- les signaux vidéo repartent souvent vers la zone d'où ils sont issus pour y être exploités, ce qui augmente encore le nombre de câbles à tirer ;
- le nombre d'interconnexions à l'intérieur de la matrice est proportionnel au nombre d'entrées et de sorties, et pose rapidement des problèmes techniques très complexes à résoudre ;
- tous ces éléments font qu'une architecture en réseau de mini-matrices est souvent plus adaptée aux besoins de l'utilisateur, et plus simple de mise en œuvre.

10.4.3 Architecture réseau

Une architecture de réseau est constituée d'un ensemble de mini-matrices à X entrées et Y sorties, qui sont interconnectées entre elles par un minimum de câbles coaxiaux et un câble de dialogue entre les mini-matrices.

Cette architecture présente un seul défaut – qui en fait n'en est pas un dans 99 % des cas. Le nombre de caméras visualisables à partir d'une même matrice centrale est en effet limité au nombre de connexions entre la matrice centrale et la matrice de précentralisation.

10.4.4 Caractéristiques techniques principales

Prenons le cas d'un système comprenant un clavier de contrôle multifonctions avec *joystick* et fenêtre de programmation matricielle de 48 entrées vidéo (caméras) et 16 sorties vidéo (moniteurs), extensibles en nombre de sorties et nombre d'entrées jusqu'à 288 caméras et 96 moniteurs suivant la configuration.

Le principe de commutation vidéo répond aux exigences les plus sévères :

- n'importe quelle caméra sur n'importe quel moniteur à n'importe quel moment par n'importe quel opérateur autorisé sans aucun conflit ;
- une interface d'alarme est intégrée dans l'unité de la matrice vidéo.

■ Nombre d'entrées/sorties

Le nombre d'entrées/sorties définit la taille et la capacité de commutation d'une matrice. Il est rare que le nombre soit inférieur à 16 entrées. En théorie, le nombre maximum est illimité surtout dans le cadre d'une architecture de réseau. Pour des configurations inférieures à 16 caméras et 4 sorties, on parlera de sélecteur (manuel ou automatique) qui en général ne dépasse pas deux sorties, une cyclique et une fixe (*spot*).

■ Caractéristiques électriques des entrées

En général, une matrice dispose d'amplificateurs en entrée permettant de réaligner chaque signal vidéo en fonction de l'atténuation qu'il subit selon la longueur et la nature du câble. Le niveau d'amplification est défini en dB.

Des matrices plus évoluées sont équipées de systèmes permettant d'isoler chaque masse vidéo de chaque entrée afin de supprimer les couplages avec la terre.

Cet isolement est fait soit par des transformateurs vidéo, soit par des systèmes d'optocoupleurs. Ces équipements qui permettent de résoudre les problèmes très fréquents de couplage de terre et de masse, entraînent cependant un surcoût important pour l'équipement.

■ Unités d'incrustations

Des modules d'incrustation sont disponibles en série ou en option sur les matrices du marché. Afin de limiter le nombre de voie d'incrustation, l'incrustation se fait sur les voies de sortie.

On trouve en général :

- l'identification alphanumérique de la caméra,
- les jours, date et heure,
- le type de visualisation (numéro d'alarme, numéro de cycle, position de la tourelle, etc.).

■ Mode d'exploitation

On peut définir trois modes d'exploitation :

- le mode manuel permet à un opérateur depuis un clavier ou une console de demander la visualisation de son choix dans la limite bien sûr des autorisations qui auront été données lors d'un paramétrage général ;
- le mode automatique permet à un opérateur d'appeler une séquence de visualisation, parmi n séquences qui auront été préalablement définies par un paramétrage ;
- le mode alarme permet une visualisation automatique prédéfinie en cas d'événement externe. Ce mode alarme peut être activé soit par un contact électrique soit par une interconnexion (liaison série) avec un autre système.

■ Autorisations

Le principe même d'une matrice est de pouvoir visualiser sur n'importe quelle sortie, n'importe quelle entrée. Il est cependant nécessaire et impératif de pouvoir interdire la visualisation d'une ou plusieurs caméras sur certains moniteurs, ou encore d'interdire certaines manipulations depuis certains claviers ou consoles.

Les autorisations doivent aussi être réglables en fonction de paramètres tels que l'heure ou le jour. Afin de simplifier les autorisations, certains fabricants font des regroupements de caméras et de moniteurs.

Un logiciel de restriction ou/et de hiérarchisation déterminera les droits et les interdits de chacun.

■ Paramétrage d'une séquence de visualisation

Pour une séquence de visualisation (automatique ou alarme), il est possible en général de paramétrer le temps de visualisation de chaque caméra. Une séquence doit pouvoir mettre en œuvre plusieurs moniteurs. Si les systèmes gèrent des présélections de position de tourelle et zoom, une séquence est en général liée à une position de caméra.

■ Gestion d'ensemble tourelle-zoom

Certains systèmes de commutation sont capables de gérer des ensembles tourelle-zoom depuis les mêmes claviers ou consoles. Ceci permet une meilleure intégration et souvent des performances supplémentaires. Par exemple, si le système gère des présélections de position de tourelle et de zoom, l'apparition d'une alarme appelle simultanément la ou les caméras et les bonnes positions de tourelles et zoom.

■ Nombre de consoles de gestion

Une matrice doit pouvoir être gérée depuis plusieurs consoles. Chaque console doit pouvoir gérer, si l'autorisation lui a été donnée, toutes les caméras, moniteurs et tourelles (figure 10.9).

10.4.5 Topologie de réseaux câblés

La plupart des matrices disposent de plusieurs protocoles de communication entre les équipements électroniques (clavier, *joystick*, caméra dôme, etc.) ; les plus courants sont le code RS485 et le code Manchester, ce dernier étant aussi appelé *code biphasé* par certains fabricants.

■ Connexion en série

Dans cette configuration, un câble relie chaque élément à l'élément suivant (figure 10.10).

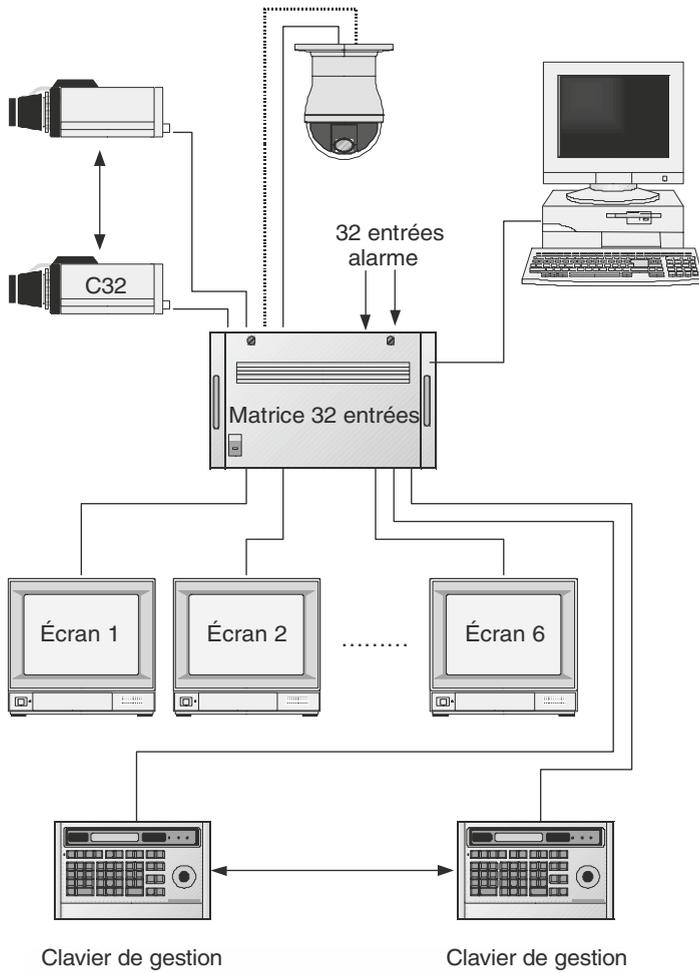


Figure 10.9 – Installation CCTV avec matrice 32 entrées vidéo et alarme.

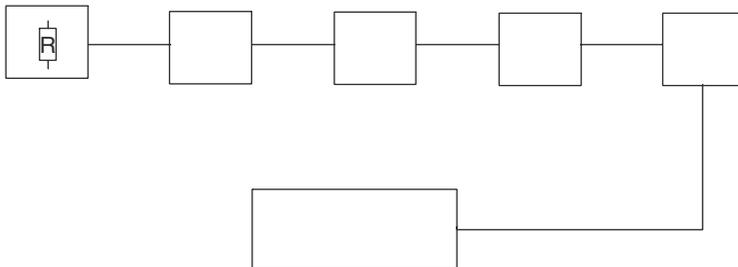


Figure 10.10 – Liaison série entre équipements.

■ Connexion en bus

Dans cette configuration, c'est une liaison bus qui a été choisie (figure 10.11).

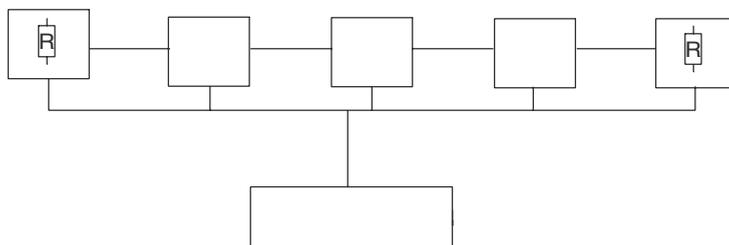


Figure 10.11 – Liaison bus entre équipements.

■ Connexion en étoile

Dans cette configuration en étoile, certains fabricants garantissent jusqu'à quatre branches au travers d'un concentrateur (figure 10.12).

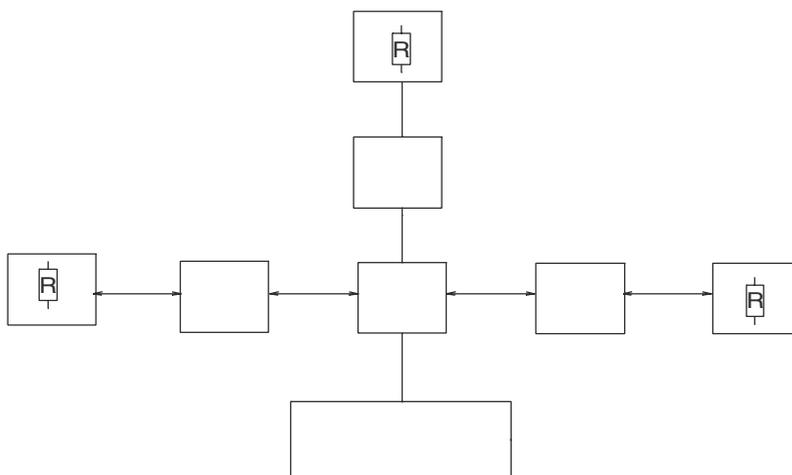


Figure 10.12 – Liaison étoile entre équipements.

REMARQUE

Les extrémités des liaisons filaires doivent être terminées par une résistance.

10.4.6 Communication du système

L'unité centrale de la matrice communique avec les dispositifs du système par le biais de protocoles de communication : RS232, RS422, RS485, Manchester, etc. Les protocoles RS422, RS485 et Manchester servent à contrôler les dômes et les caméras pan/tilt. Le protocole RS232 permet les communications avec les claviers du système, les PC, les dispositifs auxiliaires, les unités d'interface d'alarme, les enregistreurs vidéo, etc.

11 • VIDÉOSURVEILLANCE ET RÉSEAUX

La technologie numérique est omniprésente et se trouve dans différents domaines d'activité (informatique, TV, vidéo, son, jeux, etc.) ; elle a permis de faire circuler les données entre personnes et machines et a entraîné l'émergence des réseaux. Ce bouleversement est dû à Internet qui a révolutionné la manière dont nous partageons l'information, entraînant de ce fait une demande de systèmes de vidéosurveillance sous technologie IP.

11.1 Généralités sur les réseaux

11.1.1 Réseaux de types LAN ou WAN

Tout équipement relié au réseau informatique communique au travers d'une gestion spécifique dont une explication succincte est développée dans les paragraphes suivants. Cependant, le plus utilisé est le réseau Ethernet et ses protocoles TCP/IP.

■ Architecture réseau de type LAN (*Local Area Network*)

La figure 11.1 illustre une architecture simplifiée où les équipements sont reliés à travers un réseau local.

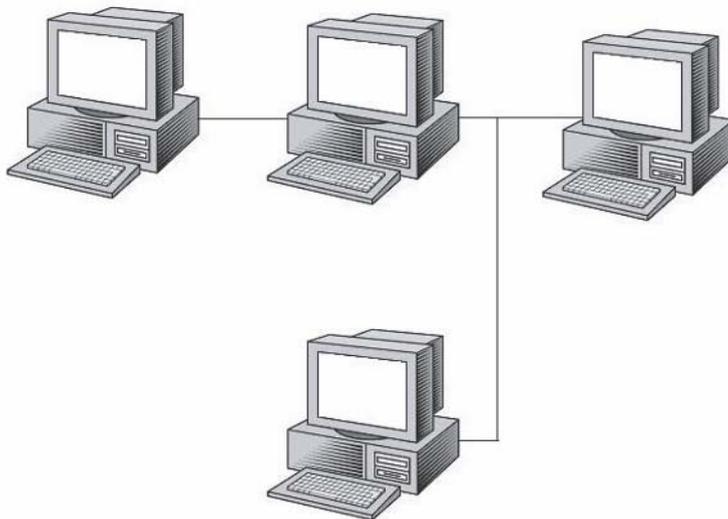


Figure 11.1 – Réseau local.

■ Architecture réseau de type WAN (*Wide Area Network*)

La figure 11.2 illustre une architecture simplifiée où les équipements sont reliés au travers d'un réseau distant.

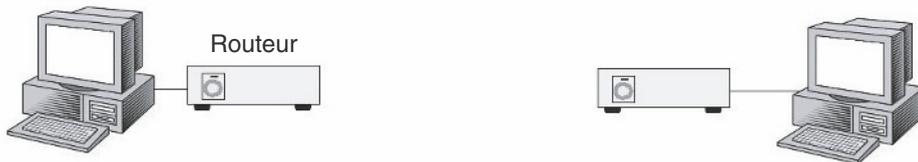


Figure 11.2 – Réseau distant.

11.1.2 Modèle OSI

Comme déjà mentionné, les informations transmises à travers les réseaux de communication sont de nature très différente en fonction de l'application dont elles proviennent.

D'autre part, les systèmes informatiques connectés à un réseau donné sont également de nature, de technologie et d'origine très différentes (ordinateurs, micro-ordinateurs, périphériques, automates programmables, etc.).

Il arrive que certains constructeurs proposent pour ses systèmes un, voire plusieurs réseaux de communication qui ne sont souvent compatibles qu'avec eux-mêmes. Cet état de fait rend difficile, sinon impossible, leur connexion avec des systèmes d'origines diverses.

L'intérêt d'une normalisation des réseaux permettant l'interconnexion aisée de matériels hétérogènes est évident. Cette normalisation doit être assez complète et précise afin de prendre en compte l'ensemble des problèmes liés à la communication :

- connexion physique des systèmes (support, connectique, codage des signaux, etc.),
- organisation et échange fiable des données organisées en trames,
- gestion des conflits d'accès support dans le cas de liaisons multipoints,
- adressage des stations concernées par l'échange,
- découpage des fichiers en paquets de longueurs compatibles avec celles des trames,
- contrôle des flux de données et synchronisation des entités différentes communicantes,
- transcodages éventuels des données pour les rendre exploitables par la station destinataire,
- déclenchement des échanges.

Plutôt que de traiter globalement l'ensemble de ces problèmes, il s'avère beaucoup plus judicieux de les décomposer en éléments fonctionnels plus simples et homogènes : les couches.

C'est l'ISO (International Standard Organisation) qui a défini et proposé un modèle de décomposition de la problématique réseau en sept couches normalisées : le modèle OSI (*Open System Interconnection*), modèle d'interconnexion des systèmes ouverts.

Un système est dit *ouvert* s'il respecte le modèle OSI pour gérer les échanges sur un réseau. Dans ce cas, il n'est plus lié aux caractéristiques d'un constructeur.

L'intérêt pour un constructeur de systèmes de respecter une telle architecture semble évident, puisque cela lui permet d'ouvrir la communication entre ses matériels et ceux de tout autre constructeur qui respectera ce modèle.

On pourra donc aboutir à des systèmes multiconstructeurs, sans aucune adaptation particulière, et ceci au plus grand bénéfice des utilisateurs.

Chaque fois que l'on parle de communication, une référence au modèle OSI est faite. Or ce modèle est souvent mal compris, pas connu ou même utilisé pour faire croire que le système de communication en question est conforme à un standard.

Il semble donc indispensable de rappeler quelques considérations à ce sujet.

Le modèle OSI de l'ISO est une base de référence, un modèle justement pour l'identifier et séparer les différentes fonctions d'un système de communication.

Comme modèle il sert donc uniquement de point de repère et n'est donc pas une norme à laquelle un système de communication doit adhérer !

Les fonctions des systèmes ouverts de communication se décomposent selon les sept couches définies par le modèle OSI de la façon suivante (tableau 11.1).

Les couches 1 à 3 sont orientées vers la transmission des données.

Les couches 4 à 7 sont orientées vers le traitement des données.

Tableau 11.1 – Représentation du modèle OSI.

Application	Couche 7
Présentation	Couche 6
Session	Couche 5
Transport	Couche 4
Réseau	Couche 3
Liaison	Couche 2
Physique	Couche 1

La **couche 1 (physique)** définit les caractéristiques physiques de la partie communication d'un circuit. En particulier dans ce niveau sont définis les potentiels, les courants, les connecteurs, le système de codage électrique ou optique. Le câble proprement dit n'est cependant pas compris dans ce niveau, car le modèle OSI s'applique uniquement aux caractéristiques de communication d'un nœud d'un réseau, et pas au réseau lui-même.

La **couche 2 (liaison)** définit le format de la trame et son codage logique, ainsi que les mécanismes de protection, l'insertion automatique de bits pour éviter la transmission d'une séquence trop longue de signaux identiques.

Au niveau de la **couche 3 (réseau)** sont décrites les caractéristiques du réseau, dans le but d'assurer que les trames d'information sont acheminées selon le parcours

choisi de la source au consommateur. Ce niveau est indispensable lorsque plusieurs parcours sont possibles et actifs en même temps.

Au niveau de la **couche 4 (transport)** est définie la façon dont on procède à la connexion et à la déconnexion, ainsi qu'à l'établissement d'un canal de communication à travers le réseau entre deux nœuds.

Couche 5 (session) : une fois établi un canal logique de communication entre deux points, ceux-ci peuvent commencer à synchroniser leurs applications, respectivement à ouvrir une session de travail. Ces opérations se déterminent à ce niveau.

Couche 6 (présentation) : lorsque les deux nœuds en communication utilisent un système différent de présentation des données, comme par exemple le code ASCII et un code étendu à 16 bits, c'est à ce niveau que sont définies les correspondances.

Couche 7 (application) : le dernier niveau concerne la description de l'interface vers l'application. Ce niveau ne comprend pas l'application elle-même, car celle-ci ne fait pas partie du système de communication.

11.1.3 Sécurité de l'information

Les ordinateurs et réseaux informatiques sont protégés efficacement par des systèmes de sécurité de type *firewalls* et de mots de passe ; nous pouvons affirmer que la majorité des installations vidéo IP sont bien protégées et que la confidentialité des données est bien préservée.

REMARQUE

Dans la majorité des installations de vidéosurveillance, la partie informatique devient un point incontournable ; l'objectif de cet ouvrage n'est pas de détailler cette partie mais de passer en revue certains points. Le lecteur pourra trouver d'excellents ouvrages ou naviguer sur le Web s'il souhaite développer cette partie. Pour toute installation de vidéosurveillance importante, il est vivement conseillé d'inclure dans les différentes négociations du projet le service informatique.

11.2 Protocole Internet (IP)

11.2.1 Généralités

Avec l'IP (*Internet Protocol*) le langage natif d'Internet, le nombre d'ordinateurs et de systèmes connectés *via* Internet a augmenté de manière exponentielle dans un laps de temps relativement réduit. Tout en devenant de plus en plus largement répandus, les réseaux peuvent traiter des volumes de plus en plus grands à des vitesses de transmission de plus en plus rapides. Il est désormais plus facile, flexible et économique pour les entreprises de surveiller et donner suite à des images vidéo venant d'endroits à plus ou moins longue distance.

Internet a beaucoup contribué à la promotion de la suite IP qui est devenue un standard. La suite IP consiste en le protocole TCP/IP, élément fondamental de la gestion des réseaux.

Les réseaux de communication doivent permettre :

- un accès de tous à tout ou partie de l'information,
- des flux et des débits adaptés aux applications concernées,
- une banalisation des accès et des communications,
- une transparence maximum de l'hétérogénéité physique et logique des matériels.

Le protocole Internet est un système ouvert (non-propritaire) et largement répandu qui permet une communication aussi bien pour des réseaux LAN et WAN. Les protocoles Internet consistent en une suite de protocole de communication dont les deux plus connus sont le TCP (*Transmission Control Protocol*) et l'IP (*Internet Protocol*).

L'*Internet Protocol* n'est pas exclusivement destiné aux couches basses mais inclut des applications spécifiques telles que mail, émulation de terminal, transfert de fichier.

C'est un protocole qui fonctionne aussi bien dans de grandes ou petites sociétés et dispose d'une gamme de produits de haute performance et très économiques.

Le protocole Internet fait partie de la couche 3 qui contient l'information d'adressage et quelques informations de contrôle qui permettent de diriger les paquets.

■ Adressage IP

L'adressage IP permet un cheminement sans encombre des données au travers du réseau. Chaque adresse IP possède un format spécifique. Chaque serveur connecté sur le réseau TCP/IP se voit assigner une adresse logique unique codée sous 32 bits, adresse divisée en deux parties, le numéro du réseau et le numéro du serveur.

■ Format de l'adresse IP

Les adresses IP ont un format de 32 bits groupés en 4 octets (figure 11.3).

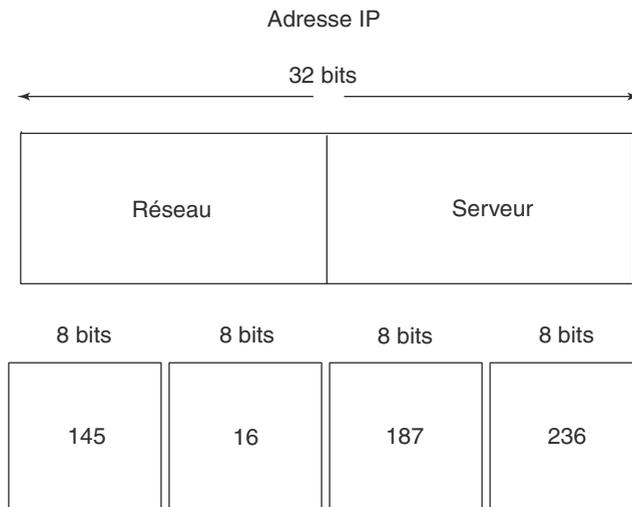


Figure 11.3 – Format d'une adresse IP.

11.2.2 Supports de transmission vidéo sous IP

La vidéo sous IP peut être transmise presque partout, et utilisée sur des réseaux de 10 Mbit, 100 Mbit ou 1 Gbit, de type LAN, WLAN, ISDN, PSTN, PHS, CDCP et GSM.

Dans les bâtiments, un réseau Ethernet de 100 Mbit est idéal, il est rapide et d'un bon rapport qualité/prix. Le 100 Mbit Ethernet est normalement constitué par une paire de câble cuivre, ce câble peut éventuellement comporter un blindage contre les sources de bruit. La longueur maximale ne doit pas dépasser plus de 100 m.

■ Réseau téléphonique commuté (RTC)

Les modems sont beaucoup utilisés au travers de notre téléphone pour communiquer avec le monde extérieur. C'est un moyen économique mais qui présente l'inconvénient d'être lent : la vitesse de transmission pour télécharger des fichiers peut atteindre 56 kbit/s *via* un modem et envoyer des fichiers à une vitesse de 33,6 kbit/s. On peut contrôler une caméra IP à partir d'un PC *via* un modem.

■ Réseau numérique à intégration de services (RNIS)

Ce type de communication permet d'envoyer de la voix, vidéo et données au travers d'une ligne numérique ou d'un téléphone normal. Les modems RNIS peuvent être souscrits auprès de la compagnie de téléphone permettant d'envoyer les données à une vitesse maximum de 128 kbit/s sous deux canaux de 64 kbit/s chacun.

■ Modems xDSL

Depuis l'avènement des transmissions du type xDSL maintenant disponible auprès de nombreuses compagnies de téléphones et ISP (*Internet Service Providers*), les modems ADSL, HDSL, IDSL, et VDSL sont devenus de plus en plus populaires. En payant une redevance mensuelle vous pouvez utiliser une connexion.

■ Modems câble TV

La transmission des données se fait par le même câble que les signaux TV.

■ Connexion T1

La connexion T1 est une ligne téléphonique dédiée à la transmission des données à une vitesse jusqu'à 1,544 Mbit/s.

■ 10 Mbit Ethernet

Réseau de transmission à 10 Mbit/s classé en deux catégories : le 10 Base-T qui utilise des paires de câble torsadé et le Base2 qui utilise du câble coaxial très peu utilisé.

■ 100 Mbit Ethernet

Réseau de transmission à 100 Mbit/s dont le principal standard est appelé le 100 Base-T.

■ 1 000 Mbit Ethernet, Gigabit Ethernet

Il est destiné à devenir un standard pour les plus grandes entreprises.

■ Modems des téléphones cellulaires

L'utilisation des téléphones portables est un moyen de piloter à distance des caméras tout en recevant des images ; certes la transmission est faible mais suffisante pour les applications de sécurité.

■ Réseau sans fil (IEEE 802.11b)

Dans une installation, c'est le poste câblage qui coûte le plus cher c'est pourquoi les réseaux sans fil sont amenés à un grand succès.

La norme IEEE 802.11b, connue aussi sous le nom Ethernet sans fil ou WLAN, a été conçue pour la réalisation de réseaux sans fil. Elle utilise une bande fréquence ISM de 2,4 GHz autorisant des communications jusqu'à 11 Mbit/s.

La norme 802.11b, aussi appelée Wi-Fi, permet une communication à vue de 300 m à l'extérieur et de 50 à 100 m à l'intérieur.

■ Réseau sans fil Bluetooth

Le Bluetooth utilise une technologie radio très populaire et très économique qui permet à divers équipements mobiles de communiquer entre eux sans fil. Le Bluetooth utilise une bande de fréquence ISM de 2,4 GHz avec un débit de 723 kbit/s ; il permet de communiquer jusqu'à une distance de 10 m à l'extérieur et de 5 m à l'intérieur. Il n'est pas utilisé pour la vidéo.

11.2.3 Type de transmission sous IP

Nous avons vu que le protocole IP est un moyen de communication permettant à différents équipements constituant un réseau d'échanger des données. Il y a trois types de transmission de la communication : unicast, multicast, broadcast.

■ Unicast

L'unicast est un type d'échange de données de poste à poste également appelé *peer to peer* (figure 11.4).



Figure 11.4 – Communication unicast.

■ Multicast

Le multicast est un type de transmission permettant à la même information d'être transmise simultanément à un nombre défini de récepteurs (figure 11.5). Par exemple les images provenant d'une caméra quelconque d'une installation CCTV peuvent être visualisées en même temps par différents récepteurs.

■ Broadcast

La transmission broadcast consiste à envoyer les données à tous les récepteurs (figure 11.6).

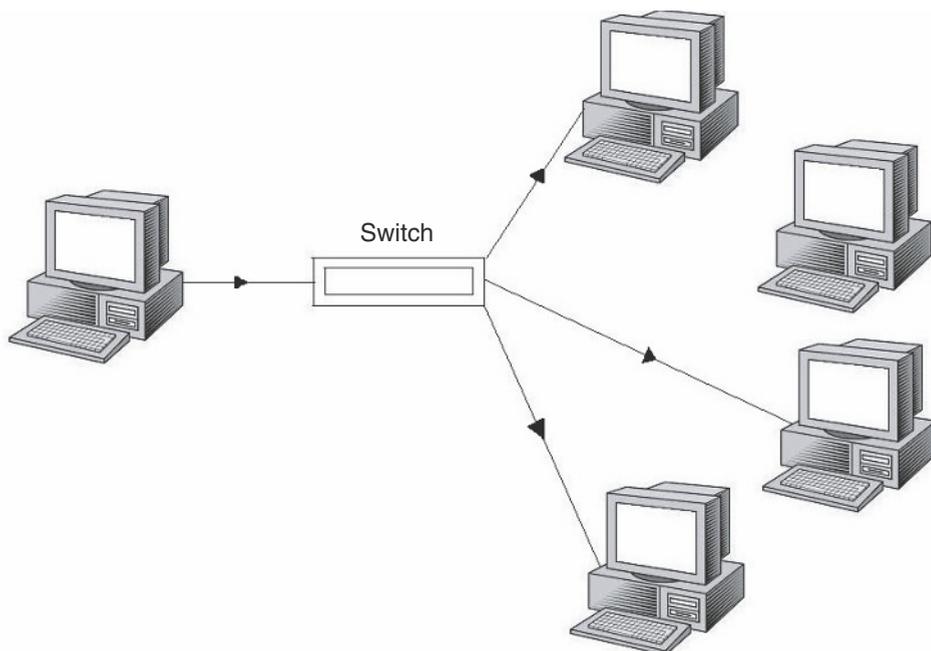


Figure 11.5 – Communication multicast.

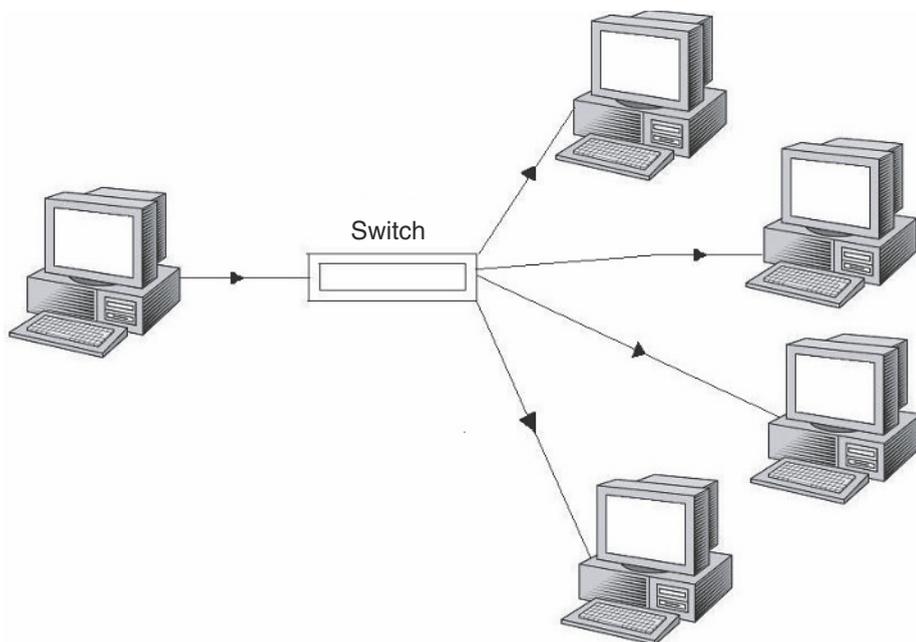


Figure 11.6 – Communication broadcast.

11.2.4 Équipements pour transmission IP

■ Caméra IP

Comme dans le système de vidéosurveillance analogique, la caméra réseau reste un élément important dans la chaîne d'acquisition. Une caméra réseau se connecte directement sur le réseau (figure 11.7).

Une caméra réseau intègre un objectif, un filtre optique, un capteur et un convertisseur analogique/numérique d'images, un serveur web, une interface réseau et une interface modem. Les modèles les plus évolués peuvent également inclure d'autres fonctions additionnelles comme la détection de mouvements, le support du courrier électronique, la gestion du port d'entrée-sortie pour les périphériques utilisés dans les systèmes d'alarme, etc.

La caméra IP permet de « filmer » une scène ou séquence d'un lieu quelconque et de pouvoir visualiser les images issues de cette caméra à un autre endroit au travers du réseau Internet, sachant que les images pouvant être accessibles à toutes personnes disposant d'autorisation d'accès. La même chose serait tout à fait possible avec des caméras analogiques mais nécessiterait le rajout de matériels supplémentaires pouvant grever le budget prévisionnel !

Nous pouvons affirmer que l'installation d'un système de vidéosurveillance intégrant des caméras IP peut être viable si les points suivants ont été évoqués :

- La bande passante du réseau informatique permet-elle de transmettre le flux vidéo ?
- La régie vidéo est-elle centralisée ?
- A-t-on intégré les notions d'extension et de maintenance de l'installation ?



Figure 11.7 – Caméra IP (Axis).

■ Serveurs vidéo IP

Ces équipements disposent d'une ou plusieurs entrées vidéo analogiques, d'un convertisseur analogique/numérique, d'un compresseur d'images, d'un serveur web et d'une interface réseau. Ce produit permet lors d'extensions ou modifications

d'une installation de vidéosurveillance de garder les caméras analogiques existantes (figure 11.8).



Figure 11.8 – Serveur vidéo (Axis).

Ils existent d'autres produits qui au travers de cartes d'acquisition *rackables* favorisent la modification (figure 11.9).



Figure 11.9 – Cartes d'acquisition vidéo (Axis).

Ces cartes viennent se loger dans un *rack* comme le montre la figure 11.10.

■ Enregistreur NVR

L'enregistreur NVR (*Network Video Recorder*) est un système vidéo équipé de fonctions d'enregistrement comme un enregistreur numérique de type DVR. Il est idéal pour les applications couvrant plusieurs sites, chacun équipé de plusieurs caméras avec le besoin d'enregistrer un nombre important d'images mais où la



Figure 11.10 – Rack pour cartes d'acquisition vidéo (Axis).

bande passante disponible pour le transfert d'images vers un point centralisé et distant est limitée. L'enregistreur NVR associe l'enregistrement vidéo local et la possibilité de visualiser des images en direct ou enregistrées à partir de n'importe quel PC autorisé sur le LAN, le WAN ou l'Internet. Les utilisateurs peuvent simultanément regarder, enregistrer, revoir des images vidéo et configurer le produit à partir d'un navigateur web standard.

■ Hubs, switches et routeurs

Les *hubs* (ou concentrateurs) sont des boîtes de connexion permettant à plusieurs équipements de partager une connexion réseau ; en général de 5 à 24 dispositifs peuvent être connectés sur un *hub* ; si ce nombre doit être dépassé, il suffit d'ajouter un *hub* supplémentaire. Pour doper le réseau on peut utiliser des *switchs* (ou commutateurs) et des routeurs (figure 11.11).

Chaque élément du LAN (*Local Area Network*) doit avoir une adresse unique, appelée adresse IP et de la forme 10.115.34.20. Les trois premiers groupes de digits se réfèrent aux équipements connectés sur le même segment.

11.2.5 Bande passante

Couramment, le réseau IP se présente comme un réseau filaire voire sans fil reliant entre eux des équipements de type ordinateurs et périphériques. Mais dès que l'on parle de vidéosurveillance IP, de nombreuses interrogations liées à la bande passante et à la sécurité sont posées, que nous allons aborder.

Actuellement, les réseaux informatiques sont dans la majorité des cas de type Ethernet 100 Mbit/s, 1 Go/s, 10 Go/s. Or, pour un réseau 100 Mbit/s, la bande passante utile ne sera approximativement que de 50 Mbit/s.

Si une caméra IP transmet à 25 images par seconde, elle consommera en moyenne 4 Mbit/s de bande passante. Donc une installation de vidéosurveillance IP comportant plusieurs caméras sur un réseau où transitent diverses données informatiques entraînerait inéluctablement une saturation du réseau informatique. Cependant, ces désagréments peuvent être contournés par exemple :

- en réalisant un réseau virtuellement séparé en deux, technique couramment utilisée dans le monde des réseaux ; un réseau physique peut être séparé en deux

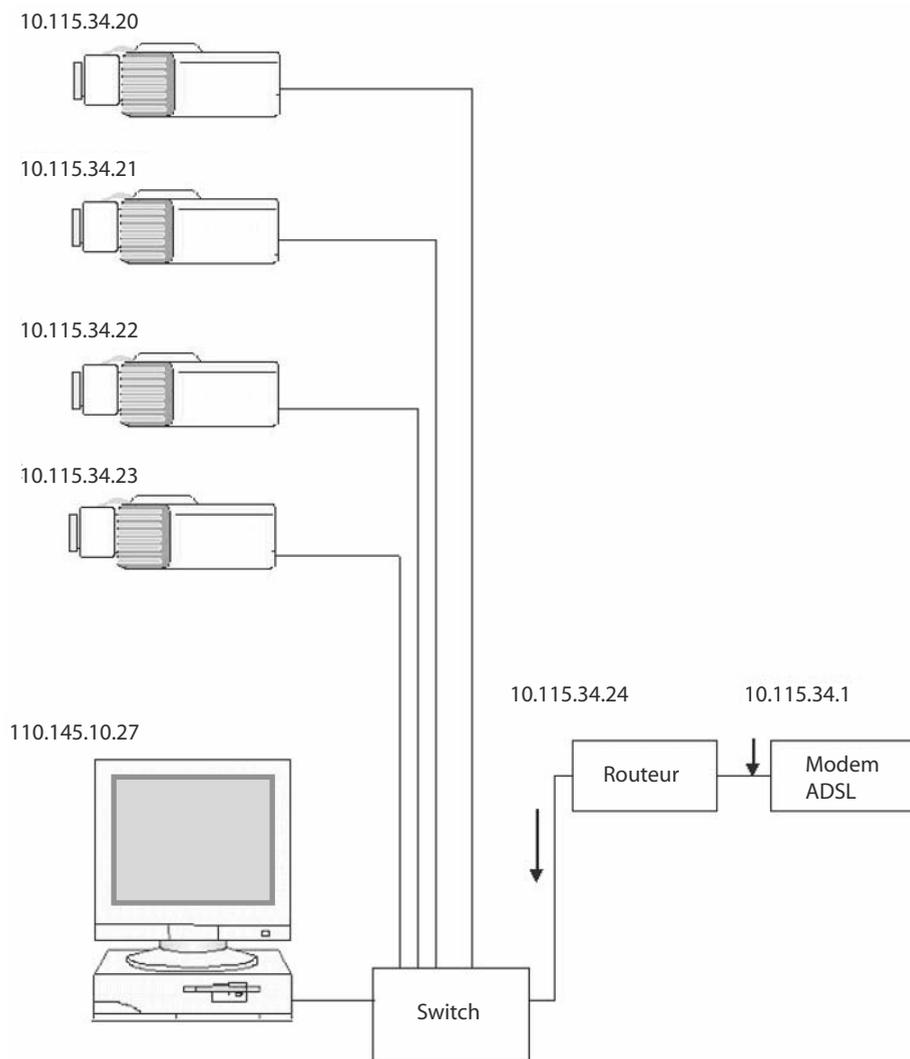


Figure 11.11 – Installation CCTV interrogeable à distance.

réseaux virtuels autonomes, un pour le réseau entreprise et un pour le réseau vidéosurveillance IP ;

- en utilisant des équipements techniques en constante amélioration et des prix en baisse, l'innovation technologique permet d'obtenir des réseaux de plus en plus rapides facilitant de ce fait la démocratisation de la vidéosurveillance IP ;
- en réglant le nombre d'images par caméra. Il est à noter que la plupart des applications de vidéosurveillance IP ne nécessitent pas un enregistrement en temps réel soit 25 i/s. La majorité des caméras IP permettent de régler le nombre des images à 3 ou 4 et lors d'une alarme de passer à un nombre plus important d'images.

11.3 Différentes solutions IP

Il est indéniable que lorsque le réseau est suffisamment dimensionné la pose d'une caméra IP est nettement moins coûteuse qu'une caméra analogique. En outre les avantages qu'offre la technologie numérique sont la qualité de l'image ainsi que la gestion de cette dernière (figure 11.12).

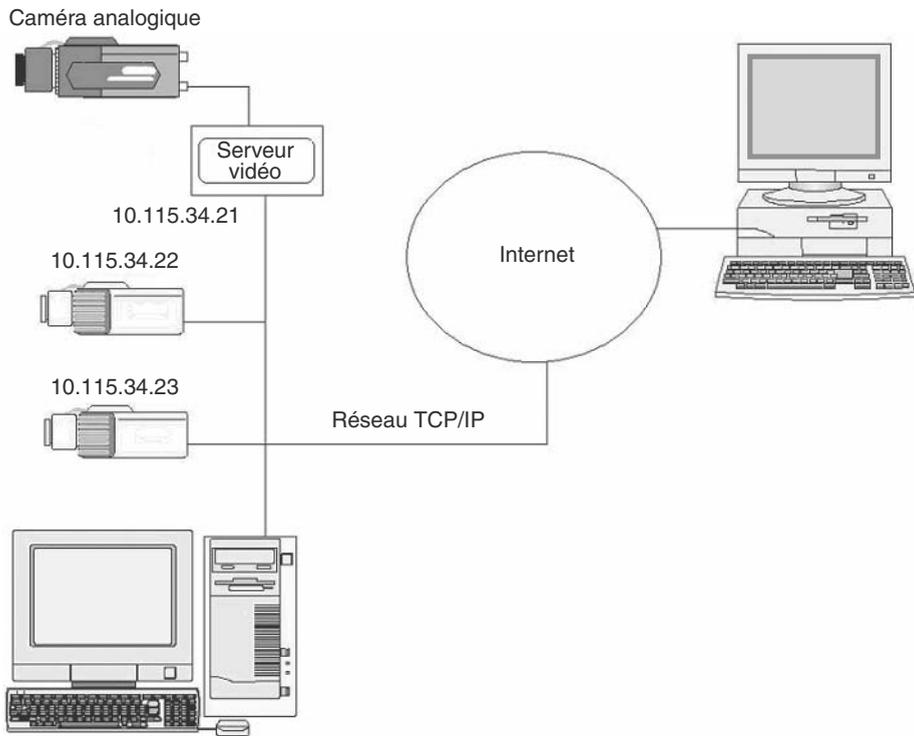


Figure 11.12 – Installation CCTV avec caméras analogiques et IP.

Par le biais de logiciels spécifiques il est tout à fait possible de réaliser les applications suivantes :

- convergence vers les différentes applications techniques (contrôle d'accès, intrusion, etc.),
- reconnaissance faciale,
- comptage de personnes,
- traçabilité de personnes ou produits,
- analyse et détection de certaines zones d'une image ou séquence vidéo, etc.

11.3.1 Liaison à distance *via* une ligne ADSL

L'installation représente un cas de figure assez courant où d'un côté se trouve une installation de vidéosurveillance et dans un autre lieu distant un PC qui souhaite pouvoir se raccorder à distance *via* une ligne ADSL (figure 11.13).

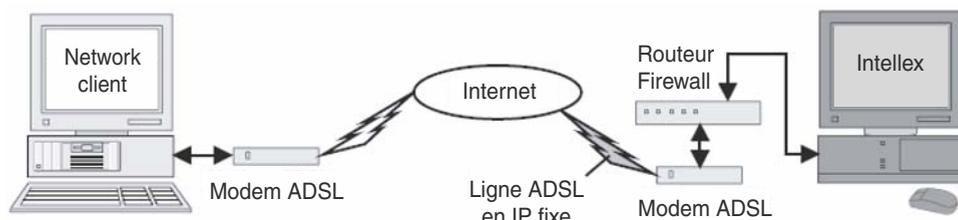


Figure 11.13 – Architecture d'une installation CCTV reliée *via* Internet à un PC distant (ADT Tyco Sensormatic).

L'ADSL est devenue une technologie mature et disponible dans la majeure partie du territoire. L'avantage de cette technologie réside dans l'utilisation des lignes téléphoniques existantes. Mais dans ce type d'application le transfert des données se fera inévitablement par le support d'Internet. Or pour réaliser cette jonction entre deux équipements distants, il faut en plus de la ligne ADSL une adresse IP fixe ainsi que la mise en place d'un routeur.

Pour que le système puisse fonctionner correctement il faut de part et d'autre une ligne ADSL (une pour l'enregistreur Intellex[®] ou autre matériel et une autre pour le logiciel Network Client[®]). La vitesse montante côté Network Client[®] correspond à la vitesse descendante côté Intellex[®] et réciproquement. Lors d'une communication, la vitesse maximale qui pourra être atteinte s'apparente obligatoirement à la vitesse montante (la plus faible).

Prenons un exemple. Soit une communication entre deux lignes ADSL à 1 024 kbit/s, on ne peut obtenir qu'une vitesse de communication maximale à 256 kbit/s. Dans le cas d'une ligne 512 kbit/s, la vitesse de communication ne sera alors que de 128 kbit/s (donc identique à une liaison Numeris sur deux canaux) (figure 11.14).

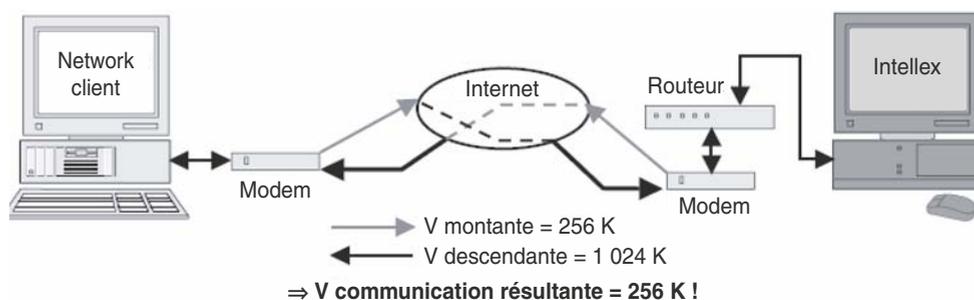


Figure 11.14 – Transfert de données *via* Internet.

REMARQUE

La vitesse d'une ligne ADSL est une vitesse théorique qui correspond à la vitesse maximale que l'on peut espérer dans de bonnes conditions. Il faut cependant savoir que cette vitesse n'est pas garantie par les fournisseurs d'accès et peut chuter de façon dramatique, si l'utilisateur se trouve à la limite de la zone desservie par l'ADSL, ou si l'installation physique dans les locaux de l'utilisateur n'est pas optimale.

11.3.2 PoE (*Power over Ethernet*)

Le standard IEEE 802.3af définit l'implantation de cette technologie et assure la compatibilité et l'interopérabilité des matériels conformes à ce standard.

La technologie PoE permet de véhiculer sur le support (câble) les données et l'alimentation.

Les équipements ont la capacité de transmettre et gérer l'énergie électrique par les câbles de réseau de données pour alimenter les différents matériels tels que téléphones sous IP, caméras sous IP, etc.

Deux types de produits existent :

- les produits de type Midspan permettant la mise à niveau d'infrastructure Ethernet vers PoE,
- les produits intégrés permettant l'incorporation du PoE en commutateurs conformément à la 802.3af.

■ Produits de type Midspan

Les Midspan sur PoE avec 1, 6, 12, 24 ou 48 ports de sortie sont branchés en cascade à un commutateur/concentrateur d'Ethernet existant. Il s'agit d'une solution extensible permettant de mettre à niveau un réseau et de lui donner la capacité de supporter PoE.

■ Produits intégrés

Ces produits intègrent la technologie PoE et permettent d'être alimentés au travers du câble Ethernet (figure 11.15). Le câble Ethernet standard de catégorie 5 à quatre paires torsadées, dont deux seulement sont utilisées pour les données en réseau 10 Base-T et 100 Base-T, les deux autres paires pouvant être employées pour fournir de l'énergie aux équipements connectés au réseau.



Figure 11.15 – Équipement PoE.

■ Avantages

Suppression d'une prise électrique à proximité immédiate de la caméra. Le câble d'alimentation électrique exige souvent un départ 230 Vac d'une armoire électrique qui fréquemment nécessite de tirer un câble empruntant des chemins de câbles chaotiques et du personnel habilité entraînant de ce fait des coûts sous-jacents. En revanche une caméra réseau ou tout équipement utilisant la technologie PoE disposera de l'alimentation électrique et des données *via* le même câble.

L'alimentation électrique PoE est une source paramétrable à distance. L'équipement source d'alimentation PoE est capable d'être administré à l'aide de protocole tel que SNMP (*Single Network Management Protocol*). Ce protocole permet de couper momentanément une partie du réseau afin d'intervenir sur le réseau pour accomplir des actions maintenance.

La facilité de déplacement des caméras favorise le redéploiement d'une installation de vidéosurveillance suivant les modifications des infrastructures existantes ou nouvelles.

11.3.3 Réseau ATM

Le réseau ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) est un réseau à haut débit fonctionnant à 25 Mbit/s et pouvant aller au-delà de 622 Mbit/s. Il utilise des paquets ou cellules de données fixes pour la transmission d'un point du réseau à un autre. Ces paquets sont transportés sur le réseau *via* une spécification de priorité appelée QOS (*Quality of Service*).

Le QOS est primordial lors de l'envoi de séquence vidéo ; c'est un moyen de contrôler que les informations arrivent au destinataire en un temps minimal, contrairement à d'autres applications PC de type mail qui sont moins sensibles au temps de transfert.

Les deux principales différences entre les réseaux ATM et IP d'Ethernet sont la qualité et le coût.

Le réseau ATM permet l'obtention d'une qualité d'image supérieure tout en étant rapide mais à un coût important. La transmission des informations est d'une fiabilité remarquable, ne subissant aucune distorsion à l'arrivée.

L'IP d'Ethernet est un réseau utilisé par 80 % des réseaux LAN sous Ethernet ; il est moins onéreux que l'ATM, et ne peut rivaliser avec ce dernier. Même si l'utilisateur à la capacité de régler la bande passante, le débit et la qualité d'image n'égalent jamais ceux d'un réseau ATM.

12 • SYSTÈMES DE VIDÉOSURVEILLANCE

12.1 Dispositifs de commande et de visualisation

Cette architecture a la particularité d'avoir plusieurs installations de vidéosurveillance avec un PC de sécurité (figure 12.1).

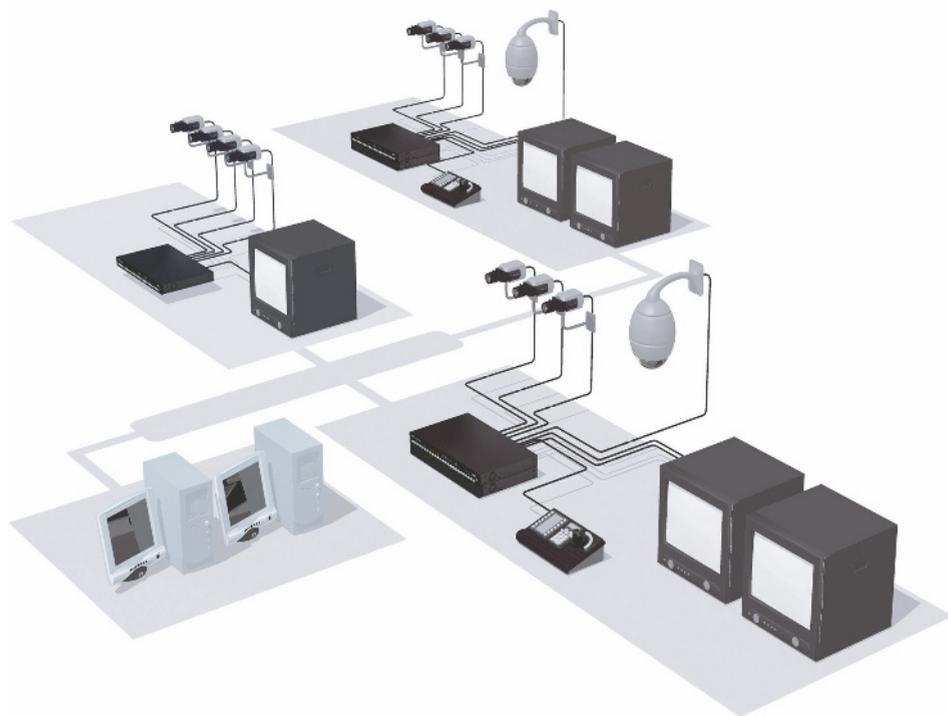


Figure 12.1 – Architecture simplifiée de plusieurs installations de vidéosurveillance avec PC de sécurité local ou distant (Bosch).

À la figure 12.2, nous nous doutons que le PC de sécurité est en étroite relation avec l'importance des installations de sécurités (supervision des installations de contrôle d'accès, intrusion, incendie, alarmes techniques, vidéosurveillance...). Notons le mur d'images qui permet de voir en temps réel tous les événements.



Figure 12.2 – PC de sécurité (Winsted).



Figure 12.3 – Autre type de PC de sécurité (Winsted).

12.1.1 PC de sécurité

C'est le point névralgique de toute installation de sécurité, où sont centralisées toutes les alarmes (intrusion, incendie, techniques, etc.). Il doit être bien étudié de façon à permettre aux opérateurs d'accomplir leur tâche dans de bonnes conditions.

12.1.2 Transmission des informations d'alarme

La centrale d'alarme transmet au PC de sécurité les alarmes des zones à surveiller au travers du réseau de téléphonique commuté (RTC). Si ce dernier venait à subir une défaillance il pourrait dans certains cas être secouru par une solution GSM.

La figure 12.4 illustre une régie vidéo de sécurité dans laquelle se trouvent plusieurs moniteurs qui *a priori* doivent être scrutés par l'opérateur. Mais ce dernier manipulant un pupitre de télécommande peut passer à côté de certains événements. Nous constatons qu'à partir d'un certain nombre d'écrans il devient difficile de tout appréhender pour un opérateur !



Figure 12.4 – Régie de vidéosurveillance (Winsted).

12.2 Différentes fonctions des systèmes de vidéosurveillance

12.2.1 Levée de doute vidéo

De nombreux sites sécurisés par des systèmes électroniques sont souvent télésurveillés. En cas d'alarme l'opérateur de télésurveillance est immédiatement informé de l'anomalie (alarme intrusion, alarme technique, etc.), il applique les consignes

préétablies entre les deux parties lors de la souscription du contrat de télésurveillance. Ces consignes consistent à définir les actions à mettre en place lors d'alarmes telles qu'intervention d'une équipe de gardiennage, appel du client, appel de l'employé du site télésurveillé, etc.

On comprend aisément l'inconfort voire les préjudices subis en cas de déclenchement intempestifs.

Or la levée de doute vidéo peut être un moyen d'amélioration de la chaîne de sécurité.

Grâce à la maturité des technologies de communication qui permet aux professionnels de la sécurité de proposer aux utilisateurs un service de vidéosurveillance à distance *via* une connexion Internet à haut débit, les télésurveilleurs reçoivent instantanément les alarmes et images des sites protégés.

Du centre de télésurveillance, les opérateurs prennent la main sur le système du client et peuvent à distance télécommander les équipements afin de vérifier le bien fondé de l'alarme.

12.2.2 Vidéosurveillance à distance : télésurveillance

■ Définition

La vidéosurveillance à distance peut être utilisée pour la surveillance de différents secteurs tels que :

- établissements privés de type ERP recevant du public (gares, hôpitaux, centres commerciaux, etc.),
- bâtiments publics (mairies, centres administratifs, etc.),
- événements (spectacles, événements sportifs, etc.),
- sites professionnels (bureaux, sites de production, sites classés, entrepôts logistiques, etc.),
- habitations privées (maisons, appartements, parkings, etc.),
- produits à forte valeur.

■ Gestion des alarmes

L'intervention se passe de la façon suivante (figure 12.5) :

- le télésurveilleur informe le client d'une alarme, ce dernier prend en charge l'intervention. Ce cas entraîne une prise de risque voire des dérangements intempestifs ;
- le télésurveilleur informe le service du gardiennage qui dépêche une patrouille sur le site. Ce cas engendre des coûts.

Ces deux moyens d'intervention allongent le temps de réaction, ce qui peut entraîner de graves préjudices. Or une alternative permettrait de diminuer le temps de réaction par une résolution d'alarme en station de télésurveillance ; ce moyen est la levée de doute vidéo à distance (figures 12.6 et 12.7).

12.2.3 Gestion des alarmes avec levée de doute vidéo

Avantages de la levée de doute vidéo : grâce à la confirmation visuelle des alarmes, les demandes d'intervention de forces de l'ordre sont toujours justifiées.

La levée de doute vidéo *via* Internet permet d'éviter les interventions intempestives tout en améliorant les points suivants :

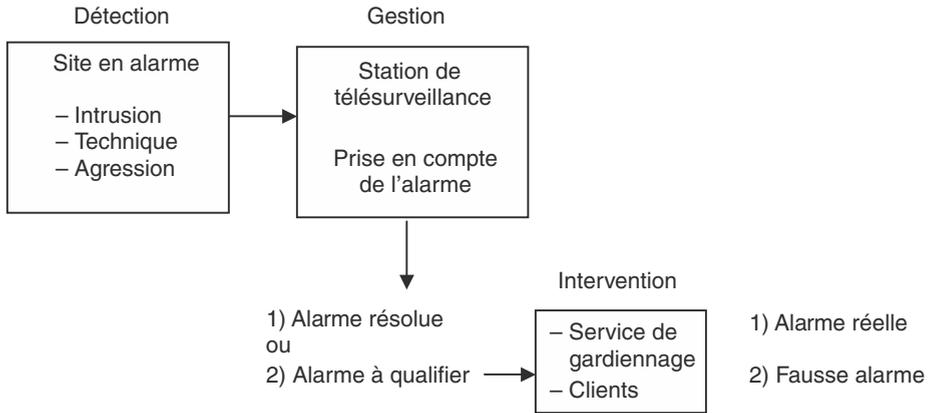


Figure 12.5 – Synoptique d'une gestion d'alarme.

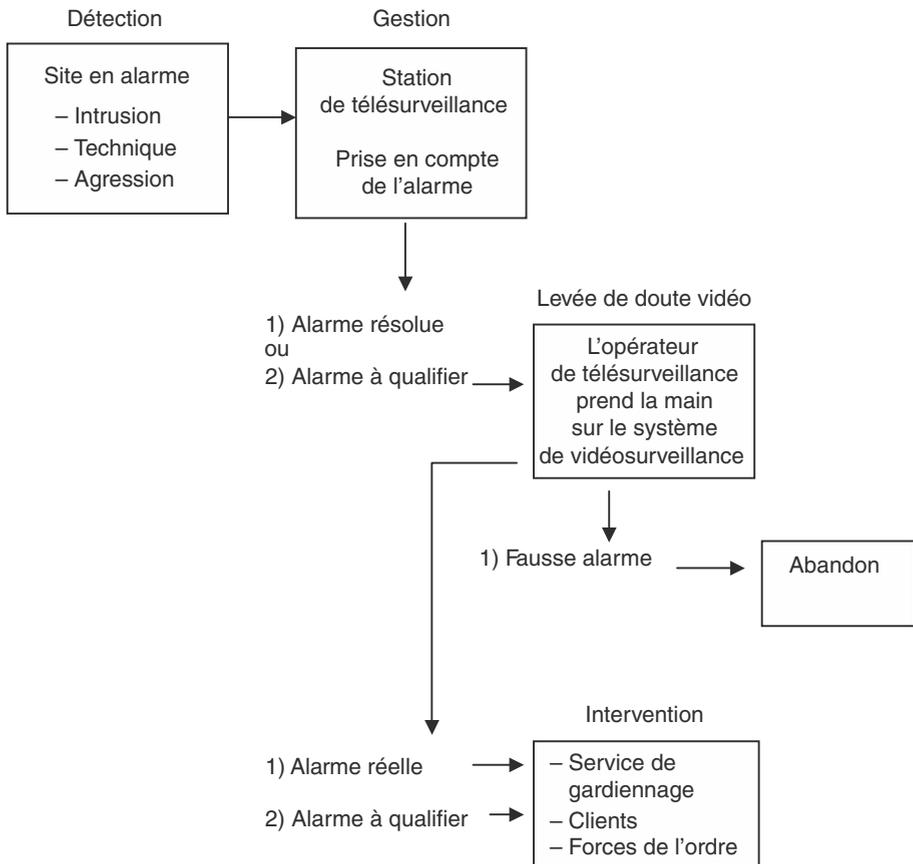


Figure 12.6 – Gestion d'une alarme avec levée de doute vidéo.

- adapter les moyens à mettre en œuvre en cas d’alarme confirmée et coordonner l’intervention avec les forces de l’ordre ;
- rondes vidéo et contrôle de rondes ;
- appliquer les consignes établies avec le client, contacter les forces de l’ordre ou une structure de gardiennage qui dépêche un agent de sécurité sur site.

Les systèmes de vidéosurveillance devenant communicants, nous trouvons les connexions dites :

- connexions bas débit (RTC, RNIS, GPRS),
- connexions haut débit (câble, ADSL, UMTS, fibre optique).

La démocratisation des technologies liées à la téléphonie mobile (GPRS, UMTS, PDA, etc.) permet de recevoir des alarmes tout en visualisant les événements.



Figure 12.7 – Levée de doute vidéo sur PDA.

12.2.4 Détection de mouvement

Cette fonction est souvent mal interprétée parce que souvent employée à tort et à travers. Les principales causes d’erreur sont dues à une interprétation erronée des termes que les fabricants utilisent lorsqu’ils abordent la détection de mouvement, dont les plus courants sont détection d’activité, détection de mouvement, *video sensor*.

On peut classer la détection d’activité en deux grandes familles :

- les systèmes simples, analogiques, qui détectent toute variation de niveau de gris dans quelques pavés sensibles qui ont été positionnés sur l’image ;
- les systèmes évolués, en général numériques, qui sont dotés d’une certaine intelligence et vont pouvoir différencier les variations normales (variation de lumière) des variations anormales (mouvement d’un objet dans l’image).

12.2.5 Détection IVS (*Intelligent Video Sensor*)

Nous avons vu au paragraphe précédent que certains dispositifs évolués de vidéosurveillance savaient détecter l’intrusion d’un individu comme l’illustre la figure 12.8.

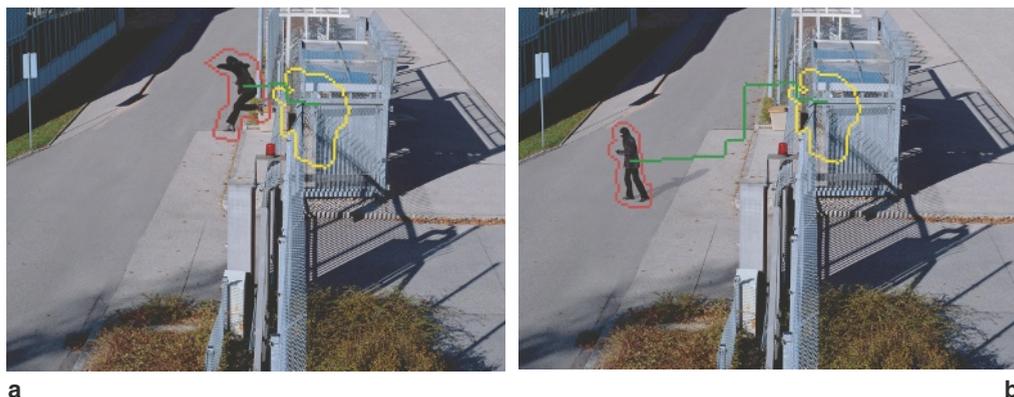


Figure 12.8 – Détection d'intrusion (Bosch).

Ces systèmes évolués peuvent répondre notamment à plusieurs besoins :

- détection d'intrusion,
- détection d'objets suspects (sacs, valises, colis, etc.),
- détection de personne,
- détection périmétrique,
- comptage de personnes,
- contrôle d'accès, etc.

Ces systèmes pourvus d'algorithmes puissants d'analyse d'image permettent d'obtenir de bons résultats mais demandent néanmoins quelques réglages en fonction de certains critères tels que :

- mouvement des arbres,
- reflet des vitres,
- formation d'ombres,
- changement de lumière,
- taille, vitesse, forme de l'objet, etc.

Cette technologie permet en outre par le biais de masquage dynamique de différentes zones de l'image et de filtres spécifiques minimisant les déclenchements intempestifs, de s'adapter à l'environnement que l'on souhaite sécuriser.

12.2.6 Lecture de plaques minéralogiques

La reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation ou ANPR (*Automatic Number Plate Recognition*) est une installation comprenant une ou plusieurs caméras reliées à une unité de traitement fonctionnant avec un logiciel spécifique de prise d'images avec extraction du numéro d'immatriculation par analyse de caractères appelé OCR (*Optical Character Recognition*).

Le logiciel de reconnaissance de plaques minéralogiques a pour but d'extraire de l'image une zone comportant le numéro d'immatriculation. Ce traitement d'image est constitué essentiellement en deux parties :

- Recherche de la plaque dans l'image pour la localiser.
- Extraction et analyse des caractères de la plaque.

Chaque plaque de véhicule entrant ou sortant est enregistrée dans une base de données avec la date et la durée de la séquence vidéo ainsi que les voies d'entrée et de sortie. La sauvegarde sur le disque dur se fait avec des paramètres spécifiques facilitant une recherche conviviale des séquences enregistrées (figure 12.9).



Figure 12.9 – Contrôle de plaques minéralogiques.

Cette image nous indique que le véhicule entrant a été reconnu par le système comprenant une caméra par voie d'accès. Un dispositif précis d'approche, type boucle magnétique ou coupure de faisceau donne le top pour la capture de l'image qui est automatiquement analysée par une recherche dans la base de données. S'il y a concordance par affichage des éléments relatifs au véhicule, l'autorisation lui est donnée d'entrer dans le site.

- ce système peut s'interfacer avec un contrôle d'accès permettant de vérifier que le possesseur du badge est bien associé au véhicule déclaré dans la base de données ;
- ce système peut gérer l'ouverture automatique de barrières levantes en empruntant une voie correspondant à l'entrée et faire de même sur la voie de sortie ;
- ce système permet de garder une trace des véhicules entrant et sortant d'un site.

Certains systèmes intègrent une deuxième caméra ayant pour fonction l'analyse de forme du véhicule garantissant l'association unique véhicule plus plaque minéralogique.

REMARQUE

Il est important de garder ces plaques d'immatriculation en bon état et propres sous peine de ne pas être reconnu par la caméra. En période nocturne des projecteurs infrarouges sont associés aux caméras afin que ces dernières puissent remplir leur fonction d'analyse (figure 12.10).



Figure 12.10 – Projecteur infrarouge.

12.2.7 Supervision

La supervision permet le contrôle de l'ensemble des installations techniques et industrielles. C'est une fonction qui consiste à indiquer et à commander l'état d'un appel, d'un système ou d'un réseau, etc. La supervision inclut donc plusieurs activités : surveiller, visualiser, analyser, piloter, agir, etc. Elle assure l'interface homme-machine. Or dans ce genre d'application, la vidéosurveillance peut avoir une place prépondérante (figure 12.11).

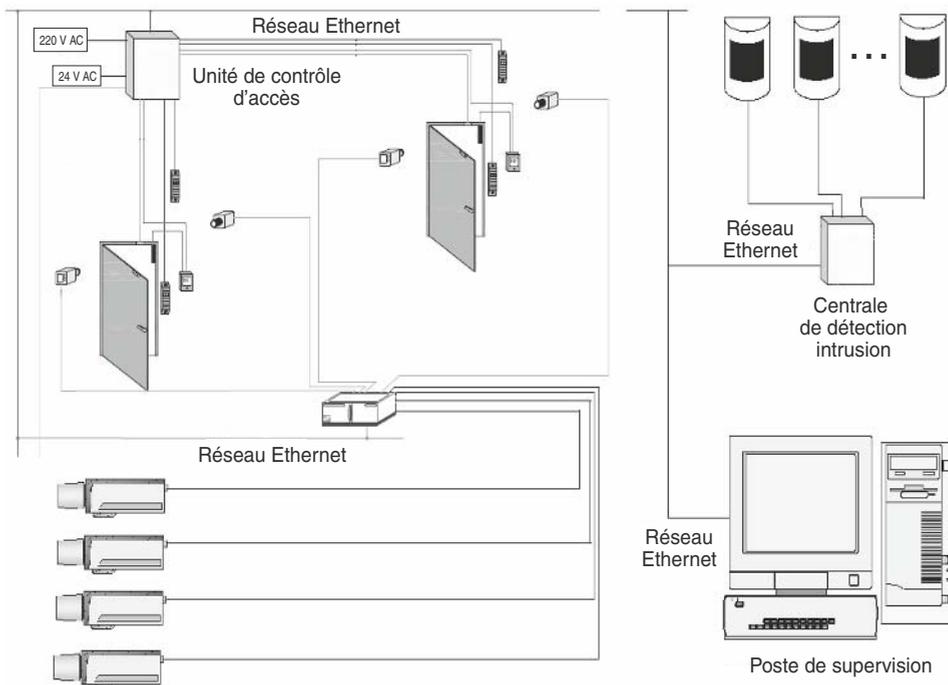


Figure 12.11 – Installation multi-applications supervisée.

12.3 Analyse détaillée de la fonction « Détection de mouvement »

12.3.1 Principes

Le détecteur de mouvement analyse chaque champ de caméras et le compare à une référence en mémoire qui est périodiquement réactualisée. Si la modification mesurée en terme d'échelle de gris d'une zone excède un seuil préétabli, la zone est considérée comme étant zone d'erreur.

Le détecteur analyse le nombre d'erreurs dans chaque champ testé et en fonction d'un préétabli indiquant la quantité de zone d'erreurs à partir de laquelle une alarme devra être déclenchée, le détecteur donnera une alarme.

Les cellules de détection de mouvements (zones) devront être suffisamment grandes pour qu'un individu ne puisse pas la traverser en un temps inférieur au temps d'analyse de détection.

Le détecteur devra être protégé contre les transits rapides et les variations de luminosité. La sensibilité des zones devra pouvoir être programmée de plusieurs façons différentes suivant le contraste de luminosité entre l'objet à détecter et son arrière-plan. La vitesse de déplacement de l'objet à détecter devra pouvoir être programmée de plusieurs manières. Lors d'une détection de mouvement, des traceurs affichent à l'écran la direction de l'objet (figure 12.12).

Lors de la disposition des cellules de détection il faudra éviter les zones présentant des variations permanentes telles que :

- les arbres et taillis (mouvement de feuilles),
- les flaques d'eau (ondulations sur la surface de l'eau provoquées par le vent),
- les zones réfléchissantes (pouvant recevoir une réflexion des nuages en mouvement),
- les gouttelettes d'eau sur les bords des caissons des caméras (silicone à l'avant du pare-soleil du caisson),
- les insectes attirés par la lumière produite par l'éclairage.

Ce type de matériel utilise des algorithmes de calcul analysant la situation en intégrant les paramètres variables de l'environnement (pluie, arbres, neige, etc.).

12.3.2 Éclairage et fixation des caméras

Même un intrus bien camouflé ne peut cacher son ombre. Ceci sera utilisé comme atout afin de faciliter la détection en positionnant les caméras et l'éclairage d'une manière à optimiser la performance nocturne.

L'éclairage sera positionné à angle droit par rapport à la caméra, cela rendra l'ombre de l'intrus visible par la caméra.

Une caméra avec son éclairage superposé est à éviter car ainsi l'ombre de l'intrus sera derrière lui et en plus les insectes seront à la première loge en face de la caméra...

Les caméras seront très solidement fixées afin d'éviter tout mouvement dû au vent.

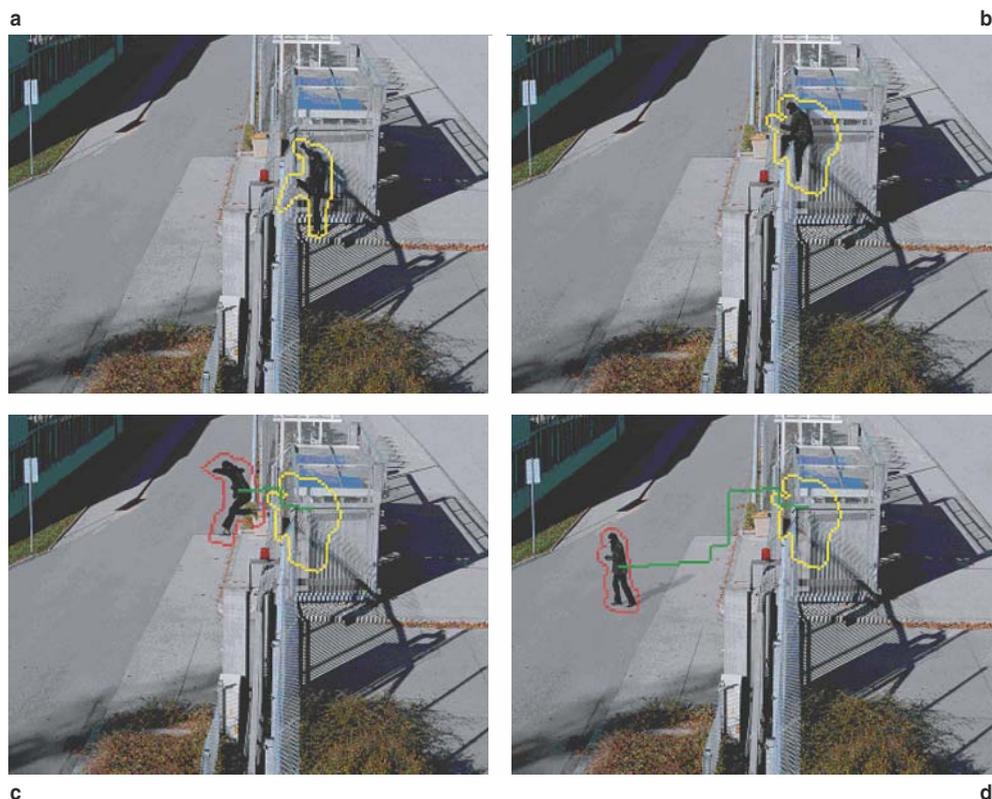


Figure 12.12 – Détection de mouvement.

12.3.3 Perte du signal vidéo

La perte du signal vidéo joue un rôle important sur tout site équipé de plusieurs caméras.

En effet il arrive que certaines caméras ne soient pas interrogées et donc ne soient pas visionnées, et c'est seulement lorsqu'il y a un événement dans le champ de vision de la caméra concernée que l'opérateur se rendra compte de l'absence de vidéo sur cette caméra.

Une surveillance permanente du bon fonctionnement de toutes les caméras permettra à la sécurité de ne jamais rater les images concernant les événements d'alarmes.

La perte du signal vidéo contrôle en permanence toutes les caméras et donne une alarme en cas de perte de vidéo ou de synchro ou de caméra masquée.

La figure 12.13 illustre une protection par caméra à détection de mouvement. Le système permet au travers de cibles judicieusement disposées dans les zones de l'image de capturer tout mouvement. Ce dispositif gère 64 cibles qui peuvent être réparties librement dans l'image avec en outre la possibilité de paramétrer en longueur et en largeur ces cibles afin de répondre à chaque cas de figure.

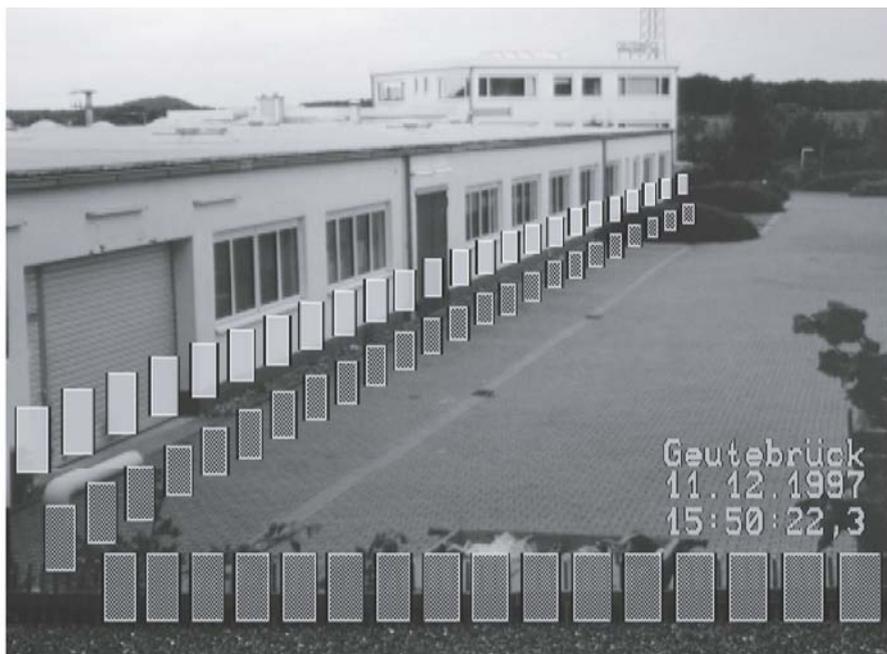


Figure 12.13 – Piégeage d'un site par caméras à détection de mouvements (Geutebrück).

12.4 Système de sécurité intégré

Il arrive fréquemment que l'utilisateur souhaite que ces installations de sécurité puissent communiquer entre elles. Ce besoin a permis à différentes entreprises de se spécialiser dans cette niche.

12.4.1 Architecture

Ce type d'installation exploite le réseau TCP/IP existant sur site ou par l'intermédiaire d'un nouveau réseau dédié. Par ailleurs toutes les applications de sécurité interagissent entre elles ; les applications les plus rencontrées sont : intrusion, contrôle d'accès, vidéosurveillance, alarmes techniques et détection d'incendie.

L'avantage de ce système est qu'il y a un seul historique ; l'utilisateur peut au travers de plans graphiques dynamiques être informé du moindre incident.

Nous trouvons des systèmes dédiés aux petites structures telles qu'agences bancaires, petites et moyennes entreprises, petits immeubles de bureaux, etc.

12.4.2 Synoptique d'une architecture de sécurité électronique

Ce type de centrale, illustré à la figure 12.14, présente les caractéristiques suivantes :

- un système de vidéosurveillance acceptant quatre caméras analogiques fixes ou dômes motorisées, y compris la détection de mouvement sur toutes les caméras, visualisation des images *via* un navigateur Internet ou logiciel spécifique du fabricant ;
- une centrale intrusion acceptant 25 points de détection intrusion ;

- la gestion des alarmes techniques au travers de 64 entrées et 64 sorties permettant le contrôle et la commande des installations techniques ;
- un système de contrôle d'accès permettant de contrôler quatre portes en entrée et sortie.

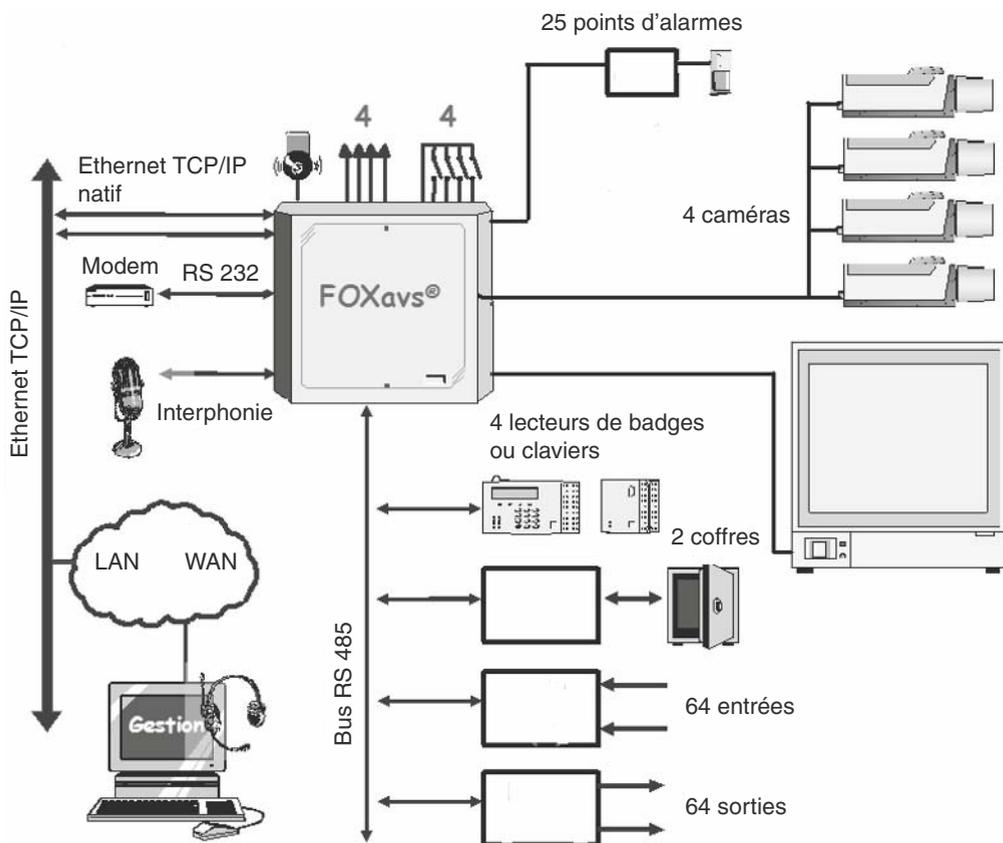


Figure 12.14 – Système intégré de sécurité (VSK).

12.4.3 Navigateur Internet

Ce type de matériel permet au travers d'un navigateur Internet de visualiser des images en temps réel, de visualiser d'une à quatre caméras, d'exporter des séquences vidéo, de commander les dômes (figure 12.15).

Ce matériel permet des fonctions telles que visualisation d'une caméra en plein écran ou en quad (figure 12.16).

12.4.4 Spécificité des logiciels de gestion des systèmes de vidéosurveillance

Il existe tellement de systèmes de vidéosurveillance qu'il est impossible de tous les présenter dans cet ouvrage. Cependant, certaines fonctions peuvent rendre de bons services.



Figure 12.15 – Visualisation des caméras via navigateur Internet (VSK).



Figure 12.16 – Plein écran ou quad (VSK).

■ Plans graphiques et liens vidéo

Quelques logiciels de systèmes de vidéosurveillance permettent de réaliser des liens vidéo sur des plans graphiques, c'est-à-dire que d'un simple clic de souris sur une caméra représentée sur un tel plan, on obtient des images d'une zone surveillée. Il est aussi possible d'associer des alarmes (contact de porte, détection activité, etc.). Cela dépendra de logiciel du système et forcément de la programmation des différents scénarios (figure 12.17).

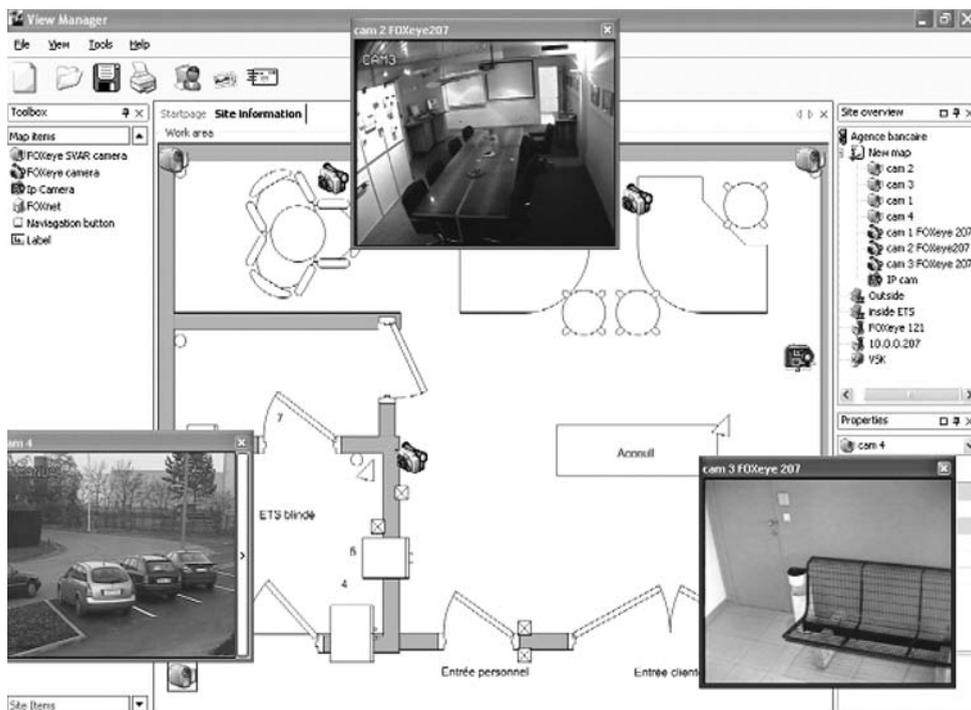


Figure 12.17 – Plan graphique avec lien caméras (VSK).

■ Matrice vidéo par le logiciel de gestion

Certains logiciels permettent de visualiser en cyclique ou fixe plusieurs caméras sur un seul écran ; cette matrice virtuelle est réalisée par le logiciel du système (figure 12.18).



Figure 12.18 – Multivision (VSK).

12.4.5 Système de sécurité intégré multi-application

Ce type de matériel répond au besoin de sécurité de grosses structures. La figure 12.19 en donne une architecture simplifiée dont les principales fonctions sont :

- contrôle d'accès,
- gestion des visiteurs,
- contrôle de ronde,
- gestion horaire,
- contrôle de présence,
- gestion de restaurant,
- contrôle de parking,
- détection d'intrusion,
- alarmes techniques,
- vidéosurveillance numérique.

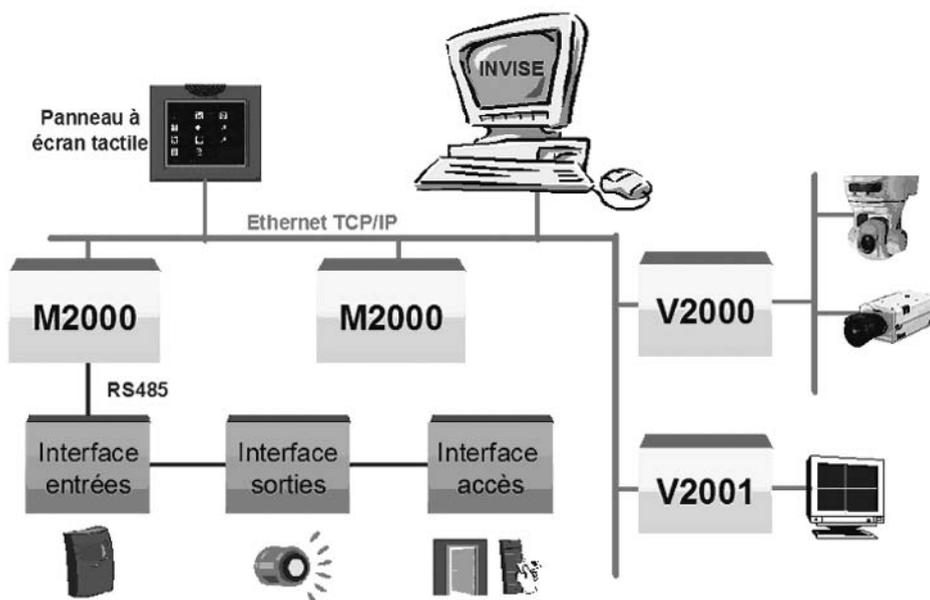


Figure 12.19 – Système multi-application (IDCS).

Par exemple, une porte restée ouverte trop longtemps déclenche une alarme ; sur le plan graphique un point clignote et un *buzzer* retentit ; le surveillant peut voir ce qui se passe *via* une caméra afin d'effectuer la levée de doute et acquitter l'alarme.

12.5 Exemples d'installations de vidéosurveillance

Lors de la conception d'une installation de vidéosurveillance, l'objectif est de trouver un compromis entre le prix et la performance du système.

Le synoptique suivant représente une étude réalisée pour un utilisateur disposant de fibres optiques réparties sur le site, qui souhaitait pouvoir les utiliser de façon à éviter de tirer du câble coaxial qui, sur certains sites étendus, peut représenter une bonne partie du coût de l'installation (main-d'œuvre associée et utilisation d'une nacelle pour travaux en hauteur dont la manipulation exige un personnel habilité). Dans le premier synoptique, nous trouvons que des caméras analogiques et des équipements actifs pour la transmission des signaux au travers de la fibre optique. Dans le deuxième synoptique, nous trouvons une solution hybride comportant des caméras analogiques et des caméras IP. Cette solution se rencontre lorsque l'utilisateur est équipé d'une installation de vidéosurveillance qu'il souhaite faire évoluer ; parfois l'alternative est de garder ces caméras (évidemment en bon état) et de passer par des encodeurs vidéo.

12.5.1 Installation de vidéosurveillance d'un site industriel

Cette solution a été proposée à un utilisateur possédant une installation existante et disposant d'un support fibre optique (figure 12.20).

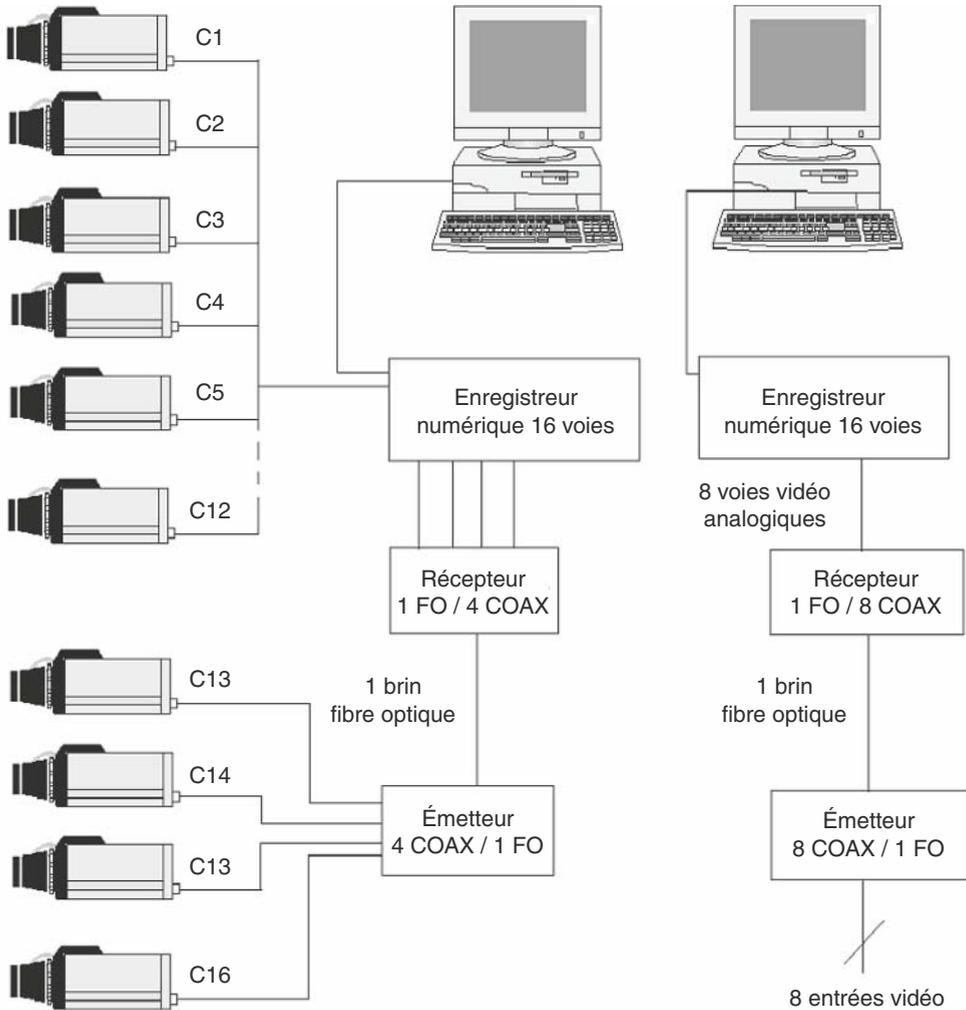


Figure 12.20 – Installation de vidéosurveillance utilisant des liaisons fibres optiques et coaxiales.

Cet exemple indique qu'il existe une catégorie de produits permettant de faire cohabiter le support coaxial et la fibre optique. Nous trouvons des convertisseurs 1 voie, 2 voies, 4 voies, 8 voies, etc., capables de transporter aussi bien les images que les données et la vidéo.

12.5.2 Installation de vidéosurveillance d'une surface commerciale

La figure 12.21 propose le synoptique d'installation comprenant une matrice vidéo et plusieurs écrans de visualisation.

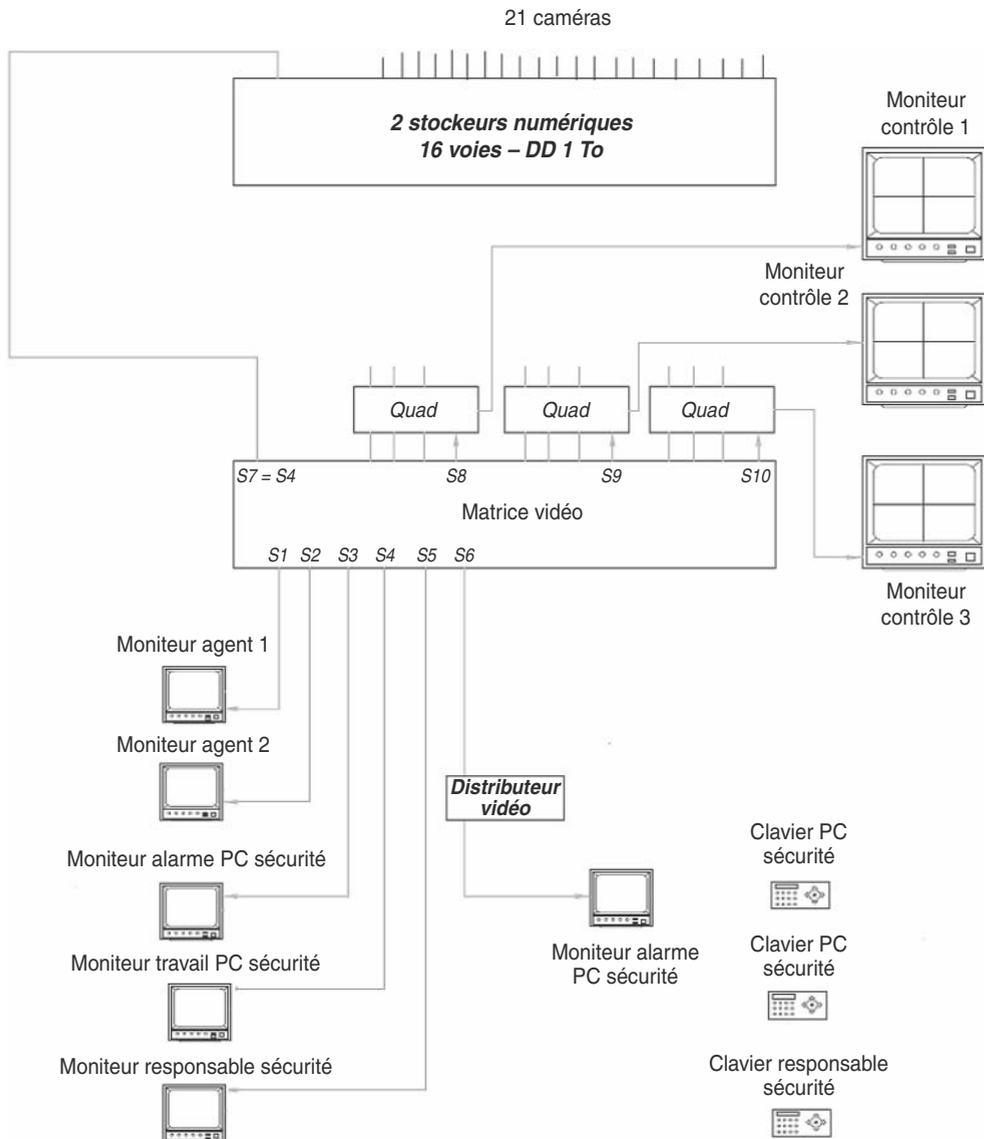


Figure 12.21 – Installation de vidéosurveillance utilisant une matrice vidéo.

12.5.3 Installation de vidéosurveillance d'un hôtel

Dans ce cas de figure, il était demandé de visualiser à partir de plusieurs endroits différentes caméras. Le moyen permettant de réaliser cela fut d'utiliser les entrées *looping* des équipements. Une entrée *looping* consiste à récupérer le signal par une connexion coaxiale mise à disposition pour des applications diverses. La figure 12.22 illustre l'utilisation des entrées *looping* du quad et du moniteur.

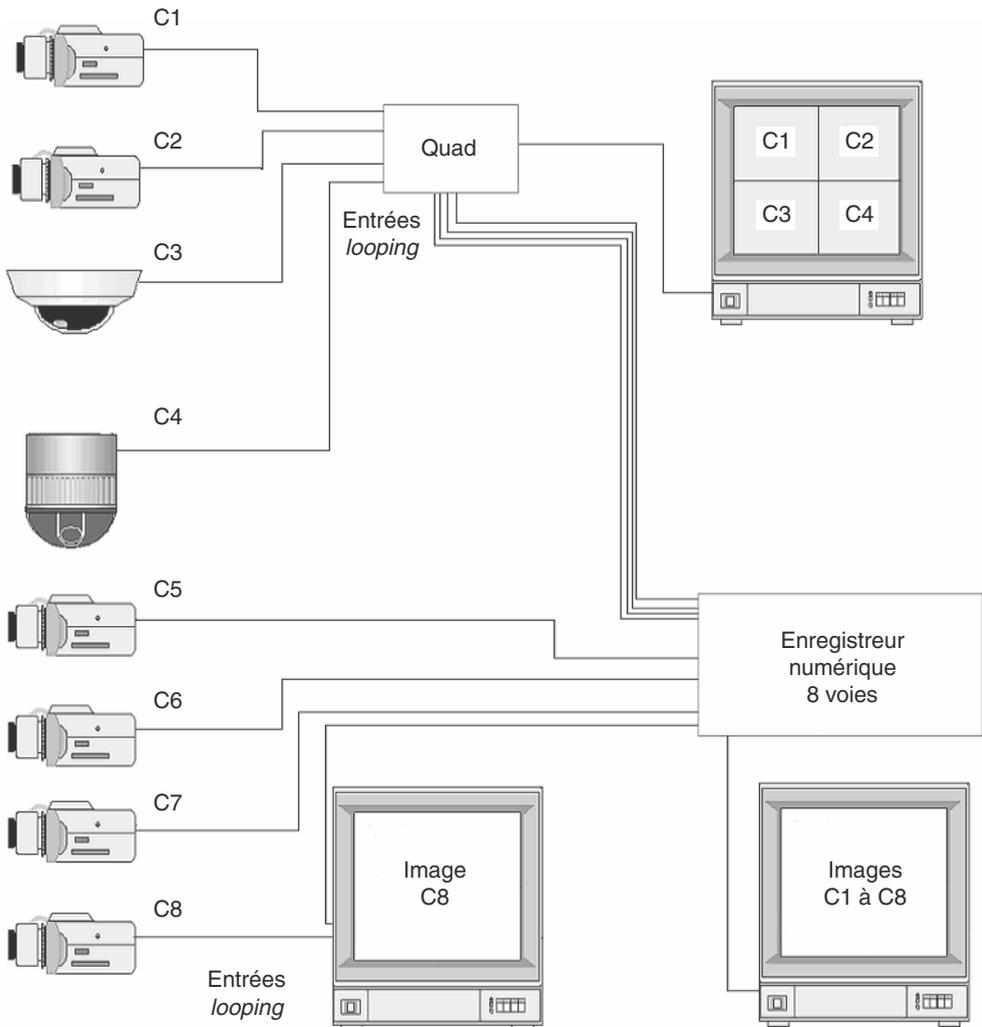


Figure 12.22 – Installation de vidéosurveillance utilisant des entrées *looping*.

CONCLUSION

J'espère que cet ouvrage aura répondu aux attentes de tous les lecteurs intéressés de près ou de loin par ce sous-domaine de la sécurité électronique.

J'ai décrit la partie théorique, nécessaire pour aborder la technologie de la caméra et de l'objectif, qui sont des composants essentiels et fondamentaux dans toute installation de vidéosurveillance. Ces équipements sont en perpétuelle évolution. Les capacités des caméras ne cessent de croître, des caméras de un à plusieurs mégapixels apparaissant sur le marché, dotées de plus en plus souvent d'une intelligence embarquée leur permettant d'accroître leur champ d'action dans le domaine de la sécurité.

Nous avons vu qu'il existe de nombreuses liaisons de transmission entre les caméras et les différents équipements. Il arrive fréquemment dans une installation de vidéosurveillance d'avoir à composer avec plusieurs supports tels que liaisons fibre optique, cuivre ou coaxiale voire une solution hertzienne et une liaison laser pour répondre à un besoin de sécurisation. Par ailleurs, la liaison utilisant l'architecture IP offre une grande flexibilité puisqu'elle n'oppose aucune limite physique et permet une convergence vers les différentes applications techniques de sécurité (détection d'intrusion, contrôle d'accès, gestion de temps, etc.).

Il ne faut pas perdre de vue que l'apport de l'informatique a permis aux systèmes de vidéosurveillance de mieux lutter contre la malveillance. Les applications s'appuyant sur l'informatique ont favorisé l'émergence de la vidéosurveillance sous IP, qui deviendra la pierre angulaire de tout système de sécurité. On pourra aisément accéder à distance aux images *via* un ordinateur ou un PDA, voire un téléphone portable de dernière génération.

Une application informatique qui prend de plus en plus d'ampleur est « l'analyse intelligente de la vidéo », qui permet d'identifier dans une image, grâce à des algorithmes spécifiques, êtres humains, voitures, objets, bagages abandonnés, de réaliser du comptage, etc. Cette application pourra répondre à bon nombre de besoins à venir.

Enfin, pour protéger les libertés individuelles et éviter certaines dérives d'utilisation des caméras de vidéosurveillance, la connaissance du cadre réglementaire français est conseillée avant de réaliser une installation de vidéosurveillance (voir les documents en annexe).

N'oubliez pas : une image vaut mieux que mille mots.

Annexe

RÉGLEMENTATION D'USAGE DE LA VIDÉOSURVEILLANCE

■ Extrait de la loi n° 95-73 du 21 janvier 1995 d'orientation et de programmation relative à la sécurité

Art. 10. – I. – Les enregistrements visuels de vidéosurveillance ne sont considérés comme des informations nominatives, au sens de la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, que s'ils sont utilisés pour la constitution d'un fichier nominatif.

II. – La transmission et l'enregistrement d'images prises sur la voie publique, par le moyen de la vidéosurveillance, peuvent être mis en œuvre par les autorités publiques compétentes aux fins d'assurer la protection des bâtiments et installations publics et de leurs abords, la sauvegarde des installations utiles à la défense nationale, la régulation du trafic routier, la constatation des infractions aux règles de la circulation ou la prévention des atteintes à la sécurité des personnes et des biens dans des lieux particulièrement exposés à des risques d'agression ou de vol. Il peut être également procédé à ces opérations dans des lieux et établissements ouverts au public particulièrement exposés à des risques d'agression ou de vol, aux fins d'y assurer la sécurité des personnes et des biens. Les opérations de vidéosurveillance de la voie publique sont réalisées de telle sorte qu'elles ne visualisent pas les images de l'intérieur des immeubles d'habitation ni, de façon spécifique, celle de leurs entrées. Le public est informé de manière claire et permanente de l'existence du système de vidéosurveillance et de l'autorité ou de la personne responsable.

III. – L'installation d'un système de vidéosurveillance dans le cadre du présent article est subordonnée à une autorisation du représentant de l'État dans le département et, à Paris, du préfet de police, donnée, sauf en matière de défense nationale, après avis d'une commission départementale présidée par un magistrat du siège ou un magistrat honoraire. L'autorisation préfectorale prescrit toutes les précautions utiles, en particulier quant à la qualité des personnes chargées de l'exploitation du système de vidéosurveillance ou visionnant les images et aux mesures à prendre pour assurer le respect des dispositions de la loi. [Dispositions déclarées non conformes à la Constitution par décision du Conseil constitutionnel n° 94-352 DC du 8 janvier 1995.] Les dispositifs de vidéosurveillance existant à la date d'entrée en vigueur du présent article doivent faire l'objet d'une déclaration valant demande d'autorisation et être mis en conformité avec le présent article dans un délai de six mois.

IV. – Hormis le cas d'une enquête de flagrant délit, d'une enquête préliminaire ou d'une information judiciaire, les enregistrements sont détruits dans un délai maximum fixé par l'autorisation. Ce délai ne peut excéder un mois.

V. – Toute personne intéressée peut s'adresser au responsable d'un système de vidéosurveillance afin d'obtenir un accès aux enregistrements qui la concernent ou d'en vérifier la destruction dans le délai prévu. Cet accès est de droit. Un refus d'accès peut toutefois être opposé pour un motif tenant à la sûreté de l'État, à la défense, à la sécurité publique, au déroulement de procédures engagées devant les juridictions ou d'opérations préliminaires à de telles procédures, ou au droit des tiers. Toute personne intéressée peut saisir la commission départementale mentionnée au III de toute difficulté tenant au fonctionnement d'un système de vidéosurveillance. Les dispositions du précédent alinéa ne font pas obstacle au droit de la personne intéressée de saisir la juridiction compétente, au besoin en la forme du référé.

VI. – Le fait de procéder à des enregistrements de vidéosurveillance sans autorisation, de ne pas les détruire dans le délai prévu, de les falsifier, d'entraver l'action de la commission départementale, de faire accéder des personnes non habilitées aux images ou d'utiliser ces images à d'autres fins que celles pour lesquelles elles sont autorisées est puni de trois ans d'emprisonnement et de 45 000 € d'amende. Sans préjudice des dispositions des articles 226.1 du code pénal et L. 120-2, L. 121-8 et L. 432-2-1 du code du travail.

■ **Décret n° 96-926 du 17 octobre 1996 relatif à la vidéosurveillance pris pour l'application de l'article 10 de la loi n° 95-73 du 21 janvier 1995 d'orientation et de programmation relative à la sécurité**

Art. 1^{er} – La demande d'autorisation préalable à l'installation d'un système de vidéosurveillance dans le cadre de l'article 10 de la loi du 21 janvier 1995 susvisée doit être déposée à la préfecture du lieu d'implantation ou, à Paris, à la préfecture de police, accompagnée d'un dossier administratif et technique comprenant :

1° Un rapport de présentation dans lequel sont exposées les finalités du projet au regard des objectifs définis par ladite loi et les techniques mises en œuvre, eu égard à la nature de l'activité exercée, aux risques d'agression ou de vol présentés par le lieu ou l'établissement à protéger ;

2° Un plan masse des lieux montrant les bâtiments du pétitionnaire et, le cas échéant, ceux appartenant à des tiers qui se trouveraient dans le champ de vision des caméras, avec l'indication de leurs accès et de leurs ouvertures ;

3° Un plan de détail à une échelle suffisante montrant le nombre et l'implantation des caméras ainsi que les zones couvertes par celles-ci ;

4° La description du dispositif prévu pour la transmission, l'enregistrement et le traitement des images ;

5° La description des mesures de sécurité qui seront prises pour la sauvegarde et la protection des images éventuellement enregistrées ;

6° Les modalités de l'information du public ;

7° Le délai de conservation des images, s'il y a lieu, avec les justifications nécessaires ;

8° La désignation de la personne ou du service responsable du système et, s'il s'agit d'une personne ou d'un service différent, la désignation du responsable de sa maintenance, ainsi que toute indication sur la qualité des personnes chargées de l'exploitation du système et susceptibles de visionner les images ;

9° Les consignes générales données aux personnes d'exploitation du système pour le fonctionnement de celui-ci et le traitement des images ;

10° Les modalités du droit d'accès des personnes intéressées.

L'autorité préfectorale peut, le cas échéant, demander au pétitionnaire de compléter son dossier. Elle lui délivre un récépissé lors du dépôt du dossier complet.

Art. 2 – La demande d'autorisation d'un système de vidéosurveillance mis en œuvre par un service de l'État est présentée par le chef de service responsable localement compétent. Dans le cas où des raisons d'ordre public et dans celui où l'utilisation de dispositifs mobiles de surveillance de la circulation routière s'opposent à la transmission de tout ou partie des indications mentionnées aux 2° et 3° de l'article 1^{er}, le dossier de demande d'autorisation mentionne les raisons qui justifient l'absence de ces indications.

Art. 3 – Dans le cas où des raisons impérieuses touchant à la sécurité des lieux où sont conservés des fonds ou valeurs, des objets d'art ou des objets précieux s'opposent à la transmission par le pétitionnaire de la totalité des informations prévues aux 2° et 3° de l'article 1^{er}, la demande d'autorisation mentionne les raisons qui justifient l'absence de ces informations. Le président de la commission peut déléguer auprès du pétitionnaire un membre de la commission pour prendre connaissance des informations ne figurant pas au dossier.

Art. 4 – La demande d'autorisation d'un système de vidéosurveillance mis en œuvre par un service, établissement ou entreprise intéressant la défense nationale est présentée par la personne responsable du système. Dans le cas où la protection des installations, du matériel ou du secret des recherches, études ou fabrications dont la sauvegarde est en cause s'oppose à la transmission de tout ou partie des informations prévues à l'article 1^{er} (2° à 10°), le dossier de demande d'autorisation mentionne les raisons qui justifient l'absence de ces informations. Le préfet peut demander au ministre dont relève le demandeur de se prononcer sur les raisons invoquées.

Art. 5 – Dans le cas où les informations jointes à la demande d'autorisation ou des informations complémentaires font apparaître que les enregistrements visuels de vidéosurveillance seront utilisés pour la constitution d'un fichier nominatif, l'autorité préfectorale répond au pétitionnaire que la demande doit être adressée à la Commission nationale de l'informatique et des libertés. Il en informe cette commission.

Art. 6 – Dans chaque département, une commission départementale des systèmes de vidéosurveillance est instituée par arrêté du préfet ou, à Paris, du préfet de police.

Art. 7 – La commission départementale des systèmes de vidéosurveillance comprend cinq membres :

1° Un magistrat du siège, ou un magistrat honoraire, désigné par le premier président de la cour d'appel, président ;

2° Un membre du corps des tribunaux administratifs et des cours administratives d'appel, en activité ou honoraire, désigné par le président de la cour administrative d'appel lorsque la commission est située dans une ville siège de la cour administrative d'appel, le cas échéant, sur proposition du président du tribunal administratif de cette ville, si le président de la cour administrative d'appel entend désigner un membre d'un tribunal administratif, soit par le président du tribunal administratif dans le ressort duquel la commission a son siège lorsque celui-ci n'est pas situé dans une ville siège d'une cour administrative d'appel ;

3° Un maire, désigné par la ou les associations départementales des maires, ou, à Paris, un conseiller de Paris ou conseiller d'arrondissement désigné par le Conseil de Paris ;

4° Un représentant désigné par la ou les chambres de commerce et d'industrie territorialement compétentes ;

5° Une personnalité qualifiée choisie en raison de sa compétence par le préfet ou, à Paris, par le préfet de police.

Art. 8 – Des membres suppléants sont désignés dans les mêmes conditions et en nombre égal pour chacune des catégories de membres titulaires.

Art. 9 – Les membres de la commission titulaires et suppléants, sont désignés pour trois ans. Leur mandat est renouvelable une fois.

Art. 10 – En cas de partage des voix, celle du président est prépondérante. La commission siège à la préfecture du département ou, à Paris, à la préfecture de police, qui assurent son secrétariat. La personne chargée du secrétariat, désignée par le préfet ou, à Paris, par le préfet de police, assiste aux travaux et aux délibérations de la commission.

Art. 11 – La commission peut demander à entendre le pétitionnaire ou solliciter tout complément d'information et, le cas échéant, solliciter l'avis de toute personne qualifiée qui lui paraîtrait indispensable pour l'examen d'un dossier particulier.

Art. 12 – L'autorisation prévue à l'article 10 de la loi du 21 janvier 1995 précitée peut, après que l'intéressé a été mis à même de présenter ses observations, être retirée en cas de manquement aux dispositions de l'article 10 (II à VI) de la loi du 21 janvier 1995 précitée et de l'article 13 du présent décret, et en cas de modification des conditions au vu desquelles elle a été délivrée.

Art. 13 – Le titulaire de l'autorisation tient un registre mentionnant les enregistrements réalisés, la date de destruction des images et, le cas échéant, la date de leur transmission au parquet.

Art. 14 – La demande formulée par toute personne intéressée au titre du V de l'article 10 de la loi du 21 janvier 1995 précitée en vue de l'accès aux enregistrements qui la concernent ne peut être rejetée pour un motif tenant au droit des tiers que s'il existe un motif tiré de la protection du secret de la vie privée du ou des tiers en cause.

Art. 15 – Sauf en matière de défense nationale, où le préfet est compétent, la commission départementale, saisie par une personne intéressée sur le fondement du V de l'article 10 de la loi du 21 janvier 1995 précitée du refus d'accès à des enregistrements qui la concernent ou de l'impossibilité de vérifier la destruction de ces enregistrements, ou de toute difficulté tenant au fonctionnement d'un système de vidéosurveillance, peut déléguer un de ses membres pour collecter les informations utiles à l'examen de la demande dont elle est saisie.

Art. 16 – L'autorisation est publiée au Recueil des actes administratifs de la préfecture, sauf dérogation motivée par un impératif de défense nationale. L'autorité préfectorale met à la disposition du public la liste des autorisations publiées des systèmes de vidéosurveillance qui précise pour chacun d'eux la date de son autorisation et le service ou la personne responsable. Elle communique également la liste des systèmes de vidéosurveillance autorisés sur le territoire de chaque commune au maire, qui la met à la disposition du public à la mairie et, le cas échéant, dans les mairies d'arrondissement.

Art. 17 – Les frais de transports et de séjour que les membres de la commission sont appelés à engager pour se rendre aux convocations de la commission ou pour effectuer les déplacements temporaires qui leur sont demandés par la commission à laquelle ils appartiennent peuvent être remboursés dans les conditions prévues par le décret du 28 mai 1990 susvisé. Les membres de la commission peuvent être rémunérés sous forme de vacations dans des conditions fixées par arrêté conjoint pris par le ministre chargé de l'intérieur et la ministre chargé du budget.

Art. 18 – La déclaration des systèmes de vidéosurveillance existants est effectuée conformément aux articles 1^{er} à 5 ci-dessus dans un délai de six mois à compter de la date d'entrée en vigueur du présent décret. Dans le même délai, le déclarant est tenu de mettre le système de vidéosurveillance en conformité avec les règles de fond énoncées à l'article 10 de la loi du 21 janvier 1995 susvisée. L'autorité préfectorale dispose d'un délai d'un an à compter du dépôt de la déclaration pour délivrer l'autorisation.

■ Arrêté du 26 septembre 2006 portant définition des normes techniques des systèmes de vidéosurveillance

Art. 1 – Les caméras sont réglées, équipées et connectées au système de visualisation et, le cas échéant, au système de stockage, de façon que les images restituées lors de la visualisation en temps réel ou en temps différé permettent de répondre aux finalités pour lesquelles le système de vidéosurveillance a été autorisé.

Les caméras présentent les caractéristiques techniques adaptées aux conditions d'illumination du lieu vidéosurveillé.

Les réseaux sur lesquels transitent les flux vidéo offrent une bande passante compatible avec les débits nécessaires à la transmission d'images de qualité suffisante pour répondre aux finalités pour lesquelles le système de vidéosurveillance a été autorisé.

Les réseaux sur lesquels transitent les flux vidéo prennent en compte la sécurité de ces derniers, garantissant leur disponibilité, leur confidentialité et leur intégrité.

Art. 2 – Le stockage des flux vidéo est réalisé sur support numérique pour les systèmes de vidéosurveillance comportant huit caméras ou plus. Ce stockage peut également être réalisé sur un autre type de support. Le stockage des flux vidéo est réalisé sur support analogique ou numérique pour les systèmes de vidéosurveillance comportant moins de huit caméras.

Tout flux vidéo enregistré numériquement est stocké avec des informations permettant de déterminer à tout moment de la séquence vidéo sa date, son heure et l'emplacement de la caméra.

Pour les systèmes à enregistrement analogique des flux vidéo, un dispositif permet de déterminer à tout moment la date, l'heure et l'emplacement de la caméra correspondant aux images enregistrées.

L'enregistrement numérique garantit l'intégrité des flux vidéo et des données associées relatives à la date, à l'heure et à l'emplacement de la caméra.

Les flux vidéo stockés issus des caméras qui, compte tenu de leur positionnement et de leur orientation, fonctionnent principalement en plan étroit, à l'exclusion de celles de régulation du trafic routier, ont un format d'image supérieur ou égal à 704×576 pixels. Ce format pourra être inférieur si le système permet l'extraction de vignettes de visage d'une résolution minimum de 90×60 pixels.

Les autres flux vidéo stockés ont un format d'image supérieur ou égal à 352×288 pixels.

Une fréquence minimale de douze images par seconde est requise pour l'enregistrement des flux vidéo issus de caméras installées pour une des finalités mentionnées au II de l'article 10 de la loi du 21 janvier 1995 susvisée, à l'exclusion de celles de régulation du trafic routier, et qui, compte tenu de leur positionnement et de leur orientation, fonctionnent principalement en plan étroit et filment principalement des flux d'individus en déplacement rapide.

Pour l'enregistrement des autres flux vidéo, une fréquence minimale de six images par seconde est requise.

Le système de stockage utilisé est associé à un journal qui conserve la trace de l'ensemble des actions effectuées sur les flux vidéo.

Pour les systèmes numériques, ce journal est généré automatiquement sous forme électronique.

Art. 3 – Les flux vidéo sont exportés sans dégradation de la qualité :

Pour les systèmes de vidéosurveillance utilisant la technologie analogique, un dispositif détermine la liste des flux exportés indiquant la date et l'heure des images filmées, leur durée, l'identifiant des caméras concernées, la date et l'heure de l'exportation, l'identité de la personne ayant réalisé l'exportation.

Pour les systèmes de vidéosurveillance utilisant la technologie numérique, un journal électronique des exportations, comportant les informations citées à l'alinéa précédent, est généré automatiquement.

Le système d'enregistrement reste en fonctionnement lors de ces opérations d'exportation.

Le support physique d'exportation est un support numérique non réinscriptible et à accès direct, compatible avec le volume de données à exporter. Dans le cas de volumes importants de données à exporter, des disques durs utilisant une connectique standard pourront être utilisés. Pour les systèmes numériques de vidéosurveillance,

un logiciel permettant l'exploitation des images est fourni sur support numérique, disjoint du support des données.

Le logiciel permet :

- 1° La lecture des flux vidéo sans dégradation de la qualité de l'image ;
- 2° La lecture des flux vidéo en accéléré, en arrière, au ralenti ;
- 3° La lecture image par image des flux vidéo, l'arrêt sur une image, la sauvegarde d'une image et d'une séquence, dans un format standard sans perte d'information ;
- 4° L'affichage sur l'écran de l'identifiant de la caméra, de la date et de l'heure de l'enregistrement ;
- 5° La recherche par caméra, date et heure.

■ Modèle de demande d'autorisation d'un système de vidéosurveillance



n° 10426*01

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR DEMANDE D'AUTORISATION D'UN SYSTÈME DE VIDÉOSURVEILLANCE

Loi n° 95-73 du 21/01/95 – Article 10

Décret n° 96-926 du 17/10/96

PREFECTURE DE		PARTIE RESERVEE A L'ADMINISTRATION	
1 - NATURE DE LA DEMANDE		DATE D'ARRIVEE	
<input type="checkbox"/>	Déclaration valant demande d'autorisation (système installés avant l'entrée en vigueur de la loi)	NUMERO D'INSCRIPTION :	
<input type="checkbox"/>	Demande d'autorisation d'un nouveau système	RECEPISSE DELIVRE LE	
<input type="checkbox"/>	Déclaration simplifiée (joindre note justificative)	COMMISSION SAISIE LE	
<input type="checkbox"/>	Modification d'un système autorisé N° dossier ¹ :	DATE DE LA DECISION	
2 – IDENTITÉ DU DÉCLARANT		- Secteur privé <input type="checkbox"/> - Secteur public <input type="checkbox"/> dont Défense <input type="checkbox"/>	
Nom/Prénom ou Raison sociale :			
Nom usuel ou sigle :			
Activité :			
Adresse complète :			
Code postal : Ville :			
Téléphone : Télécopie :			
3 – FINALITÉ DU SYSTÈME DE VIDÉOSURVEILLANCE ²		Sécurité des personnes <input type="checkbox"/> Protection Incendie/ Accidents <input type="checkbox"/> Défense nationale <input type="checkbox"/>	
Prévention des atteintes aux biens <input type="checkbox"/>		Protection des bâtiments publics <input type="checkbox"/> Régulation du trafic routier <input type="checkbox"/>	
Lutte contre la démarque inconnue <input type="checkbox"/>		Autres (préciser) <input type="checkbox"/>	
.....			
4 – LIEU D'INSTALLATION DU SYSTÈME DE VIDÉOSURVEILLANCE ³		Nom et adresse de l'établissement :	
.....			
5 – CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME		De vidéo surveillance :	
D'enregistrement :			
De transmission (le cas échéant) :			
.....			
Nombre de caméras intérieures installées ⁴ :		mobiles : Fixes :	
<small>Voir plan de détail en annexe pour les emplacements et les zones de surveillance ⁵</small>			
Nombre de caméras extérieures installées ⁴ :		mobiles : Fixes :	
<small>Voir plan de détail en annexe pour les emplacements et les zones de surveillance ⁵</small>			
6 – PERSONNES HABILITÉES A ACCÉDER AUX IMAGES		<small>[joindre éventuellement une liste complémentaire en annexe] ⁴</small>	
Nom/Prénom :		Fonctions :	
Nom/Prénom :		Fonctions :	
Nom/Prénom :		Fonctions :	
Nom/Prénom :		Fonctions :	

7 – TRAITEMENT DES IMAGES

Dans le cas où les images font l'objet d'un traitement dans un lieu différent de celui de l'implantation des caméras et/ou par une personne autre que les responsables du système, indiquez ci-dessous :

- * L'adresse du lieu de traitement :
- * Le nom de la personne ou du service responsable :

8 – SÉCURITÉ ET CONFIDENTIALITÉ (joindre le cas échéant une annexe détaillant les mesures)⁴

Description des mesures matérielles prises :

- pour assurer la sauvegarde et la protection des enregistrements :
- pour contrôler l'accès au poste central de surveillance :

Nature des consignes données au personnel d'exploitation :

Délai de conservation
des enregistrements⁶ :

Modalités de destruction des enregistrements :

9 – MODALITÉS D'INFORMATION DU PUBLIC**10 – SERVICE (OU PERSONNE) AUPRÈS DUQUEL S'EXERCE LE DROIT D'ACCÈS**

Nom ou fonctions :

Adresse complète :

Code Postal : Commune :

Nom du signataire : Date :

Fonctions l'habilitant à signer :

Le signataire s'engage à se conformer aux dispositions de l'article 10 de la loi n°95-73 du 21 janvier 1995 relatives à la vidéosurveillance et à se soumettre à toutes mesures de contrôle décidées par l'autorité préfectorale.

SIGNATURE ET CACHET

Conformément aux dispositions de la loi du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, le demandeur est informé que ses renseignements qu'il doit fournir pour satisfaire sa demande font l'objet d'un traitement automatisé par la préfecture du lieu de dépôt de son dossier. Le droit d'accès et de rectification s'exerce auprès de cette préfecture.

- 1 - En cas de modification d'un système existant, indiquer ici le numéro sous lequel le dossier précédent a été enregistré.
- 2 - Joindre un rapport spécial de présentation exposant les finalités du projet au regard des objectifs définis par la loi du 21 janvier 1995 et les techniques mises en œuvre, eu égard à la nature de l'activité exercée ou à la menace d'agression ou de vol présentés par le lieu ou l'établissement à protéger.
- 3 - Dans le cas d'un réseau couvrant plusieurs départements, indiquer, si l'adresse du siège de l'établissement et/ou d'une liste des départements traversés.
- 4 - En cas de modification substantielle, le signataire s'engage à informer l'autorité préfectorale. Un dossier complémentaire devra être constitué et faire l'objet d'une autorisation dans les mêmes conditions.
- 5 - Le plan de masse montrera le cas échéant les bâtiments des tiers, avec l'indication de leur(s) accès et de leur(s) ouverture(s), qui se trouveraient dans le champ de vision des caméras.
Le plan de détail montrera le nombre et l'implantation des caméras et visualisera les zones effectivement couvertes par celles-ci.
- 6 - Joindre une note explicative pour justifier le délai de conservation demandé qui ne peut excéder un mois.

■ Extraits du *Journal officiel* du 21 août et du 25 août 2007 relatifs à l'arrêté du 3 août 2007 portant définition des normes techniques des systèmes de vidéosurveillance

21 août 2007

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Texte 4 sur 82

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR, DE L'OUTRE-MER ET DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

Arrêté du 3 août 2007 portant définition des normes techniques des systèmes de vidéosurveillance

NOR : IOCD0762353A

La ministre de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales,

Vu la loi n° 95-73 du 21 janvier 1995 d'orientation et de programmation modifiée relative à la sécurité ;

Vu le décret n° 96-926 du 17 octobre 1996 relatif à la vidéosurveillance pris pour l'application de l'article 10 de la loi n° 95-73 du 21 janvier 1995 d'orientation et de programmation relative à la sécurité, modifié par le décret n° 2002-814 du 3 mai 2002 pris pour l'application de l'article 21 de la loi n° 2000-321 du 12 avril 2000 et relatif aux délais faisant naître une décision implicite de rejet et par le décret n° 2006-665 du 7 juin 2006 relatif à la réduction du nombre et à la simplification de la composition de diverses commissions administratives,

Arrête :

Art. 1^{er}. – Les caméras sont réglées, équipées et connectées au système de visualisation et, le cas échéant, au système de stockage, de façon que les images restituées lors de la visualisation en temps réel ou en temps différé permettent de répondre aux finalités pour lesquelles le système de vidéosurveillance a été autorisé.

Les caméras présentent les caractéristiques techniques adaptées aux conditions d'illumination du lieu vidéosurveillé.

Les réseaux sur lesquels transitent les flux vidéo offrent une bande passante compatible avec les débits nécessaires à la transmission d'images de qualité suffisante pour répondre aux finalités pour lesquelles le système de vidéosurveillance a été autorisé.

Les réseaux sur lesquels transitent les flux vidéo prennent en compte la sécurité de ces derniers, garantissant leur disponibilité, leur confidentialité et leur intégrité.

Art. 2. – Le stockage des flux vidéo est réalisé sur support numérique pour les systèmes de vidéosurveillance comportant huit caméras ou plus. Ce stockage peut également être réalisé sur un autre type de support. Le stockage des flux vidéo est réalisé sur support analogique ou numérique pour les systèmes de vidéosurveillance comportant moins de huit caméras.

Tout flux vidéo enregistré numériquement est stocké avec des informations permettant de déterminer à tout moment de la séquence vidéo sa date, son heure et l'emplacement de la caméra.

Pour les systèmes à enregistrement analogique des flux vidéo, un dispositif permet de déterminer à tout moment la date, l'heure et l'emplacement de la caméra correspondant aux images enregistrées.

L'enregistrement numérique garantit l'intégrité des flux vidéo et des données associées relatives à la date, à l'heure et à l'emplacement de la caméra.

Les flux vidéo stockés issus des caméras, qui, compte tenu de leur positionnement et de leur orientation, fonctionnent principalement en plan étroit, à l'exclusion de celles de régulation du trafic routier, ont un format d'image supérieur ou égal à 704 × 576 pixels. Ce format pourra être inférieur si le système permet l'extraction de vignettes de visage d'une résolution minimum de 90 × 60 pixels.

Les autres flux vidéo stockés ont un format d'image supérieur ou égal à 352 × 288 pixels.

Une fréquence minimale de douze images par seconde est requise pour l'enregistrement des flux vidéo issus de caméras installées pour une des finalités mentionnées au II de l'article 10 de la loi du 21 janvier 1995 susvisée, à l'exclusion de celles de régulation du trafic routier, et qui, compte tenu de leur positionnement et de leur orientation, fonctionnent principalement en plan étroit et filment principalement des flux d'individus en déplacement rapide.

Pour l'enregistrement des autres flux vidéo, une fréquence minimale de six images par seconde est requise.

Le système de stockage utilisé est associé à un journal qui conserve la trace de l'ensemble des actions effectuées sur les flux vidéo.

Pour les systèmes numériques, ce journal est généré automatiquement sous forme électronique.

Art. 3. – Les flux vidéo sont exportés sans dégradation de la qualité.

Pour les systèmes de vidéosurveillance utilisant la technologie analogique, un dispositif détermine la liste des flux exportés indiquant la date et l'heure des images filmées, leur durée, l'identifiant des caméras concernées, la date et l'heure de l'exportation, l'identité de la personne ayant réalisé l'exportation.

Pour les systèmes de vidéosurveillance utilisant la technologie numérique, un journal électronique des exportations, comportant les informations citées à l'alinéa précédent, est généré automatiquement.

Le système d'enregistrement reste en fonctionnement lors de ces opérations d'exportation.

Le support physique d'exportation est un support numérique non réinscriptible et à accès direct, compatible avec le volume de données à exporter. Dans le cas de volumes importants de données à exporter, des disques durs utilisant une connectique standard pourront être utilisés. Pour les systèmes numériques de vidéosurveillance, un logiciel permettant l'exploitation des images est fourni sur support numérique, disjoint du support des données.

Le logiciel permet :

- 1° La lecture des flux vidéo sans dégradation de la qualité de l'image ;
- 2° La lecture des flux vidéo en accéléré, en arrière, au ralenti ;
- 3° La lecture image par image des flux vidéo, l'arrêt sur une image, la sauvegarde d'une image et d'une séquence, dans un format standard sans perte d'information ;
- 4° L'affichage sur l'écran de l'identifiant de la caméra, de la date et de l'heure de l'enregistrement ;
- 5° La recherche par caméra, date et heure.

Art. 4. – Le présent arrêté est complété de trois annexes techniques.

Art. 5. – L'arrêté du 26 septembre 2006 portant définition des normes techniques des systèmes de vidéosurveillance est abrogé.

Art. 6. – Le directeur général de la police nationale, le directeur général de la gendarmerie nationale et le directeur des libertés publiques et des affaires juridiques sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 3 août 2007.

MICHÈLE ALLIOT-MARIE

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR, DE L'OUTRE-MER ET DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

Arrêté du 3 août 2007 portant définition des normes techniques des systèmes de vidéosurveillance (rectificatif)

NOR : IOCD0762353Z

Rectificatif au *Journal officiel* du 21 août 2007, édition électronique, texte n° 4, et édition papier, page 13889, après la signature, ajouter les annexes suivantes :

ANNEXE TECHNIQUE 1

L'arrêté fixe des normes techniques qui portent, d'une part, sur les caméras et sur les systèmes de transmission et de stockage (articles 1^{er} et 2), d'autre part, sur l'interopérabilité des systèmes de stockage et d'exportation des données vers les forces de police et de gendarmerie (article 3).

Afin de faciliter l'utilisation de la présente circulaire, les prescriptions de l'arrêté qu'elle commente sont reprises en italique.

1. Les caméras

« Les caméras sont réglées, équipées et connectées au système de visualisation et, le cas échéant, au système de stockage, de façon que les images restituées lors de la visualisation en temps réel ou en temps différé permettent de répondre aux finalités pour lesquelles le système de vidéosurveillance a été autorisé. »

1.1. Les caractéristiques techniques du système de vidéosurveillance doivent permettre d'atteindre les objectifs de sécurité ayant présidé à son installation.

La première implication est que les objectifs du système et de chaque caméra, en termes de sécurité, doivent être clairement énoncés. Ces objectifs concernent le système global (taux d'indisponibilité accepté, caractéristiques du système de stockage...) ainsi que les caméras proprement dites, dont les rôles doivent être définis. A titre d'exemple, tel groupe de caméras pourra avoir comme rôle principal de permettre la levée de doute avant une ouverture de porte, alors que tel autre groupe de caméras aura comme objectif principal de permettre l'analyse de l'image en temps réel comme, par exemple, la reconnaissance d'individus ayant accédé à une zone donnée.

1.2. La qualité des images.

La seconde implication, fondamentale, est que les caractéristiques techniques du système doivent être cohérentes avec les objectifs énoncés. Ce point est essentiel car, si la diversité des situations interdit de définir de manière absolue ce que doivent être les caractéristiques techniques d'un système pour obtenir un certain résultat, il est toujours possible en revanche de vérifier la cohérence d'un système avec les objectifs qui lui sont assignés. L'arrêté précise que cette vérification ne doit pas se faire exclusivement sur les différents éléments du système (qualité des caméras, qualité des liaisons de données, qualité de la compression des images...) mais sur la qualité des images restituées.

Cette mise en cohérence impose à l'opérateur d'adapter les éléments déficients ou mal dimensionnés du système lorsque la qualité des images restituées est incompatible avec les objectifs de celui-ci.

Le contrôle de cette cohérence lors de l'examen de la demande d'autorisation préalable à l'installation, donc « sur dossier », peut s'avérer difficile. Une annexe technique fournit néanmoins quelques repères dont les services des préfetures pourront s'inspirer lors de l'examen des dossiers.

Il convient toutefois d'attirer l'attention sur le fait que cette première prescription présente un intérêt certain dans l'hypothèse d'un contrôle *a posteriori* du système, lors de la demande de renouvellement de l'autorisation par exemple.

« Les caméras présentent les caractéristiques techniques adaptées aux conditions d'illumination du lieu vidéosurveillé ».

Il s'agit de vérifier simplement que l'opérateur a pris en compte les spécificités liées à l'illumination des scènes à vidéosurveiller lors du choix des caméras. En effet, s'il s'agit de pouvoir enregistrer des images de

qualité en vision nocturne, alors il conviendra soit d'utiliser des caméras à haute sensibilité soit de prévoir un éclairage d'appoint, infrarouge par exemple. Ces éléments doivent aller de pair avec les conditions particulières d'éclairage des scènes filmées, qui devront être également précisées (un éclairage intense peut en effet, en intérieur notamment, autoriser l'usage d'une caméra moins sensible).

2. La transmission des images

« Les réseaux sur lesquels transitent les flux vidéo offrent une bande passante compatible avec les débits nécessaires à la transmission d'images de qualité suffisante pour répondre aux finalités pour lesquelles le système de vidéosurveillance a été autorisé. »

Les images issues des caméras, pour être transmises sur les réseaux, doivent être codées et généralement compressées pour pouvoir être communiquées en temps réel au travers des artères de transmission. Le débit maximum de ces voies de transmission, appelé bande passante, conditionne donc directement la qualité des images réceptionnées. Ainsi, une bande passante insuffisante entraînera automatiquement une perte de qualité (compression des images trop importante induisant une perte préjudiciable d'information) ou de performance (diminution du nombre d'images par seconde ou choix de ne pas transmettre tous les flux).

La diversité des cas d'utilisation (image fixe ou avec beaucoup de mouvement par exemple) et des dispositifs techniques (compression MPEG 2, MPEG 4, JPEG, JPEG 2000...) ne permet pas de définir à l'avance la bande passante minimum nécessaire à la transmission numérique d'une image de qualité, cette qualité dépendant également de l'objectif de sécurité fixé. Il est rappelé pour mémoire, que le poids moyen d'une image d'excellente qualité est de 45 Ko. En revanche, le tableau ci-dessous donne un aperçu de l'ordre de grandeur de la bande passante utilisée pour transmettre des images avec certaines caractéristiques pour les différentes classes de compression de données.

TYPE DE MÉCANISME DE COMPRESSION	DÉBIT THÉORIQUE MOYEN pour disposer d'images au format 4 CIF à 12 images par seconde
JPEG	5 Mbits/s
JPEG 2000	3 Mbits/s
MPEG 2	2 Mbits/s
MPEG 4	1 Mbits/s
MPEG 4 (H 264)	0,5 Mbits/s

Ainsi, si un opérateur déclare faire transiter 8 flux simultanés d'images, au format 4 CIF à 12 images par seconde comprimées au format MPEG 2 (2 Mbits \times 8 = 16 Mbits de débit théorique nécessaire à la transmission de ces flux), sur un système disposant d'une bande passante de 4Mbits, il conviendra de s'interroger sur la pertinence de ce choix.

« Les réseaux sur lesquels transitent les flux vidéo prennent en compte la sécurité de ces derniers, garantissant leur disponibilité, leur confidentialité et leur intégrité. »

Les données restituées par les systèmes de vidéosurveillance doivent présenter trois types de caractéristiques essentielles :

- elles doivent être conformes aux images originelles. Ces dernières ne doivent donc pas avoir été corrompues ou modifiées durant leur transfert. Le système de transmission doit offrir une garantie d'intégrité des données communiquées ;
- elles doivent être accessibles en cas de sollicitation. Pour cela, il faut en premier lieu que le système de transmission soit robuste aux dysfonctionnements comme aux éventuelles agressions externes. Il doit offrir une garantie de disponibilité des données communiquées ;
- elles ne doivent être accessibles qu'aux personnes habilitées à en disposer. Cela implique que des dispositifs spécifiques doivent être mis en œuvre pour empêcher l'interception et la lecture des données transmises. Le système de transmission doit donc offrir une garantie de confidentialité des données échangées, le plus souvent par le biais de fonctions de chiffrement adaptées.

Il ne s'agit pas ici de se livrer à une expertise de sécurité exhaustive garantissant ces trois critères, ni même de solliciter l'opérateur pour un certificat formel de sécurité. En revanche, il convient de s'assurer que ces critères ont été pris en compte et que les solutions mises en œuvre adressent ces trois sujets.

Le cas des transmissions numériques sans fil (technologies dites Wi-Fi ou Wi-Max par exemple) méritent assurément une attention particulière. En effet, l'interception des flux est par nature aisée ainsi que, dans une moindre mesure, le « déni de service ». Il convient donc que, d'une part, l'opérateur garantisse la confidentialité des données par l'utilisation d'un chiffrement adapté et fiable et que, d'autre part, il limite l'usage de ces technologies aux segments de réseau terminaux ou impropres aux technologies filaires.

3. Le stockage

« Le stockage des flux vidéo est réalisé sur support numérique pour les systèmes de vidéosurveillance comportant huit caméras ou plus. Ce stockage peut également être réalisé sur un autre type de support. Le stockage des flux vidéo est réalisé sur support analogique ou numérique pour les systèmes de vidéosurveillance comportant moins de huit caméras. »

Lorsqu'une installation de vidéosurveillance devient importante, il n'est pas concevable, dans un objectif de qualité de service, d'utiliser un stockage de type analogique. Le stockage numérique est donc impératif. Il convient de noter que cette contrainte ne porte que sur le module d'enregistrement des images, ce qui implique notamment que rien n'interdit d'utiliser des caméras analogiques dont les flux seront numérisés par la suite. Il est toutefois précisé que le stockage peut également être réalisé sur un autre type de support afin de permettre aux opérateurs de conserver leur système d'enregistrement analogique (type cassettes VHS), en plus du système d'enregistrement numérique qu'ils seront tenus de mettre en place.

Pour limiter le coût d'installation de petits systèmes de vidéosurveillance, il est possible d'utiliser un support de stockage analogique apportant une plus grande facilité d'installation et d'utilisation. Les systèmes visés ici, qui comportent sept caméras ou moins, doivent être compris comme ceux destinés à sécuriser une entité géographique autonome. A titre d'exemple, une entreprise qui dépose une demande d'autorisation pour des systèmes de vidéosurveillance dans chacune de ses agences (donc indépendants et autonomes) peut concevoir ces systèmes comme autonomes pour chacune d'elles. Dans ce cas, toutes les agences de sept caméras ou moins sont autorisées à conserver un système de stockage de type analogique. Néanmoins, il faut bien préciser que ces systèmes ne sont considérés comme autonomes que si le stockage et/ou la visualisation s'effectue(nt) dans chacune des agences. Si les vidéos des agences sont rapatriées sur un ou plusieurs sites communs, alors les systèmes de chaque agence ne peuvent plus être considérés comme indépendants.

« Tout flux vidéo enregistré numériquement est stocké avec des informations permettant de déterminer à tout moment de la séquence vidéo sa date, son heure et l'emplacement de la caméra. »

Dans l'objectif de pouvoir utiliser les images vidéo stockées dans des procédures judiciaires, il est nécessaire de pouvoir certifier les informations spatiales et temporelles associées aux images. L'article 2, deuxième alinéa, de l'arrêté du 26 septembre 2006 ne vise explicitement que la capacité du système d'enregistrement à associer aux images ces trois données. Son esprit est toutefois de permettre à un service enquêteur d'utiliser efficacement les données numériques transmises, ce qui a une double implication :

- les paramètres de date et de localisation doivent être accessibles à l'enquêteur avec le système de visualisation dont il dispose ;
- les paramètres doivent être exacts.

Il conviendra donc de s'assurer, dans la mesure du possible, que ces deux contraintes ont été prises en compte.

Il existe une méthode simple qui consiste à marquer ces informations directement sur l'image vidéo. Néanmoins, cette méthode a le désavantage de masquer des parties de l'image. Une autre méthode consiste à associer les informations avec le flux vidéo, puis de créer une liaison logique entre les images et le fichier d'information associé. Dans ce cas particulier, les lecteurs fournis aux services d'enquête devront disposer d'une capacité spécifique pour réassocier les données et les images lors de leur exploitation.

L'opérateur du système de vidéosurveillance devra par ailleurs préciser comment il s'assure de la fiabilité du référentiel temporel qui sera associé aux images.

« Pour les systèmes à enregistrement analogique des flux vidéo, un dispositif permet de déterminer à tout moment la date, l'heure et l'emplacement de la caméra correspondant aux images enregistrées. »

Le besoin des forces de police est identique quelle que soit la nature du système, seul le mécanisme de stockage des informations associées aux images sera différent. Dans le cas d'enregistrement analogique (du type cassettes VHS), les informations doivent exister mais leur format (fichier papier ou numérique) n'est pas précisé. Il conviendra néanmoins de s'assurer que les enquêteurs pourront disposer de ces informations lors de l'analyse des images. Les données associées aux supports analogiques doivent donc pouvoir leur être communiquées avec les cassettes vidéo.

« L'enregistrement numérique garantit l'intégrité des flux vidéo et des données associées relatives à la date, à l'heure et à l'emplacement de la caméra. »

Les moyens à mettre en œuvre pour garantir l'intégrité des flux vidéo et des données associées relatives à la date, à l'heure et à l'emplacement de la caméra ne sont pas spécifiés. En particulier, il n'est pas exigé ici que les systèmes intègrent des dispositifs de marquage électronique des images (parfois appelé *watermarking* ou *filigranage*), même si ces dispositifs sont les bienvenus et doivent être encouragés. En effet, un système numérique robuste quant aux traces enregistrées (toute intervention de nature à modifier les données est inmanquablement enregistrée) et à l'environnement d'exploitation (qui garantit notamment l'intégrité du système de traces) est susceptible d'atteindre les objectifs d'intégrité.

« Les flux vidéo stockés issus des caméras qui, compte tenu de leur positionnement et de leur orientation, fonctionnent principalement en plan étroit, à l'exclusion de celles de régulation du trafic routier, ont un format d'image supérieur ou égal à 704 × 576 pixels. Ce format pourra être inférieur si le système permet l'extraction de vignettes de visage d'une résolution minimum de 90 × 60 pixels. »

L'objet de l'article 2, cinquième alinéa, est de favoriser l'existence d'images d'une précision satisfaisante pour le travail des enquêteurs. Il pose donc le principe d'un niveau de qualité minimum des images stockées lorsqu'elles sont issues de caméras fonctionnant en plan étroit.

L'équilibre recherché ici consiste à garantir un bon niveau de qualité des images seulement lorsque c'est nécessaire pour les forces de police et de gendarmerie, sans faire peser des contraintes techniques trop importantes sur les parties du dispositif qui concernent moins directement le travail d'investigation.

Pour cela, on distingue deux grands types de caméras de vidéosurveillance, celles dont la fonction principale est d'analyser les informations sur les individus ou les objets présents dans le champ des caméras (qui sont dites fonctionner en plan étroit) et celles dont la fonction principale est de fournir une vue globale de la situation (qui sont dites fonctionner en plan large).

Cette classification appelle deux remarques et mérite d'être illustrée par quelques exemples.

Tout d'abord, il est entendu que les caméras qui constituent un dispositif de vidéosurveillance ont le plus souvent des missions multiples. Ceci est d'autant plus vrai que certaines caméras sont dotées de fonctions de zoom et d'orientation rapide qui leur permettent d'offrir un plan global et de passer l'instant suivant en plan rapproché. Néanmoins, il reste qu'à chaque caméra est le plus souvent assigné un objectif principal d'exploitation : levée de doute, gestion d'une file d'attente, surveillance d'un objectif sensible, contrôle des flux...

Il est nécessaire que ces objectifs principaux soient précisés pour chaque caméra dans les dossiers transmis par les opérateurs. Le plus souvent ils doivent permettre de statuer sur la classification des caméras à plan large ou à plan étroit.

Ensuite, il est légitime de s'interroger sur la corrélation éventuelle entre les caractéristiques techniques en termes de focale ou de zoom des caméras et leur usage en plan large ou plan étroit (telles que ces notions ont été définies ci-dessus). Compte tenu de la diversité des usages de la vidéosurveillance, ce lien ne semble pas être pertinent. En effet, une caméra destinée à garantir la sécurité d'un distributeur automatique de billets ou à sécuriser les entrées-sorties dans un bus peut, du fait de la faible distance à la cible, fonctionner avec une ouverture angulaire importante, alors qu'au sens de l'arrêté du 26 septembre 2006 il s'agit bien, compte tenu de la précision attendue de l'image, d'un fonctionnement en plan étroit. De la même manière, certaines caméras destinées à sécuriser des voies ferrées peuvent fonctionner avec une petite ouverture angulaire mais en plan large au sens de l'arrêté, si elles sont destinées à la régulation du trafic ferroviaire.

La résolution de 704×576 correspond au format dit 4 CIF, normalisé dans le domaine de la vidéo, compatible avec les performances de la majorité des caméras installées et constituant la norme haute en matière de définition d'image en attendant la généralisation des caméras dites à haute définition. La définition visée dans cet article concerne les images stockées sur le système d'enregistrement. Ceci implique que toute la chaîne vidéo doit afficher des caractéristiques compatibles avec ces formats d'enregistrement : la résolution des capteurs (caractéristiques techniques des caméras), le format d'image en sortie de caméra, le taux de compression des images lors du transfert et du stockage. Une autre conséquence est que les espaces de stockage doivent être compatibles avec les caractéristiques globales du système. Il est donc important que les spécifications techniques (définition, taux de compression, nombre d'images par seconde, durée de conservation des données, nombre de flux stockés) du système soient précisées ainsi que le calcul menant au dimensionnement des espaces de stockage.

Dans certains cas, il n'est pas nécessaire de disposer d'une image de 704×576 pixels pour offrir une résolution satisfaisante des sujets filmés. Les opérateurs ont donc toute latitude pour retenir un format inférieur pour peu que celui-ci propose, dans la zone nominale de prise de vue, une résolution permettant l'identification d'un visage. En particulier, des caméras numériques au format VGA (640×480 pixels) qui permettraient l'extraction sur les vidéos enregistrées de vignettes de visages de 90×60 pixels conviennent.

Il est certain que la diversité des situations occasionnera inévitablement des cas litigieux ou ambigus pour lesquels la proposition de classification *plan large/plan étroit* du soumissionnaire pourra apparaître discutable. Pour déterminer de façon pratique les caractéristiques minimales des images stockées, le tableau d'exemples proposé en annexe I doit permettre le plus souvent d'assimiler ces situations à un cas d'usage approchant déjà traité.

« Les autres flux vidéo stockés ont un format d'image supérieur ou égal à 352×288 pixels ».

Tous les autres flux vidéo issus des systèmes de vidéosurveillance visés par la loi du 21 janvier 1995, modifiée par la loi du 23 janvier 2006, doivent au minimum être stockés avec une résolution de 352×288 pixels, aussi appelé format CIF. C'est notamment le cas des images issues d'un dispositif de régulation du trafic routier.

« Une fréquence minimale de douze images par seconde est requise pour l'enregistrement des flux vidéo issus de caméras installées pour une des finalités mentionnées au II de l'article 10 de la loi du 21 janvier 1995 susvisée, à l'exclusion de celles de régulation du trafic routier, et qui, compte tenu de leur positionnement et de leur orientation, fonctionnent principalement en plan étroit et filment principalement des flux d'individus en déplacement rapide. »

Le nombre d'images par seconde constitue également un paramètre important lorsqu'il s'agit de chercher des éléments précis dans une scène vidéo en mouvement. Il convient pourtant de moduler les exigences en fonction des besoins opérationnels véritables pour ne pas surdimensionner le système de vidéosurveillance inutilement. C'est pourquoi l'exigence de disposer de 12 images enregistrées par seconde ne s'applique qu'aux caméras fonctionnant principalement en plan étroit (cf. article 2, alinéa 5) et parmi celles-ci exclusivement à celles destinées à surveiller des flux de personnes en « déplacement rapide ».

Cette notion fait explicitement référence à des situations où les individus filmés sont, sauf circonstances particulières, en train de marcher sans rencontrer d'obstacle lorsqu'ils traversent la zone de prise de vue. Il est question en particulier de *déplacement* rapide pour les caméras destinées à filmer un espace de transit dans les

lieux publics (couloir de métro, hall d'aéroport, trottoir urbain...). En revanche ne sont pas considérées comme des déplacements rapides les images d'individus en train de franchir une porte ou un tourniquet de métro, ou stationnant dans un hall destiné à l'attente ou au recueil de bagages.

Les cas de figure les plus typiques ou susceptibles de poser problèmes sont évoqués en annexe 2.

« Pour l'enregistrement des autres flux vidéo, une fréquence minimale de six images par seconde est requise. »

Toutes les autres images visées par la loi du 21 janvier 1995 doivent au minimum être enregistrées à une cadence réelle de 6 images par seconde à partir d'une caméra dont bien entendu la fréquence d'acquisition des images sera d'au minimum 6 images par seconde. Ainsi, il ne serait donc être question de reconstruire artificiellement un flux à 6 images par seconde à partir par exemple d'une séquence initiale à 3 images par seconde. Il en est de même pour un enregistrement à 12 images par seconde.

« Le système de stockage utilisé est associé à un journal qui conserve la trace de l'ensemble des actions effectuées sur les flux vidéo. »

La traçabilité des actions effectuées sur le système est primordiale pour vérifier qu'aucun abus et qu'aucune action de malveillance n'ont été commis. Dans le cas des systèmes d'enregistrement analogique ou des systèmes de vidéosurveillance numériques de moins de huit caméras, un journal qui conserve la trace de l'ensemble des actions effectuées sur les flux (export, modification, suppression...) peut être tenu à la main.

« Pour les systèmes numériques, ce journal est généré automatiquement sous forme électronique. »

Pour simplifier l'opération de journalisation, qui peut être fastidieuse pour de gros systèmes, il faut que, pour les systèmes numériques, cette opération soit automatisée. Il conviendra donc de s'assurer que le système proposé intègre cette fonction et que l'opérateur prévoise dans son plan d'exploitation de la mettre en œuvre.

4. Les contraintes d'interopérabilité

L'arrêté du 26 septembre 2006 a pour objectif que les techniques de la vidéosurveillance puissent mettre en œuvre de façon concrète les dispositions que la loi du 21 janvier 1995 modifiée a édictées.

Les dispositions de l'article 3 de l'arrêté précité ont pour but de faciliter concrètement l'exploitation des systèmes par les services de police et de gendarmerie.

« Les flux vidéo sont exportés sans dégradation de la qualité. »

La transmission des films vidéo aux forces de police et de gendarmerie nécessite une opération dite « d'exportation ». Il est nécessaire que la qualité des images exportées soit maximale, ce qui implique que le système doit être en mesure d'exporter ses données sans perte de qualité.

Si, lors de l'opération d'exportation, il s'avère nécessaire de modifier le format ou le type de compression des flux vidéo, il conviendra alors de s'assurer que la compression des vidéos exportées ne dégrade pas leur qualité.

Il est donc important de connaître la méthode d'exportation des flux vidéo et, dans le cas où il ne s'agit pas d'une simple copie des données, les caractéristiques de la compression utilisée pour le stockage et l'exportation.

« Pour les systèmes de vidéosurveillance utilisant la technologie analogique, un dispositif détermine la liste des flux exportés, indiquant la date et l'heure des images filmées, leur durée, l'identifiant des caméras concernées, la date et l'heure de l'exportation, l'identité de la personne ayant réalisé l'exportation. »

Il est important de conserver une traçabilité des exportations pour assurer qu'aucun abus ne soit commis. La difficulté de cette mesure pour un système de vidéosurveillance analogique, et dans une moindre mesure pour les systèmes numériques de moins de huit caméras, est parfois le manque d'automatisation du système. Il est alors nécessaire d'intégrer dans la procédure d'exportation de flux vidéo la constitution manuelle d'un journal des différentes opérations effectuées sur le système. Cette action de constitution d'un journal doit en particulier permettre de pouvoir identifier la ou les personnes qui ont exporté les flux vidéo.

« Pour les systèmes de vidéosurveillance utilisant la technologie numérique, un journal électronique des exportations, comportant les informations citées à l'alinéa précédent, est généré automatiquement. »

De même que pour les systèmes analogiques, la traçabilité des exportations est, pour les systèmes numériques, primordiale. L'avantage d'un système numérique est la possibilité d'automatiser des actions. Ainsi, pour assurer l'exactitude des informations contenues dans la liste des flux exportés, il suffit de créer un « journal » électronique constitué automatiquement par le système.

« Le système d'enregistrement reste en fonctionnement lors de ces opérations d'exportation. »

L'exportation de données ne doit en aucun cas diminuer les capacités d'un système de vidéosurveillance. En effet, il serait fortement dommageable que, lors de l'exportation d'images vidéo, un événement grave se produise et qu'il soit impossible d'enregistrer les flux vidéo y afférents. Le fait que le système d'enregistrement reste en fonctionnement lors des opérations d'exportation vise en particulier à interdire l'extraction des unités de stockage du système durant les phases d'investigation si cette action interdit la poursuite du fonctionnement normal du système. Il est donc important de vérifier que la procédure d'exportation soit conforme à cette exigence. Une méthode simple consiste à prévoir des supports de stockage supplémentaires afin de remplacer ceux qui seraient temporairement extraits du système.

« Le support physique d'exportation est un support numérique non réinscriptible et à accès direct, compatible avec le volume de données à exporter. Dans le cas de volumes importants de données à exporter, des disques

durs utilisant une connectique standard pourront être utilisés. Pour les systèmes numériques de vidéosurveillance, un logiciel permettant l'exploitation des images est fourni sur support numérique, disjoint du support des données. »

Le système de stockage des enregistrements vidéo doit être doté de la capacité à exporter des films et des photos vers un support non réinscriptible, qui, en l'état actuel, sera le plus souvent du type graveur de CD ou de DVD. Tous les systèmes doivent donc disposer de cette fonctionnalité. Ceci implique notamment que les clés USB (qui constituent un support réinscriptible) ne peuvent être le seul support d'exportation sur un tel système.

Le support doit de plus être à *accès direct*, c'est-à-dire que les informations doivent être accessibles sans avoir à parcourir séquentiellement l'ensemble du support. En particulier, les cassettes DAT ne peuvent constituer un support d'exportation valable.

Toutefois, il est parfois nécessaire d'exporter une quantité importante de données. Dans ce cas exclusivement, il est autorisé d'utiliser des disques durs, qui permettent une plus grande capacité de stockage. Cette possibilité vient s'ajouter à la capacité d'export sur des supports non réinscriptibles, qui constituent dans tous les cas le moyen par défaut de transmission des données vers les forces de sécurité.

« Le logiciel permet :

« 1° La lecture des flux vidéo sans dégradation de la qualité de l'image ;

« 2° La lecture des flux vidéo en accéléré, en arrière, au ralenti ;

« 3° La lecture image par image des flux vidéo, l'arrêt sur une image, la sauvegarde d'une image et d'une séquence, dans un format standard sans perte d'information ;

« 4° L'affichage sur l'écran de l'identifiant de la caméra, de la date et de l'heure de l'enregistrement ;

« 5° La recherche par caméra, date et heure. »

Les flux vidéo sont exportés pour être traités par les services de police ou de gendarmerie. Les caractéristiques mentionnées doivent donc être intégrées dans le logiciel de lecture, fourni sur un support numérique séparé distinct de celui des images, par l'opérateur aux services enquêteurs en même temps que les images.

ANNEXE TECHNIQUE 2

Exemples caractéristiques, illustrant les notions de « fonctionnement en plan étroit » et de « flux d'individus en déplacement rapide » :

SITUATION	RÉSOLUTION minimum de l'image stockée	NOMBRE D'IMAGES par seconde au minimum	COMMENTAIRES classification plan étroit/plan large
Caméra de surveillance de la voie publique en agglomération aux abords d'un site sensible.	CIF	6	Plan large.
Caméra de surveillance d'un monument sur la voie publique	CIF	6	Plan large.
Caméra de surveillance d'un automate (DAB...).	4 CIF*	6	Plan étroit.
Caméra de surveillance à l'intérieur d'un véhicule de transport public.	4 CIF*	6	Plan étroit.
Caméra de surveillance sur un quai de gare.	CIF	6	Plan large.
Caméra de surveillance en entrée ou sortie d'un commerce, d'un musée, d'une agence bancaire, d'un lieu ouvert au public.	4 CIF*	12 ou 6	Plan étroit 6 si un dispositif de filtrage des flux de personnes est présent (sas, tourniquet...).
Caméra de régulation du trafic routier	CIF	6	Plan large.
Caméra de surveillance d'un comptoir ou d'un guichet.	4 CIF	6	Plan large.
Caméra de surveillance de rayons d'un magasin.	CIF	6	Plan large.
Caméra de surveillance d'une pompe de carburant.	4 CIF*	6	Plan étroit.
Caméra de surveillance d'une caisse ou d'un terminal de paiement.	4 CIF*	6	Plan étroit.

SITUATION	RÉSOLUTION minimum de l'image stockée	NOMBRE D'IMAGES par seconde au minimum	COMMENTAIRES classification plan étroit/plan large
Caméra de surveillance de voie sur route ou autoroute.	CIF	6	Plan large.
Caméra de surveillance aux abords d'un péage routier.	4 CIF*	6	Plan étroit.
Caméra de surveillance sur une issue de secours.	4 CIF*	6	Plan étroit.
Caméra de lutte contre la démarque inconnue.	4 CIF*	6	Plan étroit.
Caméra de vérification et de contrôle d'accès (filmant dans la zone ouverte au public).	4 CIF*	6	Plan étroit.
Visualisation d'un lieu de distribution de fonds transportés.	4 CIF*	6 ou 12	Plan étroit.
(*) Ou résolution permettant l'extraction de vignettes de visages de 90 x 60 pixels.			

Ces exemples permettent de couvrir un grand nombre de cas d'implantations de caméras. Ce tableau est présenté à titre indicatif pour permettre aux commissions départementales de statuer plus facilement sur la classification plan large, plan étroit.

Cependant, il est bien entendu qu'il peut exister certains cas particuliers où ce tableau n'est pas applicable :

- des caméras dont l'objectif est de faciliter le contrôle des flux sont des caméras fonctionnant habituellement en plan large. Néanmoins, dès qu'il est précisé que ce contrôle doit permettre de savoir quelles sont les personnes sur les vidéos, ces caméras seront considérées comme fonctionnant en plan étroit ;
- de même, une caméra surveillant une entrée de parking dont l'objectif est de contrôler quelle personne et/ou quel véhicule accède au parking devra fonctionner en 4 CIF et en 6 images par seconde ou 12 images par seconde (flux en déplacement rapide) selon l'entrée régulée ou non des véhicules et personnes ;
- toute caméra dont l'objectif est d'analyser des informations sur les individus ou les objets dans la scène devra être considérée comme fonctionnant en plan étroit, et ce quelles que soient sa situation et son implantation ;
- toute caméra dont l'objectif est d'analyser des informations sur des individus ou des objets en déplacement rapide présents dans la scène devra fonctionner en 12 images par seconde (personnes sur tapis roulant, entrée dans un magasin sans dispositif de filtrage...).

ANNEXE TECHNIQUE 3

Glossaire

Définition de quelques termes techniques utilisés fréquemment en matière de vidéosurveillance

Accès direct (stockage à) : cette notion réfère à la capacité d'un système de stockage à pouvoir accéder directement à une information enregistrée, sans parcourir l'enregistrement. Le système de stockage à accès direct le plus courant est le disque dur. Ces systèmes sont à opposer aux systèmes de stockage à accès séquentiel.

Accès séquentiel (stockage à) : stockage où la lecture et l'enregistrement s'effectuent selon un ordre prédéfini. Par exemple, les cassettes VHS, K7, DV, DAT, où, pour accéder à la troisième minute de l'enregistrement, il est nécessaire de parcourir les trois premières minutes, sont des systèmes de stockage à accès séquentiel.

Bande passante (réseau) : dans le domaine de l'informatique, le terme bande passante désigne un débit d'informations, plus précisément la quantité d'informations que peut transmettre un réseau (système informatique). Cette bande passante se mesure généralement en octets par seconde ou en bits par seconde.

Cassettes VHS : support d'enregistrement analogique à accès séquentiel utilisant la norme VHS.

Champ (optique) : en optique, la notion de champ réfère à la portion d'espace visible à travers l'objectif de la caméra.

Compression : réduction de l'espace nécessaire au stockage et à la transmission de données (vidéos, images...). Cette compression peut être réalisée avec ou sans perte d'information sur ces données.

DAT : Digital Audio Tape est à la base un support d'enregistrement audionumérique. Ce support est aujourd'hui également utilisé pour stocker des vidéos, de l'audio ou des données informatiques. Ce type de stockage est à accès séquentiel.

Déni de service : en sécurité informatique, « l'attaque par déni de service » est une tentative de rendre une application, un système ou une ressource informatique indisponible à ses utilisateurs autorisés. Si un système informatique (serveur par exemple) n'est plus capable de traiter les requêtes de ses clients pour des raisons volontairement provoquées par un tiers, il y a « déni de service ». Le type d'attaque le plus répandu est de rendre un serveur inopérant en lui adressant de trop nombreuses requêtes. Les conséquences d'un tel acte peuvent se traduire dans le cas d'un système réseau de vidéosurveillance par :

- un réseau inhabituellement ralenti (difficulté pour communiquer en continu avec une caméra par exemple) ;
- impossibilité d'accéder à une caméra particulière ;
- impossibilité d'accéder à n'importe quelle caméra ;
- augmentation du nombre de messages reçus via le réseau (mail, message de contrôle, message d'erreur...).

Disque dur : système de stockage à accès direct et à mémoire non volatile s'appuyant sur le principe de mémoire magnétique. Développé dans un premier temps pour une utilisation sur ordinateur, il a peu à peu remplacé tous les autres systèmes de stockage vidéo et audio par l'évolution rapide de sa capacité de stockage et de la facilité d'accès aux données sauvegardées.

Exportation (de données) : opération consistant à copier ou à extraire du système de stockage des informations ciblées.

Flux : en informatique, ensemble de données élémentaires issues d'un système informatique.

Focale (distance) : la distance focale d'un système optique est l'une des grandeurs qui définit entièrement un système optique. On peut l'assimiler dans la plupart des cas à la distance entre l'objectif et le capteur de la caméra.

Format CIF (4 CIF) : *Common Intermediate Format*. Le format CIF est un format numérique d'images de 352 x 288 pixels. Le format 4 CIF évoqué dans cette circulaire est le format d'image standard de 704 x 576 pixels.

Format d'image : taille de l'image définie en terme de pixels ou de lignes et de colonnes.

Liaison logicielle : liaison assurée par un logiciel informatique de manière automatique entre plusieurs données ou opérateurs.

Ouverture angulaire (optique) : cette grandeur représente la portion d'espace en terme d'angle visible à travers l'objectif de la caméra.

Pixel (*Picture Element*) : structure élémentaire d'une image numérique. C'est le plus petit point discernable sur une image. Le pixel peut être une forme géométrique quelconque, même si le carré est sa structure la plus répandue. Chaque pixel contient des informations de couleur (image couleur) ou de niveau de gris (noir et blanc)

Résolution : cf. format d'image.

Stockage (analogique/numérique) : entreposage, sauvegarde des données (dans ce cas vidéo) sur un support de type analogique (cassette VHS...) ou numérique (disque dur, DVD...).

Système numérique : la notion de système numérique, dans le contexte de l'arrêté, s'applique exclusivement aux modules de stockage. Ainsi un système composé de caméras analogiques, mais avec un module de stockage numérique, sera considéré comme un système numérique de vidéosurveillance.

Système analogique : la notion de système analogique, dans le contexte de l'arrêté, s'applique exclusivement aux modules de stockage. Sur une installation de vidéosurveillance, si le module de stockage est analogique, alors le système de vidéosurveillance sera donc considéré comme analogique. On étendra cette catégorie aux systèmes de vidéosurveillance de moins de huit caméras équipés de modules de stockage numérique, mais dont les fonctionnalités se limitent à celles d'un module de stockage analogique.

Visage : on entendra par dimensions du visage les distances entre le bas du menton et le haut des cheveux ou du crâne et entre les deux oreilles. Selon les exigences présentes dans l'arrêté, les dimensions d'un visage sur une caméra de format inférieur au 4 CIF, fonctionnant en plan étroit, devront donc être d'au moins 60 pixels pour la distance entre les deux oreilles et 90 pixels pour la distance entre le bas du menton et le haut des cheveux ou du crâne.

Watermarking/filigranage : technique permettant d'ajouter des informations destinées à sécuriser une image, une vidéo ou tout autre type de documents numériques, en les intégrant dans le fichier sans le modifier ni le détériorer

Wi-Fi : technologie de réseau informatique sans fil fonctionnant sur une courte distance (d'une dizaine à une centaine de mètres dans des conditions usuelles d'utilisation).

Wi-Max : famille de norme pour les réseaux informatiques sans fil utilisant des technologies hertziennes.

Zoom (optique) : objectif sur lequel la distance focale est modifiable en continu. Une caméra équipée d'un zoom permet de restreindre ou d'augmenter le champ (optique) visible sur la vidéo enregistrée sans modifier la résolution de la vidéo.

La terminologie contient des termes issus de l'électronique, de l'informatique, de l'optique, etc. Cette liste non exhaustive présente une bonne partie de ceux employés dans ce domaine.

■ Terminologie liée à la vidéosurveillance

Adresse : une caméra motorisée de type AutoDome est associée à une adresse numérique permettant d'entrer en relation avec les organes de gestion (clavier, *joystick*, etc.).

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) : transmission de données rapide utilisant le support filaire des lignes téléphoniques. La bande passante est beaucoup plus importante dans un sens que dans l'autre.

Actions sur alarme : actions du dôme quand les entrées d'alarme du dôme changent d'états normaux à états anormaux. Le dôme peut exécuter une série de programmes tels que cibles, mouvements, ou n'avoir aucune action programmée pour chacune des entrées du dôme sollicitée. Le dôme peut aussi communiquer des états d'alarme à l'unité de contrôle ou à la matrice.

Adaptateur C/CS : bague permettant l'utilisation d'objectifs à monture CS sur des caméras à monture C. L'écartement de 5 mm est corrigé par l'optique incluse dans la bague.

AES (*Automatic Electronic Shutter*) : permet l'ouverture ou la fermeture de l'obturateur pour laisser entrer plus ou moins de lumière sur le capteur et éviter l'effet de flou sur les objets en mouvement (voiture sur autoroute). Les caméras dotées de cette fonction s'utilisent généralement avec un objectif manuel.

ALC (*Automatic Light Control*) : dispositif électronique et optique permettant de maintenir constant le signal de sortie lorsque la lumière varie dans de grande proportion.

Analogique : la plupart des phénomènes physiques peuvent être représentés par un signal analogique, ils suivent une loi continue et variable en fonction du temps. Le contraire du signal analogique est le signal numérique.

Angle de vue : scène observée par une combinaison caméra/objectif particulière.

Arrêt vidéo : fonction permettant de maintenir l'image en cours à l'écran tout en basculant vers une cible ou un mouvement. Cette fonction empêche l'affichage du mouvement de dôme et des réglages d'objectif lors de la recherche de la position

de cible ou de mouvement. Une fois la cible ou le mouvement prêt à être affiché, l'image bascule sans à-coup vers la nouvelle scène.

Autodôme : caméra motorisée entièrement intégrée permettant les fonctions PTZ (Pan, Tilt, Zoom signifiant panoramique, azimutage et tirage optique) logée dans un caisson de protection en forme de dôme et assurant une couverture de la scène sur 360°.

Autofocus : l'objectif s'adapte continuellement, de manière automatique, sur la mise au point idéale pour la restitution de l'image la plus nette possible.

Auto-iris : l'ouverture de diaphragme de l'objectif s'adapte automatiquement pour permettre l'éclairage correct du capteur de la caméra.

Bande passante : gamme de fréquence autorisée par un dispositif électronique.

Balance des blancs : ajustement de la nuance de couleur (rouge et bleu) dans une caméra de sorte que le blanc naturel apparaisse blanc à l'image. Il est normalement compensé par le contrôle automatique du gain. Dans certaines conditions de lumière, il est possible d'avoir besoin de mettre au point manuellement les réglages des couleurs primaires RVB pour une visualisation optimale. Quand le réglage automatique du blanc est activé, la caméra mesure l'image et automatiquement adapte les réglages du rouge et du bleu pour équilibrer le blanc. Quand le réglage automatique du blanc est désactivé, la caméra utilise des valeurs programmées pour les réglages des couleurs primaires afin d'équilibrer le blanc.

BNC (*Bayonet Neil Concelman*) : connecteur vidéo pour la liaison des câbles coaxiaux des caméras et des écrans.

CAG : contrôle automatique de gain, circuit électronique maintenant les signaux à un niveau constant. Très utile pour des caméras avec de faibles niveaux de signaux. Plus la valeur est élevée, plus le CAG est efficace. Valeurs typiques 12-20 dB, c'est-à-dire un gain d'à peu près un facteur de 4 à 10.

CCD (*Charge Coupled Device*, dispositif à couplage de charge) : ce capteur d'images transforme l'énergie lumineuse en énergie électrique, constituant une mosaïque mesurée en fraction de pouce. Les capteurs CCD existent en format 2/3", 1/2", 1/3", 1/4", 1/6". Il en existe deux sortes : à transfert de trames et à transfert d'interlignes.

CCIR : Comité consultatif international des radiocommunications, norme européenne pour la TV (625 lignes – 50 trames).

CCTV (*Closed Circuit Television*) : terme générique désignant les installations de vidéosurveillances

Cibles : scènes vidéo programmées, basées sur les réglages spécifiques du pan, du tilt, du zoom (PTZ) et du focus. On peut programmer jusqu'à 96 cibles pour un dôme. Pour des dômes dans un réseau Manchester, un maximum de 64 cibles peut être programmé.

CIF (*Common Image Format*) : format d'image numérique d'une résolution de 352 pixels de large sur 288 pixels de haut. Autres formats : QCIF = 176 × 144 ; 4CIF = 704 × 576.

CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés) : autorité administrative indépendante ayant pour mission essentielle de protéger la vie privée et

les libertés individuelles ou publiques. Elle est chargée de veiller au respect de la loi Informatique et libertés.

CODEC : abréviation de « codeur décodeur ».

Compensation de contre-jour (BLC) : cette fonction compense électroniquement les forts niveaux de luminosité en arrière-plan pour donner des détails qui seraient normalement occultés sur les premiers plans (qui fait souvent apparaître l'objet de l'image dans l'ombre).

Cycle patrouille : permet d'obtenir des cycles prédéfinis de contrôle de zones préalablement enregistrées.

dB : rapport logarithmique entre deux signaux.

Définition (voir Résolution) : la définition d'une caméra analogique s'exprime en lignes TV, tandis que pour un système numérique l'image est représentée par sa définition en pixels.

Diaphonie : interférence se produisant entre les signaux de voies de transmission contiguës.

DC ou **video drive** : commande directe ou *direct drive*, objectif équipé d'un iris automatique demandant une tension continue de référence à la caméra plutôt que la référence vidéo traditionnelle.

DSP (*Digital Signal Processing*) : traitement de l'image par des composants électroniques spécifiques du traitement du signal, permet de convertir le signal analogique du capteur en signal numérique par le biais d'un convertisseur interne analogique/numérique.

DSTN (*Dual Scan Twisted Neumatic*) : écran LCD de technologie à matrice passive à double balayage.

DVR (*Digital Video Recorder*) : l'enregistreur numérique est conçu pour recevoir les images des caméras analogiques ; ces images sont compressées avant d'être enregistrées sur un voire plusieurs disques durs.

Entrée alarme : point de connexion sur le dôme qui permet d'agir *via* des dispositifs extérieurs qui fournissent des informations sur la condition des composants du système qui relie les entrées du dôme. Les dispositifs typiques d'entrée incluent les contacts de portes, les détecteurs de mouvement et les détecteurs de fumée.

Flip : le flip permet au dôme de faire pivoter à 180° quand la caméra s'incline au maximum vers le bas puis remonte à l'opposé. Lorsque le dôme fait un flip (pivoté), la caméra se déplace vers le haut aussi longtemps que la commande tilt est en position basse. Une fois la commande relâchée, la commande tilt retourne au mode de fonctionnement normal. La caractéristique flip est utile quand il faut suivre quelqu'un en train de marcher directement sous le dôme et continuer de l'autre côté.

Focus : processus consistant à réaliser une mise au point pour obtenir une vue nette d'une scène ou d'un objet.

Full D1 : résolution d'image 720 × 576 pour le PAL et 720 × 480 pour le NTSC.

GPRS (*General Packet Radio Service*) : norme utilisée dans la téléphonie mobile. C'est une dérivée du GSM permettant un débit supérieur de données.

Jour/nuit : caractéristique d'une caméra fonctionnant en couleur dans des conditions d'éclairage suffisant et basculant en noir et blanc en cas de faible luminosité, permettant ainsi à la caméra de fonctionner de jour comme de nuit.

Informations et libellés : les informations se relient à l'affichage du nom du dôme, du secteur vers lequel le dôme est en train de pointer, au nom de la cible ou du mouvement qui sont en cours ou aux noms d'alarme. L'affichage de chaque type de nom peut être activé ou désactivé. Quand l'affichage de la caméra ou des noms de secteur est activé, les informations apparaissent sur l'écran continuellement. Les noms de cible, de mouvement et d'alarme apparaissent seulement pendant qu'ils sont actifs.

IRE (Institute of Radio Engineers) : l'échelle IRE consiste à représenter le signal vidéo crête à crête par 140 unités dont 100 représentent les variations du signal et 40 les tops de synchronisation.

Luminance : taux de lumière contenu dans une couleur. Plus une couleur est claire plus le taux de luminance est élevé et inversement.

Luminosité : la luminosité globale s'exprime en lumens. Le lux est l'unité de mesure de la luminosité.

Longueur focale : distance en millimètres entre le centre optique d'un objectif et le plan optique. Plus cette distance est faible (focale courte) plus le champ de vision est large ; à l'inverse une longue focale va donner un champ de vision faible.

Masquage dynamique : possibilité d'occulter certaines zones de l'image afin de préserver les bonnes mœurs (vie privée, réglementation en vigueur, etc.).

Matrice : commutateur permettant d'orienter les entrées vidéo des caméras vers des sorties vidéo alimentant des écrans et des enregistreurs numériques.

Mode IR (infrarouge) : fonction de la caméra permettant d'effectuer une commutation manuelle ou automatique entre une exploitation en couleur ou mode IR (noir et blanc). Lorsque le mode IR est actif, il est possible d'obtenir des images plus claires dans des conditions de faible luminosité.

Monture C : type de monture de caméra dont la distance entre la monture de la lentille et le capteur est de 17,5 mm

Monture CS : type de monture de caméra dont la distance entre la monture de la lentille et le capteur est de 12,5 mm. Un objectif de monture CS peut être utilisé avec une monture de type C en ajoutant un espace de 5 mm.

Multiplexeur : équipement permettant la transmission simultanée de plusieurs signaux entrants sur une seule voie de sortie de manière à pouvoir les transmettre ou les enregistrer en même temps.

Niveau du noir : niveau correspondant approximativement à 0,3 V, ce niveau permet de rendre invisible le retour du spot.

Objectif asphérique : une lentille asphérique permet de mieux concentrer la lumière donnant de ce fait une image plus précise.

OCR (*Optical Character Recognition*) : reconnaissance optique de caractères. Ce procédé est utilisé pour lire des caractères sur les images prises par les caméras, procédé également utilisé pour scanner un document.

Ouverture (diaphragme) : mesure la capacité de capture de la lumière. L'ouverture relative est le rapport entre la distance focale et l'ouverture effective, mesurée en nombre F.

Panoramique : mouvement de la caméra dans la direction horizontale.

Pixel : élément qui est le point le plus petit définissant une image. En vidéo numérique, une image est composée de milliers de pixels dont chacun est caractérisé par ses coordonnées (x, y) .

Préposition : combinaison présélectionnée et enregistrée de positions de type PTZ.

RAID (*Redundant Array of Independant Drives*) : association de plusieurs disques durs ayant pour vocation d'optimiser la fiabilité des disques durs et de pouvoir augmenter la capacité de sauvegarde.

Résolution : capacité d'une caméra à distinguer les détails, souvent mesurée en lignes. Plus la résolution est élevée, plus les détails sont précis. La résolution moyenne normale pour une caméra monochrome est de 380 lignes tandis que celle d'une couleur est de 330 lignes. En revanche pour la haute résolution, les caméras monochromes sont à 560 lignes et les couleurs à 470 lignes.

RS422/485 : protocole de communication bidirectionnelle à quatre fils utilisé par certains constructeurs pour le pilotage des dômes motorisés.

RS232 : liaison série permettant la communication entre périphériques (souris, modem, etc.).

RNIS (Réseau numérique à intégration de services) : liaison d'accès téléphonique à plusieurs canaux numériques : canaux B (64 kbit/s) et canaux D (16 kbit/s).

RTC (Réseau téléphonique commuté) : réseau de téléphone où chaque abonné est relié à un central téléphonique par une liaison filaire.

Système Quadra vision : équipement permettant de visualiser quatre caméras simultanément sur un moniteur, avec la possibilité d'obtenir en plein écran la vue de chaque caméra.

Sensibilité : capacité d'obtenir une image utile dans un environnement de faible lumière. Les caméras monochromes ont une sensibilité plus élevée que les modèles couleur. Elles sont également sensibles au rayonnement infrarouge de diverses sources lumineuses. L'unité de mesure (lux) diminue à mesure que la sensibilité augmente.

Signal vidéo composite : signal comprenant les informations vidéo et de synchronisation.

Signal crête à crête : valeur du signal donnée par l'amplitude prise en le point le plus haut et le point le plus bas.

Signaux de synchronisation lignes et trames : les signaux vidéo contiennent l'image, ainsi que les signaux de synchronisation pour les débuts de ligne et de trame. La synchronisation horizontale déclenche une nouvelle ligne, la synchronisation verticale le début d'une nouvelle trame.

Synchro ligne : elle permet de synchroniser la vidéo avec le 50 Hz de l'alimentation secteur. Quand la synchro ligne est activée, elle empêche la vidéo verticale de rouler de haut en bas alors qu'on passe de plusieurs caméras à un seul moniteur.

Téléométrie : fonction permettant de commander à distance la vision panoramique, ajustement vertical de bas en haut et le zoom.

TFT (*Thin Film Transistor*) : terme caractérisant un écran plat LCD où chaque pixel est contrôlé par un ou plusieurs circuits électroniques. Écrans souvent appelés à *matrice active*.

Tilt : mouvement permettant à la caméra de s'incliner dans la direction verticale (appelé parfois *azimut*).

UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) : technologie GSM de 3^e génération permettant des débits supérieurs au débit de base GSM.

WIMAX : standard de transmission sans fil permettant un débit de plusieurs dizaines de Mbits.

Zones masquées : zones masquées de la zone de visualisation du dôme de la caméra. Ces masques empêchent les utilisateurs du système de surveillance de visualiser ces zones désignées. Chaque zone a quatre côtés et les zones peuvent se superposer pour former des figures irrégulières. Les zones masquées se déplacent par rapport à la position pan/tilt du dôme. De plus, la taille apparente des zones masquées s'ajuste automatiquement avec les zooms avant et arrière de l'objectif. Vous pouvez définir jusqu'à huit zones masquées par dôme de caméra

Zoom : modification de la distance focale effective pour permettre le remplissage de la zone d'image par différents champs de vision. Le zoom peut être optique, avec objectif réglable, ou numérique avec agrandissement électronique des pixels de l'image.

4:2:2 : signifie que la chrominance est sous-échantillonnée horizontalement par un facteur 2 relatif à la luminance.

$$720 \times 576 \times 25 \times 8 + 360 \times 576 \times 25 \times (8 + 8) = 166 \text{ Mbit/s.}$$

4:2:0 : signifie que la chrominance est sous-échantillonnée horizontalement et verticalement par un facteur 2 relatif à la luminance.

$$720 \times 576 \times 25 \times 8 + 360 \times 288 \times 25 \times (8 + 8) = 124 \text{ Mbit/s.}$$

■ Terminologie liée à la vidéosurveillance numérique

Adressage IP : l'adressage est un concept fondamental des réseaux IP. L'adresse IP permet d'identifier chaque dispositif (ordinateur, caméra, réseau, serveur, etc.) sur le réseau. L'adresse IP est composée d'une série de chiffres séparés par quatre points (par exemple 101.98.126.8). Elle est unique et assignée par l'administrateur du réseau.

Bande passante : fait référence à la quantité d'informations numériques pouvant être envoyées par le biais d'une connexion réseau en un temps donné. Elle s'exprime généralement en bits ou octets par seconde, ou en hertz pour les appareils analogiques.

Bit (*binary digit*) : élément d'information pouvant prendre les valeurs numériques 0 ou 1.

Bus : support de transmission permettant la liaison des différents composants d'un équipement électronique.

Byte (octet) : l'association de 8 bits forme un octet. 1 024 octets donne un kilo-octet (1 Ko).

Caméra IP : caméra vidéo possédant une adresse IP intégrée lui permettant d'accepter des signaux de commande et de communiquer avec d'autres ordinateurs sur le même réseau IP.

Client : ordinateur ou autre appareil d'un environnement en réseau recevant des données et des services par une communication avec un serveur.

Compression : l'objectif de la compression est de réduire la quantité des données (débit) du signal vidéo à un niveau compatible avec les capacités de transmission d'un réseau donné. Il existe plusieurs méthodes de compression. Les normes les plus utilisées sont JPEG, MJPEG-2, MPEG 4, ondelettes (*wavelet*) et H323.

Ethernet : technologie de réseau local d'entreprise (LAN) permettant la transmission de paquets de données entre des ordinateurs et d'autres appareils. Cette transmission s'effectue généralement *via* une connexion câblée, par opposition à la technologie WLAN qui est sans fil.

FAI : fournisseurs d'accès à Internet.

Hub : équipement informatique dit concentrateur recevant les données par une entrée et les transmettant simultanément après amplification vers plusieurs sorties.

IP (*Internet Protocol*) : ensemble de spécifications régulant l'échange de paquets de données entre des ordinateurs et autres appareils *via* Internet et d'autres réseaux. Protocole utilisé par les passerelles pour connecter des réseaux sur la couche réseau (L3) et les couches supérieures du modèle OSI ; route les messages sur les réseaux.

LAN (*Local Area Network* ou réseau local d'entreprise) : groupe d'ordinateurs ou d'appareils interconnectés et composés généralement d'un serveur central et de plusieurs postes connectés, normalement dans une zone limitée telle qu'un bureau ou un groupe d'immeubles, par opposition aux WAN (*Wide Area Networks* ou réseaux étendus) qui connectent géographiquement des ordinateurs dispersés *via* des liaisons téléphoniques, micro-ondes ou autres.

Ligne ADSL en IP fixe : ligne ADSL pour laquelle le fournisseur d'accès alloue une adresse IP au client.

Modem ADSL : équipement informatique permettant la conversion des données entre un ordinateur et le réseau Internet sur des lignes ADSL.

Modem-routeur ADSL : équipement informatique qui assure les fonctions de modem et de routeur.

NVR (*Network Video Recorder*) : l'enregistreur numérique est conçu pour recevoir les images numérisées et ayant été compressées avant transmission.

Paquet : unité standardisée de données utilisée dans les communications réseaux. Les réseaux IP, y compris Internet, utilisent des paquets, ce qui permet un acheminement flexible des données entre les serveurs, ordinateurs et autres appareils tels que des caméras IP.

Protocole : format couramment reconnu définissant la transmission de données sur des réseaux entre des ordinateurs ou autres appareils.

PTZ (*Pan/Tilt/Zoom*) : cette fonction décrit le mouvement d'une tête de caméra vidéo, souvent télécommandée. La fonction Pan (panoramique) correspond à un mouvement de gauche à droite, tilt (inclinaison), à un mouvement de haut en bas, tandis que le zoom est une modification du champ de la caméra d'un angle large à un angle plus rapproché.

Réseau : groupe d'au moins deux ou plusieurs ordinateurs ou systèmes d'ordinateurs reliés. Il existe de nombreux types de réseau dont le LAN et le WAN.

Routeur : système informatique qui stocke et retransmet des paquets de données à l'aide d'adresses réseau, entre des réseaux LAN ou WAN.

Serveur : ordinateur sur réseau fournissant des services à l'attention d'autres appareils connectés sur le réseau. Un serveur de stockage est un appareil dédié au stockage centralisé des fichiers, et notamment des séquences vidéo enregistrées dans le cas des systèmes de surveillance vidéo sur réseau.

VLAN (ou LAN virtuel) : réseau virtuel d'ordinateurs se comportant comme s'ils étaient connectés au même câble bien qu'ils puissent être physiquement situés sur différents segments d'un LAN. La configuration des VLAN s'effectue par le biais d'un logiciel plutôt que par du matériel informatique, ce qui les rend extrêmement flexibles.

VPN (*Virtual Private Network* ou réseau privé virtuel) : réseau utilisant le cryptage ou autres mesures de sécurité pour s'assurer que les données sont uniquement accessibles aux utilisateurs autorisés, même si la transmission s'effectue *via* l'Internet public.

WAN (*Wide Area Network* ou réseau étendu) : groupe d'ordinateurs ou autres appareils reliés composés généralement d'un serveur central et de plusieurs postes connectés et couvrant une zone large par une connexion *via* des liaisons téléphoniques, micro-ondes ou autres.

Wi-Fi : terme couramment utilisé pour désigner les technologies WLAN de transmission sans fils.

WLAN (*Wireless Area Network* ou réseau local sans fil) : réseau local d'entreprise (LAN) connectant des ordinateurs et autres appareils par le biais de liaisons sans fil.

10 Base-T : standard Ethernet 10 Mbit/s, utilise du câble à paires torsadées et des connecteurs RJ-45.

10 Base-FL : partie du standard 10 Base-F qui définit une liaison fibre optique entre un concentrateur et une station, Ethernet sur fibre optique.

100 Base-T : version haut débit d'Ethernet (IEEE 802-3), également appelée Fast Ethernet, qui permet des transmissions à 100 Mbit/s.

1 000 Base-T : version haut débit d'Ethernet (IEEE 802-3), souvent appelé Gigabit Ethernet permettant des transmissions à 1 000 Mbit/s (1 Gbit/s). Ce standard sert généralement aux connexions de dorsale Ethernet.

Numériques

625 lignes 35, 39
802.11 139

A

adressage IP 161
ADSL 178
algorithme de compression 21
aliasing 22
angle de vue 82
ANPR 179
ATM 172
atténuation du signal 132, 141

B

bande passante 41, 64, 134, 142, 167
base PC 115
bit 19
blanking 37
BLC 111
Bluetooth 163
BNC 137
broadcast 163

C

câble coaxial 51, 58, 135
CAG 69, 83, 84
cahier des charges 109
caisson de protection 101, 115
caméra
 analogique 51
 CCD 51
 CMOS 53
 couleur fixe 110
 discrète 53
 dôme motorisée 56, 112
 infrarouge 51
 IP 53, 165, 169
 linéaire 55
 matricielle 55
 mini-dôme 111
 motorisée sur rail 58

 numérique 53
 torelle motorisée 62
capteur CCD (*Charge Coupled Device*) 15, 51, 54, 74, 76
 à interligne de transfert 56
 à transfert de trame 55
carte *rackable* 166
CCIR 33
CCTV (*Closed Circuit Television*) 2
champ de vision 68
chrominance 28
cible 86, 183
CIF (*Common Intermediate Format*) 21, 29, 36
codage des images 17, 19
 RVB 41
 YCbCr 43
 YIQ 43
 YUV 42
code biphase 153
commutateur 143
commutation jour/nuit 112
compression vidéo 22
 avec perte 23, 25
 sans perte 23, 25
connexion T1 162
console 153
contraste 47
correction gamma 48
courbe photopique 8
cristaux liquides 48

D

DCT (*Discrete Cosine Transformation*) 21
décibel 133
détection de mouvement 178, 182
diaphragme 79
distorsion du signal 132
dot pitch 47
dpi (*dot per inch*) 22
driver de télémétrie 59
DSP (*Digital Signal Processing*) 18, 111
DSTN (*Dual Scan Twisted Neumatic*) 49
duplex 148
DVR (*Digital Video Recorder*) 96
dynamique 68

E

échantillonnage 19
éclairage
 horizontal 16
 vertical 16
éclairage lumineux 12
écran
 cathodique 47
 LCD 48
 plasma 50
ELC (*Electronic Light Control*) 86
enregistreur
 numérique 93
 base PC 97
 embarqué 100
 NVR 166
entrée *looping* 192
ergonomie 104
Ethernet 157, 162

F

fibre optique 58, 135, 140
 monomode 141
 multimode 141
filtre 118
firewall 160
flip 112
flux lumineux 12, 16
F-number 72, 79, 81
 focale 70, 72
fonction PTZ 57
format d'image 35
 4:1:1 44
 4:2:0 44
 4:2:2 44
 4:4:4 43

G

genlock 86
GPRS 178
GSM 175

H

H.263 29
H.264 28
H.320/H.261 28
hub 167

I

IEEE 802.11b 163
image
 entrelacée 39
 fractale 30
 progressive 40
imprimante vidéo 104
incrustation vidéo 119, 152
indice
 de protection 102
 de réflexion 15
 de réfraction 10
 de transparence 16
 IP 102
infrarouge 9, 14
intensité lumineuse 12
IP (*Internet Protocol*) 160, 163
IRE 38
iris 81
ISM 139
IVS (*Intelligent Video Sensor*) 178

J

joystick 119
JPEG 23, 24

K

KX6 134, 135
KX6A 136
KX8 134, 135

L

LAN 157
lecture de plaques minéralogiques 179
lentille 79
levée de doute vidéo 86, 175, 176
liaison sans fil 138
ligne ADSL 169
loi des éloignements 13
longueur
 d'onde 8, 10
 focale 76, 78
lumière
 artificielle 13
 naturelle 13
 réfléchie 15
luminance 10, 13, 14, 28
luminophore 47
luminosité 47

M

magnétoscope 89
Manchester 112, 153, 155
masquage dynamique 87
matrice 60, 150, 187
 active 49
 passive 49
Midspan 171
M-JPEG 25
mode quadra 143
MPEG (Motion Picture Experts Group) 23, 26
MPEG-1 26
MPEG-2 26
MPEG-4 27
MPEG-4 AVC 28
multicast 163
multiplexeur 96, 145
multivision 146

N

niveau d'éclairage 15
NTSC 20, 33, 34, 42

O

objectif 69
 normal 73
 vari focal 71, 72, 112
obturateur électronique 85
OCCTV (*Open Closed Circuit Television*) 2, 3
OCR (*Optical Character Recognition*) 179
octet 20
ondelette 29
OSI 158
ouverture 79
 du diaphragme 15

P

paire torsadée 58, 138
PAL 33, 34, 42
PAL/SECAM 20
pas de masque 47
PDA 178
PDP (*Plasma Display Panel*) 50
peer to peer 163
persistance rétinienne 33
phase lock 86
PIP (*Picture in Picture*) 96
pixel 24
pixellisation 22

plage de fonctionnement 68
plan graphique 186
PoE (*Power over Ethernet*) 171
poids des bits 20
prédiction d'une image 27
préposition 86, 112
profondeur de champ 79, 80
projecteur 103

Q

QCIF 29
quad 93, 143
quadravision 143
QVGA 35

R

RAID 98
rapport signal/bruit 40, 84, 91
redondance
 spatiale 23, 25
 statistique 25
 subjective 25
 temporelle 23
réflectivité 14
réflectomètre 142
réflexion 67
résolution d'écran 39, 46, 47
 horizontale 35, 64
 verticale 64
RG59BU 136
RNIS 162, 178
ronde 112
routeur 167
RS232 155
RS422 58, 112, 155
RS485 58, 112, 153, 155
RTC 162, 175, 178

S

SECAM 33, 42
sensibilité 65
serveur vidéo 103
shutter 85
signal vidéo 37, 40
 composite 38
 PAL 37
 utile 66
simplex 146
SNMP 172

spectre
de la lumière et des ondes 12
lumineux 8
spot 152
standalone 96, 115
standard
C 70
CCIR 601 20
CS 70
EIA 33
YIQ 24
stockage de trame 91
supervision 181
surface de réflexion 14
SVHS 91
switch 167
synthèse
additive 9
soustractive 9
système de sécurité intégré 184, 188

T

taille
d'écran 50
du capteur 73
télésurveillance 176
température de couleur 10
TFT (*Thin Film Transistor*) 49
time lapse 90, 93
tourelle-zoom 153
track ball 59
transmission du signal 131
transmittance 72

TRC 45
triplex 149

U

ultraviolet 9
UMTS 178
unicast 163
UTP (*Unshielded Twisted Pair*) 138

V

VGA 19, 35, 46
VHS 21, 91
video sensor 178
vision 7

W

WAN 158
wavelets 29
Wi-Fi 139, 163
WIMAX IEEE 802.16 140

X

xDSL 162
XK100 137

Y

YUV 4:2:2 21

Z

zoom 73

Lacène Beddiaf

VIDÉOSURVEILLANCE

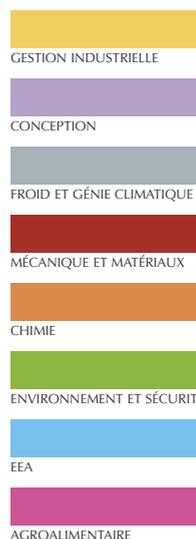
Principes et technologies

La vidéosurveillance est au croisement de différentes disciplines et fait appel à de nombreuses techniques dont il est nécessaire d'avoir une connaissance globale.

Indispensable à toute personne impliquée dans la conception ou la mise en œuvre d'un système de vidéosurveillance (responsables sécurité des entreprises et des collectivités locales, bureaux d'études et cabinets d'architectes, ingénieurs et techniciens en électronique, distributeurs d'équipements), cet ouvrage dresse un large panorama des aspects technologiques et pratiques de la vidéosurveillance et des connaissances nécessaires à leur compréhension :

- **Rappel des principes physiques et techniques** : lumière et éclairage, signal vidéo numérique, compression des images vidéo.
- **Environnement matériel** : moniteurs, caméras et objectifs, enregistreurs, accessoires.
- **Conception et architecture d'un système de vidéosurveillance** : cahier des charges, transmission du signal vidéo et des données, commutation vidéo, réseaux.

Des **exemples de systèmes de sécurité intégrés et d'installations**, ainsi qu'un point précis sur la **réglementation** en vigueur, concluent cet ouvrage utile à tous les professionnels de terrain.



LACÈNE BEDDIAF

est ingénieur d'affaires chez ADT France, société qui conçoit des systèmes électroniques de sécurité adaptés aux besoins des utilisateurs (vidéosurveillance, détection incendie, intrusion, contrôle d'accès, télésurveillance, protection électronique d'articles), en Europe et dans le monde.



L'USINENOUVELLE