



OBSERVATOIRE ECONOMIQUE DE L'ACHAT PUBLIC

***Guide de l'acheteur public pour les marchés publics
d'équipements des systèmes audiovisuels
et de vidéocommunication***

**Approuvé par la décision n° 2007-17 du 4 mai 2007
du Comité exécutif de l'OEAP**

2007

Groupe d'étude des marchés Ameublement et équipement des bureaux
et établissements d'enseignement (GEM/AB)

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

**Guide de l'acheteur public
pour les marchés d'équipements de systèmes audiovisuels
et de vidéocommunication**

Introduction	5
I. Généralités	7
I.1. La définition du besoin par l'acheteur public	9
I.2. De l'intérêt de réserver à l'audiovisuel un lot spécifique dans les marchés de travaux	11
I.3. Les procédures recommandées pour la passation des marchés	13
I.4. Notions physiques de base	15
II. Exemples de problèmes donnant matière à réflexion	29
II.1. Electroacoustique et sonorisation	31
II.1.1. Systèmes de conférence	31
II.1.2. Visioconférence	33
II.1.3. Systèmes de sonorisation (standard et de sécurité)	35
II.2. Systèmes de vidéocommunication	41
II.3. Information sur les télévisions numériques	43
III. Structure des Systèmes	51
III.1. Systèmes de sonorisation	53
III.2. Systèmes de vidéosurveillance	58
III.3. Vidéo projection	65
III.4. Vidéocommunication	71
IV. Techniques des Systèmes	77
IV.1. Caractéristiques et choix techniques	79
IV.1.1. Matériels audio	79
- microphones	
- amplis et préamplis	
- mixage	
- systèmes graphiques et égaliseurs	
- casques et haut-parleurs	
- sources analogiques et numériques	
IV.1.2. Matériels de vidéosurveillance	88
- caméras	
- moniteurs	
- enregistreurs	
- vidéosurveillance sur IP	
IV.2. Normalisation	91
IV.3. Cahier des Clauses Techniques Particulières : CCTP	93
Annexes	
Annexe 1 : La formation du personnel	97
Annexe 2 : Les organismes professionnels	103
Annexe 3 : Renseignements sur le GEM/AB	104
Annexe 4 : Remerciements	105

INTRODUCTION

Quis, quid, ubi, quibus auxiliis, cur, quomodo, quando .

Quintilien. “De institutione oratoria.”

L’acheteur auquel est destiné ce guide s’entend au sens le plus général du terme, qu’il s’agisse de l’acquéreur d’un matériel, du prescripteur de son installation, ou du maître d’ouvrage donnant mission au maître d’œuvre ou à l’architecte.

Dans chaque cas, il s’agit de répondre à la satisfaction d’un besoin. Or, un problème a toujours un énoncé, mais trouve seulement parfois une solution, dont l’existence et la qualité sont précisément conditionnées par la précision de l’énoncé et son adéquation au besoin à satisfaire.

Le premier conseil de ce guide est donc de veiller scrupuleusement à la définition de ce besoin et à la fidélité de sa traduction en termes de contraintes précises et chiffrées lors de la rédaction des cahiers des charges.

Autant d’évidences déjà formulées un millénaire plus tôt : “Qui, quoi, où, avec l’aide de qui, pourquoi, de quelle façon, quand ?” Puissent les “acheteurs” d’aujourd’hui se rappeler le “guide” que sut ainsi leur légua Quintilien en précieux et pérenne héritage.

Rédigé à l’intention d’acheteurs non spécialistes d’électronique audiovisuelle, ce guide ne se veut ni aide-mémoire technique, ni encore moins manuel de formation des personnels d’exploitation des matériels et systèmes audiovisuels.

Il n’a d’autre but qu’aider les acheteurs à se faire une idée claire, concrète et précise des besoins audiovisuels qu’ils ont mission de satisfaire et, de ce fait, à guider leurs choix et optimiser la formulation de leurs appels d’offres.

Pourquoi, pour qui et pour quoi ce guide ?

Le domaine « audio-vidéocommunication-surveillance » fait appel à des techniques complexes : acoustique, électroacoustique, électronique de visualisation, informatique... Ces techniques sont bien maîtrisées. Des matériels¹ performants existent, conçus pour s’intégrer à des systèmes, efficaces et fiables, aptes à satisfaire aux divers besoins et différents cas de figure. Pourtant...

Trop nombreux sont les lieux publics (salles de réunions, salles de cours, amphithéâtres, salles de restaurant, cantines, etc.) dont le conditionnement acoustique interne et/ou l’équipement électroacoustique d’appoint condamnent l’usager au seuil de compréhension ou au contraire au seuil de douleur.

Trop nombreuses sont les installations de visualisation qui obligent leurs utilisateurs à jouer le singe ou le dindon de la fable de Florian, trop nombreux sont les suréquipements inutiles et de rendement dérisoire en matière de visualisation des locaux ; trop nombreuses, enfin, sont les installations de vidéocommunication, de vidéosurveillance et de vidéosécurité assurant mal leur rôle.

Telles sont les raisons de publication de ce *Guide de l’acheteur*.

Le premier devoir de l’acheteur est de se soucier d’assortir les moyens à l’objectif : ne chasser ni le lièvre à l’obusier de campagne, ni le buffle au lance-pierre. Cela nécessite de sa part une connaissance aussi exacte que possible du problème posé : en audio comme en vidéo, cela peut - sinon doit - justifier l’avis d’un expert du domaine concerné.

L’acheteur doit éviter de “mettre la charrue avant les bœufs”. En aménagement acoustique des locaux, par exemple, le maître d’ouvrage devrait d’abord consulter sur projet l’acousticien et intégrer ses avis aux contraintes imposées au maître d’œuvre, à l’architecte et au décorateur ; on économiserait ainsi beaucoup de temps, de soucis et d’argent.

¹ - Dans ce guide de l’acheteur, le vocable “matériel” concerne un appareil particulier, utilisé isolément ou partie constitutive d’un ensemble de matériels ou d’une installation ; le terme “système” est réservé à un ensemble cohérent de “matériels” généralement différents raccordés entre eux ; le mot “installation” désigne enfin la mise en place d’un système et, selon le cas, son environnement géométrique, électrique, thermique, informatique etc.

Un microphone est un matériel, une chaîne d’amplification est un système et la sonorisation d’un local est une installation.

En tout état de cause, l'ensemble "acoustique, électroacoustique, vidéocommunication, visualisation, télésurveillance" constitue un domaine très spécifique, nettement différencié notamment de celui des courants forts. Aussi, il est souhaitable lors de la rédaction du règlement de la consultation, de réserver à cet ensemble un lot séparé.

Enfin, tout domaine technique ayant son jargon, l'acheteur doit avoir une connaissance claire de quelques notions, grandeurs et unités fondamentales d'acoustique et de photométrie. Il doit notamment savoir ce qu'est un *décibel* et connaître la raison pour laquelle c'est une unité de mesure relative ou absolue selon qu'il s'agit d'isolation phonique ou de niveau d'intensité d'un son. Il doit également savoir ce que signifient pour un local les expressions *temps de réverbération*, *indice RASTI* et *homogénéité du champ acoustique* et, selon l'utilisation prévue du local, connaître les marges dans lesquelles ces grandeurs doivent se situer. De même, il doit pouvoir quantifier les éléments de l'ambiance lumineuse, en utilisant à bon escient les unités fondamentales, *lux et lumen*.

A cette fin, ce guide comporte des définitions exposant aussi simplement que possible le minimum de notions indispensables à la bonne compréhension de la documentation des fournisseurs et à la rédaction précise des exigences dans les cahiers des clauses techniques particulières intégré au cahier des charges.

Les pièges de l'achat ou les erreurs à éviter

Le rôle de l'acheteur est de satisfaire à un besoin par l'acquisition et/ou l'installation de matériels et de systèmes, c'est bien évident, mais les moyens à mettre en œuvre à cette fin le sont moins : la route de l'acheteur est, en effet, semée de chausse-trapes.

Le premier piège résulte de l'éventuelle insuffisance de la formulation du besoin réel à satisfaire, l'acheteur n'ayant pas suffisamment connaissance du besoin lui-même, ou de l'extension à un stade ultérieur des services à rendre, ou du degré d'adaptabilité de l'installation à l'éventuelle évolution des matériels constitutifs du système en cause.

La rédaction de l'appel d'offres et du cahier des charges ne doit pas faire référence, à titre d'exemple, à un matériel ou un système de marque disponible sur le marché : outre qu'elle soit constitutive d'un choix prédéterminé, cette méthode occulte l'analyse technique.

En admettant que l'acheteur ait déjoué ces deux premières embûches, on ne peut que lui recommander de ne jamais oublier que le choix d'un appareil, d'un fournisseur ou d'un installateur, tout comme le choix d'une offre, se fait plus aisément entre possibilités ou propositions comparables répondant à l'ensemble des différents points énoncés dans l'expression précise du besoin : niveaux de performances exprimés en conformité avec les normes en vigueur, facilité d'utilisation et de maintenance, fiabilité, extensibilité à de nouvelles améliorations techniques ou à des modifications d'utilisation et surtout adéquation des propositions à la nature et aux conditions matérielles du service attendu.

Ses caractéristiques techniques intrinsèques sont insuffisantes, en effet, pour discerner la meilleure offre : elle doit s'apprécier en fonction, d'une part de l'usage qu'on entend faire des matériels et des systèmes, d'autre part du contour de leur utilisation, notamment de la géométrie et des caractéristiques acoustiques et d'éclairage des locaux en cause.

Par exemple, il est vain d'installer du matériel de sonorisation onéreux aux performances apparemment éblouissantes si l'acoustique naturelle du local est exécrationnelle : mieux vaut dans un tel cas arbitrer la dépense entre un conditionnement raisonnable de l'acoustique interne et l'acquisition de systèmes électroniques plus modestes.

Les matériels, systèmes ou installations doivent être adaptés au personnel normalement appelé à les faire fonctionner. Cela ne signifie pas qu'il faille donner la préférence aux solutions les plus simples - encore moins aux plus simplistes. Cela veut dire qu'un appel d'offres doit être précis, minutieux même, concernant la formation par le fournisseur - initiale et permanente - du personnel utilisateur.

Un souci du même ordre s'impose à l'acheteur en matière de fiabilité. Un cahier des charges doit préciser, les conditions de réception (notamment les niveaux de performance exigés à la livraison et les méthodes de mesure de contrôle), les modalités de garantie et d'assurances et les conditions de maintenance à l'échéance de la garantie contractuelle.

Que les acheteurs veillent donc à rédiger un C.C.T.P. adapté à leurs exigences et ils risqueront moins d'acquiescer des équipements mal adaptés aux besoins à satisfaire et aux capacités techniques des personnels appelés à les exploiter.

PREMIERE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE I. 1

LA DÉFINITION DU BESOIN PAR L'ACHETEUR PUBLIC

Il est utile d'effectuer deux rappels préliminaires qui concernent la nécessité d'une exacte définition du besoin, préalable à la passation des marchés publics.

Aux termes de l'article 5-I du Code des marchés publics : « La nature et l'étendue des besoins à satisfaire sont déterminées avec précision avant tout appel à la concurrence ou toute négociation non précédée d'un appel à la concurrence en prenant en compte des objectifs de développement durable.. Le ou les marchés ou accords-cadres conclus par le pouvoir adjudicateur ont pour objet exclusif de répondre à ces besoins. »

L'objet et l'estimation financière du marché permettent de choisir une procédure de passation. Il doit donc être procédé à une estimation de la valeur totale des fournitures ou des services qui peuvent être considérés comme homogènes soit en raison de leurs caractéristiques propres, soit parce qu'ils constituent une unité fonctionnelle.

En ce qui concerne les travaux, est prise en compte la valeur globale des travaux se rapportant à une opération portant sur un ou plusieurs ouvrages, ainsi que la valeur des fournitures et services nécessaires à leur réalisation.

La définition du besoin de l'acheteur public au regard de la nature du document et de la qualité exigée

Exigences de qualité en matière de produits

La démarche de l'acheteur public doit répondre à un impératif de cohérence. Il faut d'abord, se poser la question de savoir s'il existe un impératif de l'acheteur nécessitant de fixer des exigences particulières (complexité, mise en réseau, sécurité...). Ensuite, l'acheteur détermine si nécessaire, en liaison avec des spécialistes indépendants, le niveau d'exigence de qualité en fonction de la nature du produit. Cette démarche ne doit pas être confiée aux entreprises soumissionnaires. Elle est de la responsabilité de l'acheteur et doit être préalable.

C'est pourquoi, il est indispensable de définir les contraintes exigées en vue de l'obtention de la qualité. Il apparaît possible de classer les matériels électroacoustiques et de vidéocommunication en quatre groupes selon les exigences de la qualité souhaitée. Celles-ci sont adaptées au degré de technicité ou de complexité du produit. Il appartient à l'acheteur de déterminer dans le règlement de la consultation le groupe auquel appartient les matériels électroacoustiques et de vidéocommunication :

- dans le groupe 4 les matériels électroacoustiques et de vidéocommunication simples, ou de grande diffusion, qui ne nécessitent pas de la part de l'acheteur de spécification techniques particulières (Exemple : TV, magnétoscope, moniteurs vidéo...) ;
- dans les groupes 3, 2 et 1 les matériels électroacoustiques et de vidéocommunication qui nécessite de la part de l'acheteur la détermination d'exigences particulières ;
(La différenciation entre ces trois groupes s'effectue suivant la nature et l'étendue des caractéristiques techniques et des contrôles à opérer au cours des phases d'élaboration et lors de la réception des matériels) ;
- dans le groupe 3 les matériels électroacoustiques et de vidéocommunication dont la conformité aux exigences ne peut être établie qu'après un examen effectué uniquement sur le produit fini ;

- dans le groupe 2 les matériels électroacoustiques et de vidéocommunication dont la conformité aux exigences ne peut être établie qu'après connexion avec les éléments constituant le système tout au long du processus d'élaboration et après un examen final ;
- dans le groupe 1 les matériels électroacoustiques et de vidéocommunication de haute qualité et très spécifiques, dont les exigences sont formulées en termes de caractéristiques fonctionnelles, par exemple des correcteurs graphiques ou paramétriques.

Le fournisseur ne peut assurer la conformité aux exigences qu'à la condition d'appliquer les règles d'assurance de la qualité en vérifiant les caractéristiques techniques et en surveillant les différentes phases de réalisation (câblage et acoustique).

Les caractéristiques techniques des produits utilisés et des contrôles réalisés par le fournisseur doivent faire l'objet d'un document prouvant la conformité aux exigences spécifiées (certificat, procès-verbal...).

La surveillance de l'acheteur est effectuée suivant les dispositions prévues au cahier des charges, notamment dans le document de suivi du plan d'assurance qualité et le contrôle des caractéristiques d'exploitation.

A défaut d'indication de l'acheteur, les fournitures sont classées en groupe 4.

En fonction du groupe auquel appartiennent les matériels électroacoustiques et de vidéocommunication, l'acheteur peut indiquer dans les documents de la consultation si les entreprises ont à justifier d'une organisation de la qualité basée sur un système qualité respectant la norme ISO 9001.

Assurance qualité intégrée dans la définition du besoin

Concernant la phase initiale de la procédure (examen des candidatures), si la qualité du produit ou du service à acquérir et notamment des critères de complexité, sûreté, fiabilité, coût global l'exigent, l'acheteur public peut, dans l'avis d'appel public à la concurrence ou dans le règlement de la consultation, demander que les entreprises qui se portent candidates, soient en mesure de justifier qu'elles ont une organisation basée sur un système qualité s'inspirant des exigences de la norme ISO 9001 (ou équivalent), la norme ainsi citée devant être en adéquation avec le niveau de la qualité du produit, mais cette exigence doit demeurer exceptionnelle.

Deux moyens peuvent être utilisés pour justifier du niveau requis d'assurance qualité :

- présenter un certificat attribué par un organisme certificateur ;
- justifier de l'existence d'un manuel qualité et de procédures qui peuvent être éventuellement vérifiés par l'acheteur ou son représentant.

A ce stade, il n'est donc pas envisageable d'imposer aux candidats d'être en possession d'une certification de système qualité, exigence qui remettrait en cause le principe d'égalité d'accès des entreprises à la commande publique.

Dans la phase d'examen des offres, l'analyse menée à partir de l'ensemble des critères cités dans le règlement de la consultation permet, normalement, d'identifier objectivement l'une d'entre elles comme étant la meilleure ; le fait que l'entreprise correspondante soit ou non certifiée n'intervient pas dans cette décision.

Définir les documents justifiant le respect des exigences spécifiées :

L'acheteur ne doit pas oublier de préciser dans l'appel d'offres la nature du document justifiant l'adéquation des produits aux exigences spécifiées (procès-verbal de recette du matériel, du système et de l'exploitation).

Les critères de choix :

Enfin, il faut établir un lien entre la démarche qualité et le coût du produit. Le prix doit intégrer le coût global en tenant compte des exigences particulières éventuellement formulées (délais, zéro défaut, garantie, après-vente).

CHAPITRE I. 2.

DE L'INTÉRÊT DE RÉSERVER À L'AUDIOVISUEL UN LOT SPÉCIFIQUE DANS LES MARCHÉS DE TRAVAUX

Par souci de simplicité, un maître d'ouvrage a spontanément tendance à ne vouloir qu'un interlocuteur unique pour tout ensemble de type « Bâtiment et équipements techniques divers », c'est-à-dire un maître d'œuvre ayant compétence générale pour mener à bonne fin la réalisation l'ensemble des travaux.

Dans certains cas, un lot peut regrouper des éléments disparates : par exemple, le même lot réunit les courants faibles (éclairage), l'ensemble du câblage (courants forts et faibles, câbles de transmission de signaux, etc.) et la fourniture d'équipement électronique audiovisuel dans l'acception que ce guide de l'acheteur donne à l'expression. Et, parfois, l'attributaire de ce lot va le répartir entre plusieurs sous-traitants.

Dans un domaine spécifique comme « l'audio/sonorisation, la vidéosurveillance, la vidéocommunication et la vidéoprojection », cette méthode de parcellisation peut engendrer des difficultés: incidents de réalisation et de fonctionnement, surcoûts, insatisfaction des usagers et dilution des responsabilités au long d'une cascade de sous-traitants et/ou d'intervenants.

Dans certains cas, le maître d'ouvrage :

- ne dispose pas, dans ce domaine particulier, de personnel compétent pour étudier les projets, décider de la meilleure solution et en contrôler la bonne mise en oeuvre;
- n'a pas au sein de son service les compétences permettant de maîtriser sans assistance la responsabilité de l'acquisition de systèmes relevant de marchés de fournitures et du CCAG correspondant ou de réaliser des travaux entrant dans le champ de la loi MOP et relevant du CCAG Travaux s'il s'agit de disciplines étrangères à l'activité normale de l'organisme dont il ressort;
- ne peut s'assurer de la responsabilité de ces systèmes.

De même, un maître d'œuvre peut être confronté aux difficultés suivantes :

- si le maître d'œuvre ne possède pas lui-même la compétence spécifique, il peut être conduit à confier à des prestataires de services la conception et l'étude des systèmes à mettre en place, ainsi que l'élaboration de la partie correspondante (CCTP); cette sous-traitance de prestations intellectuelles peut engendrer une augmentation des coûts;
- enfin, chaque entreprise facturant les travaux effectués en cascade à des fournisseurs par des sociétés exécutant des sous-ensembles fonctionnels, la sous-traitance à plusieurs niveaux successifs a des conséquences financières.

En se limitant toujours au seul objet du présent guide, il est possible de conseiller une alternative au regroupement en un même lot technique de travaux, d'un ensemble de type « courants forts et faibles, équipements électriques, câblages et audiovisuel électronique ».

Une telle méthode peut, en effet, comporter des inconvénients:

- surcoût dû à une multiplication mal maîtrisée des fournisseurs d'ensembles fonctionnels;
- difficultés techniques concernant notamment les câblages, étant donné les risques d'induction et d'interférences entre conducteurs voisins.

La même mise en garde s'impose encore plus nettement pour un lot de travaux unique regroupant simultanément les équipements - notamment électriques et électroniques - et le bâtiment qui nécessitent des compétences techniques très différentes.

Il est rappelé que les études de conception doivent être confiées à titre onéreux au maître d'œuvre et non aux entreprises (qui acceptent parfois de les effectuer à titre gratuit pour le titulaire du lot, mais qui sont susceptibles de proposer des solutions dont elles sont souvent seules à pouvoir les réaliser... mais à quel prix !).

Il revient, d'abord, au maître d'ouvrage de faire établir par son personnel, ou par un consultant compétent, indépendant de tout fournisseur éventuel, une analyse technique préalable du problème à résoudre.

Ce travail doit être conçu pour:

- faire un état des lieux avant installation; préciser notamment l'acoustique naturelle des locaux à sonoriser, l'éclairage des emplacements prévus pour utilisation de matériels de prises de vues et de vidéoprojection, ainsi que la nature et l'état des câblages préexistants ;

- définir et quantifier les besoins à satisfaire: préciser sans ambiguïté les plages de performance à atteindre, afin de parer au risque de sous et suréquipement; définir les différentes solutions possibles à cette fin;
- proposer un allotissement technique pertinent;
- apprécier la capacité du personnel local à la bonne utilisation de l'installation souhaitée, afin de décrire, le cas échéant, avec précision un lot complémentaire de formation de ce personnel dans le cahier des charges.

Ensuite, lorsque le fractionnement est susceptible de présenter des avantages techniques ou financiers, l'acheteur public peut répartir les prestations en lots pouvant donner lieu chacun à un marché distinct selon les modalités fixées par le règlement de la consultation. Le lot de fourniture d'équipements mobiliers après réalisation des travaux, sera intitulé « les équipements audiovisuels (ou de vidéocommunication) et leur exploitation ».

Toutefois, si les prestations audiovisuelles ou de vidéocommunication ne présentent pas de spécificités particulières et n'entraînent pas de caractéristiques techniques particulières de système, le maître d'ouvrage peut se dispenser de créer un lot spécifique de fournitures dissocié des marchés de travaux. Cependant, il est rappelé à l'acheteur public que la mise en liaison de matériels courants peut constituer un système qui nécessite une attention particulière.

Une fois ce document-programme établi, le maître d'ouvrage peut l'annexer au marché comme pièce contractuelle : le maître d'œuvre est tenu de respecter la teneur des documents de l'appel d'offres, et notamment le cahier des charges et le cahier des clauses techniques particulières du lot : « les équipements audiovisuels (ou de vidéocommunication) et leur exploitation ».

En procédant ainsi, le maître d'ouvrage augmentera la probabilité:

- de se voir livrer une installation répondant exactement à ses besoins, bien adaptée à ses locaux et à leur conditionnement technique préexistant;
- de bénéficier simultanément du moindre coût et du meilleur rapport performances/prix;
- de ne pas être confronté à des difficultés d'exploitation du système par son personnel, puisque celui-ci aura été convenablement formé à son utilisation;
- pourra identifier les responsabilités en cas d'incident d'exploitation et faire le cas échéant application des clauses de garanties contractuelles.

CHAPITRE I. 3

LES PROCÉDURES RECOMMANDÉES POUR LA PASSATION DES MARCHES

I.3.1 – Procédures possibles

I. 3. 1. A – Principes

- Si le montant estimé du marché est supérieur ou égal à 210 000 euros HT pour les collectivités et à 135 000 euros H.T. pour l'Etat en marchés de services et fournitures (5 270 000 euros H.T. en travaux) : passation d'un appel d'offres ouvert ou restreint (voir Code des marchés publics).
- Si le montant estimé du marché est inférieur à 210 000 euros HT pour les collectivités et à 135 000 euros H.T. pour l'Etat en marchés de services et fournitures (210 000 euros H.T. en travaux) : passation d'un marché en procédure adaptée (voir code des marchés publics et procédures internes propres à chaque entité publique).
- Pour les marchés de travaux compris entre 210 000 euros HT et 5 270 000 euros HT, ils sont passés selon la procédure de l'appel d'offres, du marché négocié avec publicité et mise en concurrence, ou du dialogue compétitif.

I. 3. 1. B – Procédures particulières :

- marché négocié ;
- dialogue compétitif ;
- marché de conception – réalisation.

(voir les conditions du code des marchés publics).

I.3.2 – Forme du marché

I. 3. 2. A – Recours à un assistant à maîtrise d'ouvrage

Si le marché à lancer est complexe sur le plan technique, la personne publique peut avoir recours, préalablement au lancement de son marché audiovisuel, à un assistant à maîtrise d'ouvrage. Celui-ci peut être missionné afin d'analyser les besoins de l'administration, estimer le montant des achats à réaliser, rédiger le dossier de consultation des entreprises, aider l'administration lors de l'analyse des offres.

Il est à noter que le recours à un assistant à maîtrise d'ouvrage nécessite également le lancement d'un marché, qui prend la forme d'un marché d'étude, avec application possible du cahier des clauses administratives générales – prestations intellectuelles.

I. 3. 2. B – Allotissement

Des travaux, des fournitures ou des prestations de services peuvent donner lieu à un marché unique ou à un marché alloti. Dans le cas où plusieurs lots sont attribués à un même titulaire, il est possible de signer avec ce titulaire un seul marché regroupant tous ces lots.

Le pouvoir adjudicateur choisit entre ces deux modalités en fonction des avantages économiques, financiers ou techniques qu'elles procurent.

Les offres sont examinées lot par lot. Les candidats ne peuvent pas présenter des offres variables selon le nombre de lots susceptibles d'être obtenus.

Particularités à prévoir éventuellement lors de l'allotissement :

- **lot « audiovisuel » dans les marchés de travaux :**

Sur ce sujet particulier, le lecteur trouvera des développements au chapitre 2 de cette première partie.

- **lot « formation de personnel » dans les marchés audiovisuels :**

En cas de mise en place d'un système d'une complexité particulière, il peut être utile d'insérer dans les cahiers de charges un lot « formation, par le constructeur, du personnel d'exploitation » afin que le personnel d'exploitation puisse utiliser les différentes possibilités des matériels dont il a la charge, par exemple, de richesse d'adaptabilité d'une table de mixage dans les différents cas de figure d'utilisation d'une installation de sonorisation.

Dans le cas où le fournisseur ne dispose pas de personnel de formation, l'acheteur public peut recourir à un organisme spécialisé délivrant une formation pratique d'exploitant à temps partiel durant les heures de travail (par exemple), au rythme hebdomadaire d'une demi-journée. Les frais correspondants sont, bien entendu, imputables sur la ligne de crédit de formation spécifique dont disposent les collectivités locales publiques.

A défaut de recourir à des organismes spécialisés, une solution peut être recherchée auprès des centres techniques professionnels, ou des sociétés de location de matériel audiovisuel, dont les cadres et les agents de maîtrise sont, par nécessité, rompus aux difficultés d'exploitation pratique.

I.3.3/ Outils pratiques

Pour toutes questions sur les modalités de passation des marchés, les acheteurs publics peuvent se référer aux sites internet du Ministère de l'économie des finances et de l'industrie :

- le portail internet du ministère (rubrique « espace des marchés publics ») à l'adresse suivante :

http://www.minefi.gouv.fr/directions_services/daj/guide/gpem/table.html

- le portail MINEFI Collectivités territoriales à l'adresse suivante :

http://www.colloc.minefi.gouv.fr/colo_struct_marc_publ/index.html

- les guides et recommandations des GPEM sur le portail des marchés publics :

<http://www.minefi.gouv.fr/daj/guide/gpem/table.html>

- le portail de la Commission des marchés publics de l'Etat à l'adresse suivante :

<http://www.minefi.gouv.fr/cmpe/index-d.htm>

Ces sites contiennent un grand nombre d'informations, en particulier sur les prix. Ils renvoient par des liens hypertextes à la réglementation existante. On y trouvera également :

- des réponses aux questions les plus fréquemment posées par les acheteurs ;
- la possibilité, pour les acheteurs, d'interroger directement par courrier électronique les services du ministère ;
- des guides sectoriels et thématiques (en particulier sur la dématérialisation de la commande publique), des rapports et études ;
- des fiches techniques sur le déroulement des procédures et des questions juridiques particulières ;
- les formulaires obligatoires ;
- des propositions de modèles non obligatoires pour les documents de passation des marchés.

CHAPITRE I. 4

NOTIONS PHYSIQUES DE BASE

1.4.1. Système de sonorisation : l'acoustique.

Importance de l'acoustique naturelle d'un local

Publics ou privés, la plupart des locaux sont acoustiquement mal adaptés à leur utilisation réelle, que celle-ci ait été voulue d'origine ou qu'elle ait résulté de nécessités ultérieures : bureaux, salles de réunions, salles de délibération, salles de cours, amphithéâtres, halls, restaurants, autant de lieux de communication - de convivialité, à la mode d'aujourd'hui - où paradoxalement l'acoustique est trop souvent à la limite de ses seuils extrêmes, seuil de compréhension et seuil de douleur.

Dans une salle de réunion, par exemple, il faudrait à tout le moins pouvoir entendre et être entendu pour de surcroît être à même de s'entendre... Trop rares sont les salles qui le permettent, même parmi les plus récentes, et les plus suréquipées d'installations de sonorisation sophistiquées.

Tout n'est pourtant affaire que de bon sens, car mieux vaut faire simple, même quand on peut faire compliqué. L'acoustique des locaux comporte trois secteurs : insonorisation, acoustique naturelle, sonorisation. Maîtres d'ouvrage, architectes et décorateurs maîtrisent bien l'isolement des bruits extérieurs, mais se soucient trop peu souvent des qualités et des défauts acoustiques propres du local, s'en remettant aveuglément à l'électroacoustique pour jeter le manteau de Noé sur cette insouciance.

Insouciance souvent coupable : sans bonne acoustique naturelle, un local n'a pas de salut. L'électroacoustique ne peut, en effet, que voler au secours de la victoire, c'est-à-dire – à la limite - faire passer de l'excellence à la perfection. Certes l'acoustique naturelle d'un local est une notion complexe, mais régie par deux principes simples : plus le son réfléchi par les parois interfère inconsiderement avec le son original, moins bonne est l'audition. Par conséquent, plus les matériaux revêtant les parois du local sont intelligemment absorbants - c'est-à-dire prédéterminés en fonction des fréquences en cause et de l'homogénéité souhaitée des différents niveaux - meilleure sera l'audition.

Le premier principe pourrait incomber à l'architecte dans la conception des volumes et de leur géométrie et le second au décorateur dans le choix et la répartition des matériaux. Malheureusement, trop souvent, le conditionnement de l'acoustique interne des locaux n'est pas leur souci dominant. Conséquence de simple bon sens : avant construction ou aménagement, tout maître d'ouvrage aurait donc intérêt à consulter **d'abord** l'acousticien et à faire intégrer ses avis aux contraintes imposées à l'architecte et au décorateur ; il économiserait ainsi beaucoup de temps, d'argent et de soucis.

Tout va tellement mieux quand on s'entend bien.

Notions de base de physique acoustique

Caractéristiques acoustiques fondamentales.: hauteur, timbre et intensité sont des caractéristiques psycho-physiologiques de la perception du son.

La **hauteur** d'un son audible est la perception physiologique par l'observateur moyen de la *fréquence* de ce son transmise à son tympan.

Une fréquence s'exprime en *hertz* (symbole Hz, unité correspondant à une fréquence d'un cycle par seconde) et cette mesure est celle du nombre de cycles par seconde du mouvement périodique caractérisant une vibration se reproduisant identiquement à elle-même.

La hauteur du son perçu est dite "grave" entre 15 et 200 Hz, "medium" entre 200 et 2.000 Hz, "aiguë" au delà de 2.000 Hz, ces valeurs caractérisant d'ailleurs plutôt des zones que des frontières.

Un auditeur entendant la même note de musique jouée alternativement à la flûte et au violon ressent en fait une sensation complexe : subjectivement il a l'impression que les deux sons ont la même hauteur et pourtant ces deux sons ne lui paraissent pas identiques, lui procurant deux sensations de nature et d'ordre différents.

Inconsciemment, en effet, l'auditeur analyse les signaux sonores émis par les deux instruments et se trouve ainsi capable de les distinguer et même de les identifier.

Pour le psycho-physiologiste, ces deux instruments émettent un son fondamental de même hauteur mais avec des "**timbres**" différents.

Pour simuler et quantifier cette analyse subjective, ce spécialiste fait appel au physicien qui, lui-même, fait appel aux mathématiques pour établir une représentation conforme et quantifiable des différents sons et bruits, c'est-à-dire de leurs "spectres de fréquences". En général sans intérêt pour l'acheteur, ce sujet n'est évoqué ici que pour mémoire.

La troisième caractéristique d'un son est son **intensité**, expression ambiguë désignant simultanément l'intensité physiologique ressentie par l'auditeur et l'intensité physique de la vibration qui la provoque. Les acousticiens l'expriment en *décibels*, notés dB.

Le *Bel* est une unité d'usage, exclusivement scientifique, exprimant la valeur du logarithme décimal du rapport de deux grandeurs physiques. Son dixième, le décibel (noté dB) est entré aujourd'hui dans le langage courant² pour y caractériser l'unité de bruit... Les acousticiens lui ont conservé une acception, ou plus exactement des acceptions apparemment déroutantes pour le non-spécialiste, auquel sont destinées les précisions suivantes.

Selon la loi de Weber-Fechner, la sensation, notamment auditive, varie proportionnellement au logarithme de l'excitation et, comme la physiologie de l'oreille révèle que l'énergie d'une onde sonore au voisinage du tympan est proportionnelle au carré de l'amplitude de la pression qu'elle y exerce, le décibel s'impose parmi les unités de l'acoustique.

Il faut admettre comme postulat que les pressions acoustiques sur le tympan ou sur une paroi quelconque varient comme la racine carrée des puissances mécaniques correspondantes, c'est-à-dire de l'énergie des ondes sonores. Ce postulat implique que le décibel est le vingtième du logarithme décimal du rapport des pressions acoustiques, un décibel correspond ainsi à un rapport de 1,122 de deux pressions acoustiques, alors qu'il caractérise un rapport de 1,259 des puissances mécaniques correspondantes, du fait que ces deux nombres ont respectivement 0,05 et 0,1 pour logarithmes décimaux.

Enfin, sur un autre plan, dans le domaine de fréquences des sons audibles, c'est-à-dire celui situé entre le seuil des infrasons et celui des ultrasons, il existe pour chaque fréquence :

² - Raymond Queneau est allé jusqu'à oser écrire dans "Zazie dans le métro" : *les deux roues motorisées accrurent la décibelité (!) de leur vacarme.*

- un *seuil d'audibilité*, c'est à dire la valeur minimale de l'énergie sonore devant parvenir à l'oreille pour qu'il y ait perception d'un son ;
- un *seuil de douleur*, au delà duquel l'énergie sonore reçue risque de provoquer une détérioration de l'oreille interne.

Ces considérations préalables précisées, on est en droit de se demander comment le décibel, unité essentiellement relative par définition, est devenu, dans le langage courant des techniciens, unité de bruit en valeur absolue. La raison est la suivante : la physiologie de l'oreille révèle que :

- un déplacement du tympan de l'ordre de grandeur du milliardième de centimètre, soit à peu près la dimension d'une molécule d'hydrogène, est suffisant pour provoquer une sensation sonore ; au plan de l'énergie de l'onde sonore incidente, on se trouve alors dans la zone du milliardième de milliardième de watt par centimètre carré ; le seuil d'audibilité se situe donc physiquement extrêmement bas ;
- entre le seuil de douleur et le seuil d'audibilité le rapport des énergies des ondes incidentes est de l'ordre de dix millions de millions de fois, valeur absolument fantastique ;
- enfin, les fréquences audibles se situent au mieux sensiblement entre 40 Hz et 13.600 Hz, grandeurs dont le rapport est égal à la dixième puissance de 2 (à ce titre l'oreille est un instrument beaucoup plus perfectionné que l'œil dont l'intervalle des fréquences perceptibles n'est que de l'ordre de la première puissance de 2).

Ces observations des physiologistes ont conduit les physiciens à définir une échelle d'intensité physique des sons par la relation suivante : l'intensité d'un son, exprimée en décibels, est égale à dix fois le logarithme décimal du quotient de la valeur de l'énergie de l'onde incidente par la valeur de l'énergie correspondant au seuil d'audibilité, cette dernière étant fixée conventionnellement à mille milliardièmes de milliardièmes de watt par centimètre carré à la fréquence de 1.000 Hz, soit 10^{-12} W/m².

Si, au lieu de raisonner en énergie, on considère la pression acoustique au niveau du tympan, l'intensité d'un son, exprimée en décibels, est égale à 20 fois le logarithme décimal du quotient de la valeur de l'amplitude de pression de l'onde incidente sur le tympan par la valeur de l'amplitude de pression correspondant au seuil d'audibilité, valeur définie comme celle de la plus faible pression acoustique à laquelle soit sensible l'oreille de l'observateur moyen, soit vingt milliardièmes de pascal à la fréquence de 1.000 Hz ($2 \cdot 10^{-6}$ Pa), valeur correspondant au seuil d'intensité acoustique de 10^{-12} W/m².

Ces considérations justifient l'usage aujourd'hui courant du décibel pour indifféremment quantifier l'intensité d'un son (valeur absolue de son niveau) ou, par exemple, l'étanchéité acoustique d'un isolement (valeur relative, puisque valeur du rapport entre les deux niveaux d'intensité du son de part et d'autre de cet isolement).

On soulignera le côté volontairement simplificateur de l'exposé précédent. En fait cette définition purement physique d'une échelle des décibels n'est satisfaisante ni pour le physiologiste, ni pour l'acousticien car elle n'est conforme à la sensation physiologique que pour la fréquence 1.000 Hz.

En constatant que l'oreille affaiblit d'autant plus les sons qu'ils sont de faible (< 500 Hz) ou de forte (> 4.000 Hz) hauteur ou moins intense, les acousticiens ont été conduits à définir une autre intensité sonore, "**l'intensité physiologique**", dont le niveau s'exprime également en décibels dits "pondérés" et faisant l'objet de normes internationales différenciant :

- les faibles niveaux d'intensité sonore, exprimés en dB(A), norme utilisée notamment pour les réglementations concernant le bâtiment et l'automobile ;
- les intensités sonores moyennes, la cotation des niveaux se faisant en dB(B) ;
- les fortes intensités sonores, de niveaux exprimés en dB(C) ;
- les bruits d'aéronefs mesurés en dB(D).

I. 4. 1. A. Environnement acoustique : espace fermé

Le comportement de l'onde sonore est largement déterminé par l'environnement dans lequel elle se propage. Le local à sonoriser peut être un espace ouvert ou fermé, bruyant ou calme, humide ou sec, de formes et de volumes différents. L'environnement acoustique doit être connu avant la définition de tout système de sonorisation.

La salle est définie, dans ce contexte, comme étant le milieu dans lequel les ondes acoustiques produites par le haut-parleur se propagent pour atteindre l'oreille de l'auditeur. Lors de cette propagation, le son subit les effets de l'état de ce milieu, ce qui aboutit le plus souvent à une diminution de l'intelligibilité.

La salle est le maillon le plus aléatoire de la chaîne. Le choix des éléments de la chaîne électrique par le sonorisateur est libre. Il dépend du savoir faire disponible et du budget alloué. La salle est le plus souvent imposée. S'il est exact que des précautions sont souvent prises, lors de la conception et de la construction de la salle, pour réduire au minimum sa capacité de nuisance au signal qui s'y propage, il n'en demeure pas moins vrai qu'on est beaucoup plus fréquemment confronté à des salles difficiles à sonoriser, faute d'un traitement acoustique adéquat.

La **correction acoustique** d'une salle est une mission différente de celle qui consiste à la sonoriser, mais il est utile de rappeler qu'avant de sonoriser une salle, il faut connaître tous ses paramètres acoustiques, ceci, dans le but de prendre les précautions qui s'imposent avant toute action.

Les facteurs ayant une influence sur l'intelligibilité de la parole sont :

- le bruit ambiant existant dans la salle ;
- les paramètres architecturaux de la salle.

Le bruit ambiant existant dans la salle

Pour qu'il soit intelligible, un son doit être suffisamment supérieur au bruit ambiant, existant dans l'environnement où il est diffusé.

Le bruit ambiant d'un local peut être défini comme étant un son provenant de toute autre source que celle émettant le son qu'on souhaite faire parvenir à l'oreille de l'auditeur. Il est donc composé de plusieurs sons d'origine différentes tels que les bruits provenant de l'extérieur, le son d'un ventilateur, la sonnerie du téléphone, ou même la conversation entre un ou plusieurs auditeurs ainsi que du bruit généré par l'activité même.

Le niveau du bruit ambiant dans un local existant peut être mesuré, à un temps t , en utilisant un sonomètre. Un bruit est souvent aléatoire.

Les niveaux de bruit existant dans certains locaux sont répertoriés dans des tableaux, auxquels on peut se référer. Le bruit dû à une activité spécifique doit être évalué ou mesuré.

La valeur du rapport signal sur bruit a une influence primordiale sur l'intelligibilité.

Les paramètres acoustiques de la salle

Les paramètres acoustiques d'un local varient avec la fréquence :

La constante acoustique de la salle « R »

La constante acoustique de la salle « R » détermine la capacité de cette salle à absorber les ondes sonores ou plus précisément à diminuer les effets dus à la réflexion de ces ondes. Cette constante varie en fonction des fréquences.

La réverbération

Un temps de réverbération élevé nuit sensiblement à l'intelligibilité. Il augmente avec le volume, décroît lorsque les parois sont absorbantes, varie en fonction des fréquences.

Le temps de réverbération peut être calculé avant la construction du local ou mesuré lorsque ce dernier existe.

La constante R et le temps de réverbération T_r sont déterminés par l'architecture du local.

La forme de certaines parois agit directement sur la qualité acoustique d'un local.

Les surfaces concaves du type dômes ont des effets de focalisation, tandis que les surfaces, planes convexes ou concaves paraboliques réfléchissent le son vers d'autres directions. Il en résulte un renforcement de la réverbération directionnelle et des irrégularités dans la nappe sonore. Les murs non parallèles seront préférables.

Le temps de réverbération est directement proportionnel au volume mais dans une salle ayant un volume important, on peut tolérer un temps de réverbération plus élevé.

Pour compenser l'effet d'un grand volume, il faut que l'aire d'absorption soit importante, Les matériaux utilisés et leur coefficient d'absorption doivent être identifiés. Dans une salle réverbérante, les parois se trouvant en face de la source reçoivent en premier les ondes directes de cette source, leur capacité d'absorber ces ondes est déterminante. Il faut éviter de diriger la nappe sonore vers ces surfaces qui sont repérables en consultant la liste des coefficients d'absorption.

I. 4. 1. B. Environnement acoustique ouvert :

Caractéristiques de l'espace acoustique ouvert.

Les caractéristiques d'un espace ouvert sont les suivantes :

- la surface à couvrir ;
- la distance maximale pouvant exister entre les haut-parleurs et l'auditeur le plus éloigné ;
- les interférences éventuelles ;
- les surfaces réfléchissantes utiles (se trouvant derrière la source) ;
- les surfaces réfléchissantes et gênantes (produisant des échos) ;
- les surfaces absorbantes ;
- le niveau acoustique maximal exigé, (ex : pics du bruit ambiant) ;
- le niveau du bruit ambiant ;
- les conditions atmosphériques ;
- toute autre perturbation.

I 4. 1. C. Effet Larsen (ou microphonique) : comment s'en préserver ?

L'effet Larsen est un phénomène physique de rétroaction acoustique découvert par le physicien danois Søren Larsen. Cet effet se produit notamment lorsque l'utilisateur d'un microphone se place à proximité des enceintes d'un système de sonorisation. Le son émis par l'émetteur (micro) est capté par le récepteur (enceinte) qui le retransmet amplifié à l'émetteur. Cette boucle produit un signal auto ondulatoire qui augmente progressivement en fréquence et en intensité jusqu'à atteindre les limites du matériel utilisé, avec le risque de l'endommager. Ce phénomène est particulièrement fréquent dans tout système de sonorisation (conférence, concert, téléphone avec haut-parleur, prothèse auditive) et produit un sifflement très aigu. La fréquence du son résultant dépend des fréquences de résonance des composants électriques et électroniques du système audio, de la distance séparant émetteur et récepteur, des propriétés acoustiques du lieu d'écoute et du caractère directionnel du récepteur.

Les principes des différentes méthodes à mettre en œuvre pour parer à ce défaut sont simples.

La première, simpliste même, consiste à baisser le gain de l'amplificateur jusqu'à disparition du défaut. Elle n'est évidemment valable que dans la mesure où l'on entend encore la voix de l'orateur... ce qui nécessite de la part de ce dernier d'accepter de parler plus fort ou plus près du microphone... ce qui n'est pas nécessairement évident.

La seconde, réaliste, est la recherche par tâtonnement de la moins mauvaise position du microphone par rapport aux "pièges à son" du local.

Tout aussi réaliste, la troisième méthode met en œuvre un microphone très directionnel (de sensibilité réduite aux ondes arrières réfléchies), ou encore un microphone différentiel, plus sophistiqué, faisant appel à la notion d'opposition de phase.

Plus drastique est la quatrième méthode consistant à insérer dans la chaîne d'amplification un dispositif d'élimination ou de transposition automatique de toute fréquence déclenchant l'effet Larsen. (Cf. Chapitre 1 de la quatrième partie - "Les correcteurs paramétriques".)

I. 4. 2. La vidéo

Ni singe, ni dindon de la fable.

« Moi, disait un dindon, je vois bien quelque chose : mais je ne sais pour quelle cause, je ne distingue pas très bien.
(Florian. Fables II : "Le singe qui montre la lanterne magique"). »

En des temps où la vie ne se conçoit plus sans visualisation, mieux vaut éviter de jouer le singe de la fable de Florian, et faire preuve de discernement dans le choix et l'utilisation de nos modernes lanternes magiques.

Les recommandations en la matière s'apparentent à une enfilade d'évidences. Encore faut-il n'en oublier ni négliger aucune.

Avant tout et quelle que soit la technique adoptée, une bonne adéquation de l'éclairage d'ambiance à la géométrie des lieux et aux caractéristiques photométriques du dispositif de visualisation demeurera toujours un moyen efficace de tuer dans l'œuf les modernes dindons qui verraient bien quelque chose, mais qu'ils ne distingueraient pas très bien.

Quant au choix du type - vidéo ou informatique - et des modèles de matériels de visualisation des locaux et à la conception de leur installation, ils n'ont de sens que s'ils sont précédés et résultent d'une analyse précise des besoins à satisfaire et des moyens techniques préinstallés : objet des réunions envisagées, géométrie des lieux, nature des documents à visualiser le plus fréquemment, niveau de performance du réseau informatique interne éventuellement préexistant etc.

Concernant enfin le dispositif de visualisation adopté (moniteur, récepteur ou vidéoprojecteur), la nature doit en être évidemment décidée en fonction du nombre probable de participants aux réunions. Parallèlement le choix entre vidéo et informatique s'impose suivant la source du document (papier, calque, diapositive, analysés en vidéo ou scannés et mis en mémoire en ordinateur ; ou directement ordinateur.)

Les documents seront ainsi bien vus, bien lus, bien reçus. Reste évidemment à veiller à la teneur du message... "mais cela est une autre histoire".

"Autre histoire" qui concerne évidemment la signification intellectuelle du message à transmettre, mais aussi et d'abord la qualité de sa formulation visuelle : la plus performante installation de visualisation ne pourra jamais que retransmettre fidèlement les défauts éventuels du document initial. "Garbage in, garbage out", adage favori des premiers informaticiens et axiome imparable pour toute installation de visualisation.

Cette indispensable qualité visuelle du message à transmettre et, par là même, des éventuelles caméras contribuant à son élaboration étend l'objet du propos.

Une installation de visualisation peut, en effet, se concevoir à deux fins : permettre à celui qui sait, d'informer ceux qui veulent savoir ; ou, au contraire, permettre à celui qui veut savoir de découvrir, ce qu'on veut lui celer. Le

premier cas s'apparente, par exemple, à l'installation de visualisation de salles de conférences ; le second à leur vidéosurveillance et à leur vidéo-sécurité.

Dans l'un et l'autre cas l'essentiel demeure, en définitive, de bien assortir les moyens à l'objectif et de ne chasser ni le lièvre à l'obusier de campagne, ni le buffle au lance-pierres.

I . 4. 2. A. Questions d'écran : comment choisir un écran en fonction de son utilisation projetée?

Moniteur à écran cathodique ou écran de projection ? Écran blanc mat, ou perlé, ou aluminé ? Écran étanche ou perforé ? Et de quelles dimensions ?

Autant de questions auxquelles on ne peut répondre sans connaître la géométrie du local à équiper, l'ordre de grandeur, possible ou souhaité, des dimensions de l'image, sa nature (cinématographique ou vidéo), et le nombre probable d'observateurs.

Ces éléments de base connus, il est évident que, pour l'observateur d'un écran donné, le confort de vision dépend simultanément de la distance à laquelle il s'en trouve et de l'angle sous lequel il le voit.

Pourquoi "écran donné" ? Parce que chaque type d'écran a ses caractéristiques... et donc ses défauts propres. Parce que, par exemple, un écran cinéma (finement perforé pour permettre le passage du son des haut-parleurs arrière), utilisé en vidéo-projection, provoquera une perte d'image et une importante diffraction. Parce que les écrans sont plus ou moins directifs : un moniteur à tube cathodique permet jusqu'à 60° d'angle d'observation sans distorsions géométriques insupportables, alors qu'un écran de projection blanc mat ne dépasse guère 50° ; un écran concave, très directif, entraîne de fortes déformations des images, alors que l'usage des écrans plats aluminés ou perlés - et donc très directifs - se voit limité aux assistances restreintes.

En d'autres termes, le mode de projection interdit certains types d'écrans et le type d'écran adopté conditionne l'angle limite sous lequel l'observateur peut le regarder et donc l'ouverture angulaire, à partir de l'écran, de la zone du local "pouvant permettre" à l'observateur un confort de vision convenable.

"Pouvant permettre" à condition que l'observateur ne soit ni trop près, ni trop loin de l'écran. Entrent, en effet, également en jeu la nature de l'image et le pouvoir séparateur de l'œil.

La distance minimale limite à laquelle l'observateur doit se trouver de l'écran est différente selon qu'il s'agit d'une image cinématographique, d'une image cathodique ou d'une image informatique. En pratique, on admet souvent que le spectateur du premier rang doit, selon la nature de l'image, se trouver à une distance de l'écran au moins égale à quatre à six fois la hauteur de ce dernier.

Quant à la distance maximale d'observation, elle dépend bien entendu de la finesse de détail des images. La règle habituelle fixant cette distance maximale à treize fois la hauteur de l'image doit être appréciée avec précaution, notamment pour le visionnement d'images informatiques.

En définitive, la zone de vision confortable se trouve donc limitée par deux arcs de cercle concentriques de rayons définis par les distances minimale et maximale d'observation, dans un secteur angulaire limité par l'angle utile d'observation de l'écran, c'est-à-dire en fonction de sa directivité. Tout marché d'installation de visualisation impose donc, au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre, une connaissance élémentaire de la photométrie et de son jargon spécifique. Telle est la justification des pages suivantes.

Le choix d'un écran de projection est déterminant dans le cadre d'une installation de qualité fonctionnelle. Deux points sont à distinguer : la surface de projection et la "mécanique" dans laquelle il va s'intégrer :

• surface de projection.

- blanc mat multicellulaire : surface polyvalente permettant une restitution fidèle des images, composée de micro-cellules réfléchissantes assurant la diffusion de la lumière sous un angle élargi ;
- nacré : légèrement plus directive que le blanc mat multicellulaire pour une projection en semi-obscurité ou en lumière ambiante ;
- métallisé : surface très lumineuse pour projection 3D ;
- blanc mat multicellulaire transonore et microperf : surfaces dont les perforations (0,5 mm pour le Microperf à 1,2 mm pour le blanc mat multicellulaire transonore) laissent passer le son émis par les enceintes placées derrière l'écran ;

- translucide : pour des projections par l'arrière.

• **mécanique.** On distingue deux familles :

- **écrans enroulables.** Ils peuvent être accrochés au mur ou au plafond, motorisés ou manuels. Dans le cadre d'une prestation itinérante, on note l'existence de l'écran sur trépied qui permet de combiner la rapidité du mécanisme d'enroulement pour la mise en place ainsi que sa compacité pour faciliter les déplacements ;

- **écrans tendus.** Ce sont certainement les écrans dont la qualité est la plus irréprochable étant donné la tension périphérique de la surface de projection garantissant une parfaite planéité.

Différentes familles de cadres sont disponibles : les cadres en acier sur lesquels la surface de projection est tendue par l'intermédiaire d'un laçage à travers des œillets fixés sur son pourtour ; les cadres en aluminium d'un montage facile où la surface de projection vient se fixer sur le pourtour.

Les cadres acier sont préférés dans le cas d'installations définitives, le cadre aluminium étant plutôt destiné à des installations provisoires où la mise en place doit être rapide.

I. 4. 2. B. Photométrie et mesure de la qualité des images.

Photométrie

La **définition** de certaines unités de photométrie fait intervenir le **stéradian**, extension à l'espace du radian dans le plan : l'ouverture d'un angle plan peut s'exprimer en radians, un radian correspondant, dans un cercle, à l'angle au centre interceptant sur la circonférence un arc d'une longueur égale à son rayon ; de même, dans l'espace, un angle solide caractérise l'ouverture d'un cône, ouverture pouvant s'exprimer en stéradians, un stéradian étant l'ouverture d'un cône ayant son sommet au centre d'une sphère et découpant sur celle-ci une surface égale à celle d'un carré de côté égal au rayon de cette sphère.

L'**intensité lumineuse** dans une direction s'exprime en *candelas*, la candela équivalant à l'intensité lumineuse dans une direction donnée d'une ouverture perpendiculaire à cette direction, de surface d'un soixantième de centimètre carré et rayonnant comme le corps noir à la température de fusion du platine, et dont l'intensité énergétique dans cette direction est de 1/683 de watt par stéradian.

La **luminance** d'une source peut s'exprimer en *nits* ou *candelas par mètre carré*.

Cette appellation classique des physiciens prête à confusion depuis l'avènement de la télévision en couleur : les électroniciens de cette discipline désignent, en effet, couramment par luminance la partie noir et blanc du signal composite, par opposition à la chrominance, partie contenant les informations couleur.

Pour pallier cette difficulté, la technique de la vidéoprojection fait généralement appel au vocable *luminosité*, qu'elle définit comme la quantité de lumière réellement perçue par l'œil de l'observateur. Exprimée différemment selon qu'il s'agit d'un écran cathodique ou d'un écran de projection, cette notion est précisée plus loin sous l'intitulé "qualité des images".

Le **flux lumineux** s'exprime en *lumens*, le lumen étant le flux émis dans un stéradian par une source d'une intensité de 1 candela située au sommet de l'angle solide.

L'**éclairage** se mesure en *lux*, le lux étant l'éclairage d'une surface recevant perpendiculairement et de manière uniforme 1 lumen par mètre carré. Il convient donc de se rappeler l'égalité suivante :

$$1 \text{ lumen} = 1 \text{ lux} \times 1 \text{ m}^2$$

Qualité de restitution des images

Les facteurs essentiels de la qualité de restitution d'une image sont sa définition, son contraste et sa luminosité.

La **définition** est une grandeur permettant de quantifier la limite à partir de laquelle l'appareil de visualisation ne permet plus de différencier deux points voisins d'une image. Son mode d'expression varie selon le type d'appareil : en traits ou en points par mm ou par ligne, en lignes de balayage TV, en pixels, grandeurs définies au glossaire en fin de chapitre. Il va de soi que meilleure est la définition, meilleur sera pour l'observateur le rendu des détails.

Le **contraste** mesure le rapport des valeurs extrêmes de luminosité, du blanc au noir. Plus ce rapport est élevé, meilleure sera sur l'image restituée l'opposition entre le blanc éclatant et le noir profond.

La **luminosité** doit être uniforme sur toute la surface d'un écran.

Deux cas sont à distinguer, selon qu'on observe un écran cathodique, ou qu'on visionne un écran de projection.

Dans le premier cas, la luminosité/luminance s'exprime en *nits*. Il va de soi qu'en vidéocommunication l'éclairage du terminal de visualisation et son degré d'uniformité doivent constituer pour l'acheteur des critères de choix déterminants.

A cette fin, quelques années plus tôt, on faisait appel à une méthode de mesure, dite de "luminosité à 10%, 20%, 100% de blanc", qui avait l'inconvénient de ne concerner que la partie centrale de l'image. Abandonnée, la méthode survit néanmoins dans certains catalogues de fournisseurs, rendant difficile la comparaison des performances de leurs matériels et de celles des fabrications correspondantes, évaluées selon la norme ANSI 11.7215.

Régulièrement utilisée en informatique (étant donné le défaut d'uniformité de luminosité sur toute la surface d'un tube cathodique), cette norme implique la mesure de la luminosité en lux en neuf points déterminés de l'écran ; la moyenne de ces neuf mesures multipliée par la surface de l'écran définit en lumens l'éclairage de l'écran.

Seules les performances d'éclairage précisées évaluées selon la norme ANSI doivent être aujourd'hui prises en considération par l'acheteur.

Dans le second cas, celui faisant appel à un écran de projection, interviennent simultanément le flux lumineux émanant de l'appareil de projection (mesuré en lumens) et la luminosité de l'écran (mesurée en nits).

Entrent alors en cause la réflectivité de l'écran (qui ne doit absorber qu'un minimum de lumière), le rapport d'agrandissement de la projection (dont l'excès entraîne une perte de brillance de l'écran) et le flux lumineux délivré par l'appareil.

I. 4. 2. C. Glossaire de la vidéocommunication

ALGORITHME

Formulation mathématique complexe utilisée, par exemple, pour le codage, le décodage, ou la compression numérique d'images vidéo (notamment pour la télésurveillance en circuit fermé).

AMPLITUDE

Grandeur exprimée en volts, mesurant le niveau d'un signal vidéo.

ANGLE DE VUE

Expression en degrés de la largeur et la hauteur de la plus grande zone visible dans un objectif.

BALANCE AUTOMATIQUE

Système automatique de détection et de correction des erreurs d'équilibrage des amplitudes des trois couleurs fondamentales de l'image.

BRUIT

Signal parasite généré par un ensemble de composants électroniques et affectant l'image vidéo sous forme de grain ou de neige.

CCD

Le capteur CCD (dispositif à couplage de charge) est un composant permettant à la caméra de délivrer un signal électrique à partir de l'image optique que lui fournit l'objectif. Il comporte en moyenne plusieurs centaines de milliers de pixels.

CCTV

Système de télévision en circuit fermé comportant une ou plusieurs caméras, un dispositif de supervision et des périphériques, permettant la transmission et la gestion des images pour la surveillance d'une zone de sécurité définie.

CHAMP DE VISION

Dimensions rectangulaires de l'espace capté par l'objectif.

CHROMINANCE

En vidéocommunication, le signal comprend deux parties :

- la luminance, définie plus haut, comme l'expression noir et blanc de l'image couleur, donc de la luminosité de l'image ;
- la chrominance, contenant les informations couleur.

Dans un signal composite, luminance et chrominance sont transmises en multiplex sur le même câble, mais sur des porteuses de fréquences différentes.

CONTRASTE

Rapport des brillances entre les parties claires et foncées de l'image.

CONTRÔLE AUTOMATIQUE DE LUMIÈRE

L'ALC (Automatic Light Control) est une fonction permettant le contrôle de l'ouverture d'un objectif muni d'un diaphragme à iris automatique. Il peut être centré sur des valeurs maximales ou moyennes, et permet ainsi de tenir compte des parties les plus lumineuses ou de l'éclairage moyen de l'ensemble du champ de vision.

CORRECTION DE GAMMA

Dispositif intégré à la caméra, permettant de compenser le défaut de linéarité de contraste du tube écran du moniteur.

DIAPHONIE (en audio), DIAPHOTIE (en vidéo)

Défaut résultant d'interférences entre signaux dont les fréquences des porteuses sont très proches.

ÉCLAIREMENT MINIMUM D'UNE SCÈNE

Valeur spécifiée dans les fiches techniques des caméras, elle indique l'éclairage minimum nécessaire à l'obtention d'une image correcte sur l'écran du moniteur.

ENTRELACEMENT

Procédé combinant les trames paires et impaires d'analyse de l'image pour parer au défaut de scintillement.

FILTRE CHROMATIQUE

Placé devant le capteur CCD d'une caméra couleur, ce filtre différencie les trois couleurs fondamentales (Rouge, Vert, Bleu) de la synthèse additive, et permet ainsi leurs acheminements séparés vers les pixels spécifiques du capteur.

IMPÉDANCE

Caractéristiques d'entrée et de sortie, mesurées en ohms, de tous les matériels électriques constitutifs d'un système, notamment vidéo.

Pour obtenir un transfert de puissance maximum du signal, les matériels composant les systèmes de télévision en circuit fermé ont une impédance d'entrée et de sortie de 75 ohms.

IRIS

Élément de l'objectif permettant de régler la quantité de lumière atteignant le capteur de la caméra.

IRIS AUTOMATIQUE

Diaphragme intégré à un objectif, dont l'ouverture, actionnée par des moteurs miniatures, contrôle automatiquement, en fonction de l'amplitude du signal vidéo, la quantité de lumière reçue par le capteur de la caméra.

IRIS CCD (SHUTTER)

Dispositif équipant les caméras CCD et permettant au capteur de réguler lui-même l'amplitude du signal sans recours à un iris automatique. D'usage limité aux faibles variations de lumière, son emploi est déconseillé en plein air.

LED (LIGHT EMITTING DEVICE)

Diode électroluminescente, le LED produit, sous tension continue, un rayonnement allant jusqu'à l'infrarouge. On l'utilise notamment pour les liaisons par fibres optiques, dans les transmissions par infrarouge et comme source infrarouge pour prises de vues nocturnes par caméras noir et blanc.

MODULATION Elle désigne :

- soit l'opération par laquelle on fait varier l'amplitude, ou la fréquence, ou la phase d'un courant ou d'une oscillation pour transmettre un signal, par exemple une information vidéo,
- soit la superposition d'un tel signal à une onde ou à un courant porteurs de fréquence beaucoup plus élevée.

NTSC (NATIONAL TELEVISION SYSTEM COMMITTEE)

Norme de télévision couleur en vigueur aux USA et au Japon, caractérisée notamment par 525 lignes horizontales et 60 trames par seconde.

OUVERTURE RELATIVE DU DIAPHRAGME

Grandeur relative égale au rapport entre la distance focale et le diamètre utile du diaphragme de l'objectif, quantifiant l'aptitude de ce dernier à laisser passer la lumière.

PAL (PHASE ALTERNATING LINE)

L'une des deux normes européennes (l'autre étant le SECAM) de télévision couleur, caractérisée notamment (comme le SECAM) par 625 lignes horizontales et 50 trames par seconde.

PIXEL

Élément d'image, unité de base d'un capteur CCD, le pixel accumule la charge électrique en fonction de la quantité de lumière qu'il reçoit.

PROFONDEUR DE CHAMP

Distance entre les points - le plus rapproché et le plus éloigné - dans la zone de netteté de l'image fournie par l'objectif. Elle est fonction de la distance focale et de l'ouverture relative du diaphragme.

RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT

Mesuré en dB (décibels), il mesure le rapport entre la tension du signal et celle du bruit parasite provoqué par les circuits électroniques du système en cause.

RAYONNEMENT INFRAROUGE

Invisible à l'œil nu, rayonnement électromagnétique de longueur d'onde supérieure à 750 nanomètres.

RÉSOLUTION

Mesure de définition et de netteté d'une image vidéo, caractérisée par un nombre de lignes.

RÉSOLUTION HORIZONTALE

Nombre de lignes verticales affichables sur une image vidéo. Dépend évidemment du nombre de pixels du capteur de la caméra.

RÉSOLUTION VERTICALE

Nombre de lignes horizontales affichables sur une image vidéo. Dépend du système de télévision : 525 en NTSC, 625 en PAL ou en SECAM, etc.

SENSIBILITÉ D'UNE CAMÉRA

Niveau seuil de lumière, exprimé en lux, à partir duquel un capteur CCD fournit une image vidéo exploitable.

SIGNAL DE LUMINANCE

Cf. Chrominance

SIGNAL VIDÉO MOYEN

Niveau moyen de lumière de l'ensemble du champ, dont la valeur déclenche l'ouverture ou la fermeture de l'iris automatique de l'objectif de la caméra.

SYNCHRONISATION VIDÉO

Mise en concordance temporelle du fonctionnement des différentes caméras constitutives d'un système de vidéocommunication.

TEMPS DE CYCLE

Durée pendant laquelle un commutateur cyclique donne successivement accès d'affichage sur le moniteur aux signaux provenant des différentes caméras d'un système vidéo.

Les temps de cycle peuvent être fixes ou programmables.

TIRAGE OPTIQUE

Mécanisme de réglage fin de la netteté, agissant sur la distance entre l'objectif et le capteur de la caméra.

TRAME

Ensemble des lignes décrites sur un écran cathodique au cours d'un balayage vertical unique : 312,5 lignes en PAL et SECAM, 262,5 lignes en NTSC. Les trames paires et impaires sont combinées pour constituer une image complète échappant au défaut de scintillement (Cf. "Entrelacement").

VITESSE D'OBTURATION

Vitesse de lecture des charges d'un capteur CCD. Le réglage usine est de 1/50 de seconde pour les pays de normes PAL ou SECAM et de 1/60 pour ceux de norme NTSC.

Certaines caméras permettent de modifier considérablement cette vitesse au moyen d'un commutateur ou disposent de menus intégrés à l'appareil à cette fin.

DEUXIEME PARTIE

EXEMPLES DE PROBLÈMES DONNANT MATIÈRE À RÉFLEXION

CHAPITRE II. 1

ELECTROACOUSTIQUE ET SONORISATION

Il ne suffit pas à l'acheteur d'être persuadé de la spécificité de l'audiovisuel ni d'être informé des grandeurs, unités et jargons de l'acoustique et de la photométrie. Il doit, en plus et surtout, disposer d'une méthode d'approche, technique et précise, des situations auxquelles il risque de se trouver confronté.

Ce chapitre ne prétend pas lui délivrer une recette exhaustive à cet effet, mais plus simplement, lui suggérer, par l'exemple, une manière d'aborder les cas pratiques et lui donner ainsi matière à une réflexion plus générale, propre à lui faciliter l'approche concrète des autres problèmes audiovisuels de son ressort.

II. 1. 1. SYSTÈMES DE CONFÉRENCE



De quoi s'agit-il ?

Essentiellement de systèmes électroacoustiques d'équipement de salles de réunion permettant simultanément à chaque participant :

- d'entendre distinctement l'intégralité des débats, quelle que soit sa place dans la salle, et si cela est nécessaire d'écouter ces mêmes débats avec une traduction simultanée de la langue utilisée par l'orateur et dans certain cas de pouvoir exprimer un vote sécurisé à partir de sa place,
- d'intervenir, de sa place ou de tout autre emplacement, en parfaite intelligibilité pour l'ensemble des assistants.

Un système de conférence peut-être fixe, ou même intégré au mobilier, dans le cas de salles spécifiquement affectées aux réunions ; il peut être mobile pour des salles polyvalentes.

On compte notamment parmi les utilisateurs de salles polyvalentes les assemblées parlementaires et locales, conseil régional, général, salles de conseil et de commissions des différents organismes officiels et professionnels, les centres de congrès, les complexes hôteliers, les amphithéâtres, etc.

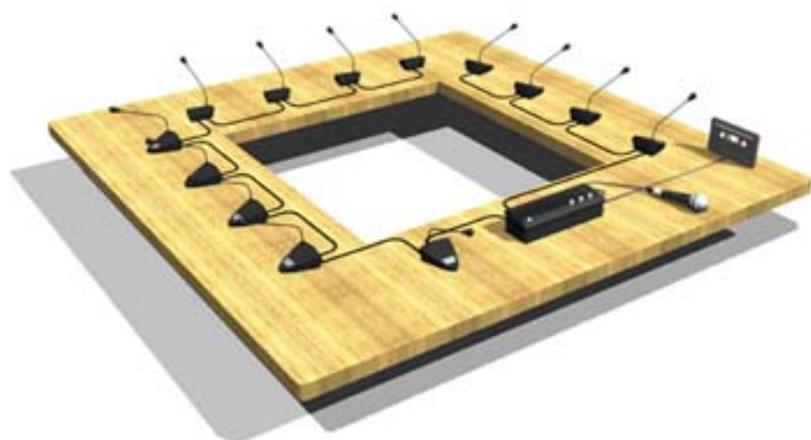
Principes d'un système de conférence

Contrairement à un système de sonorisation classique, un système de conférence n'a pas pour objet la diffusion sonore à haut niveau. Bien au contraire, le son restitué aux participants doit leur donner uniformément l'impression d'entendre les intervenants à niveau modéré, sans risque d'assourdissement ni d'effet Larsen, et surtout avec une qualité de restitution supportable durant plusieurs heures consécutives.

A cette fin, chaque participant dispose d'un microphone sur pupitre, simplement posé sur une table ou fixé sur une platine encastrée dans le mobilier. Selon que le système est dirigé ou automatique, ce microphone est complété par un système de demande ou de prise de parole, comportant un bouton poussoir et un voyant lumineux intégrés à chaque pupitre ou platine.

C'est la distinction apportée dans la terminologie : poste Président, avec prise de parole et priorité à tout moment, ou poste Délégué pour les participants.

Ci-dessous, exemple de configuration d'un système de conférence pour une salle de réunion avec 12 participants et un Président (ex. : collectivités locales, établissements scolaires, etc.).



Dans un système dirigé, selon l'importance de l'installation, les débats sont contrôlés par le Président de séance ou par un technicien opérant en cabine ou dans la salle. Un pupitre permet de visualiser sous forme de liste nominative ou de positionnement dans la salle, les demandes de prise de parole des participants.

Dans un système automatique, les participants prennent eux même directement la parole en donnant une impulsion sur la touche de leur microphone ; une nouvelle impulsion de leur part est alors requise en fin d'intervention.

Afin de garantir la discipline des débats, les systèmes automatiques de conférence sont généralement complétés par des dispositifs programmables à l'avance de limitation automatique du nombre de microphones simultanément en service, entre un et six, par exemple, en réservant une touche de priorité pour le microphone du Président.

D'autres équipements électroacoustiques peuvent être connectés, notamment un système de microphones HF à main ou cravate, un pupitre conférencier, un système d'amplification et de diffusion par haut-parleurs destiné à l'espace public, etc.

L'informatisation des systèmes de conférence et les logiciels associés, multiplient les modes d'exploitation. Ils permettent l'intégration de systèmes connexes tels que le vote électronique interactif et sécurisé par carte à puce, l'interprétation simultanée avec une qualité et un confort d'écoute remarquable grâce à la technologie numérique. Ils permettent aussi l'intercommunication et les prises de vues des différents orateurs, grâce aux caméras mobiles autonomes de vidéosurveillance et la gestion de ces dernières par le système lui même.

La vidéo apportant de plus, une qualité de traduction pour les interprètes lorsque la ou les traductions de langues sont requises, en effet les réactions visuelles d'un orateur sont plus faciles à observer sur un écran plasma situé à quelques centimètres de l'interprète plutôt qu'à quelques mètres de distance.

On peut enfin disposer de terminaux spéciaux, par exemple coffrets de distribution d'informations à la presse, dispositifs de couplage au réseau téléphonique, pilotage de caméras vidéo mobile, système de visioconférence, enregistreurs numériques vidéo et audio, etc.

Etude d'un avant-projet : expression des besoins.

Les lignes précédentes montrent que l'abord d'un projet d'équipement de système de conférence nécessite la connaissance d'un certain nombre de données préalables, dont à tout le moins les réponses aux questions suivantes :

- l'installation est-elle destinée à un local spécialement réservé aux conférences ? Dans l'affirmative, a-t-on prévu un mobilier fixe spécialement conçu pour cet usage, ou au contraire un mobilier standard éventuellement démontable ?
- quelles configurations d'installation envisage-t-on ? Réunions autour d'une table, ou disposition de tables style "salle de classe", ou exposés du haut d'une tribune face à un auditoire assis dans des fauteuils, ou quelle combinaison de ces différentes dispositions ?
- l'acoustique naturelle du local est-elle acceptable (absence d'écho, temps de réverbération convenable, absence de baies vitrées et de sols réfléchissants, revêtements suffisamment absorbants en plafond, sur les murs et au sol pour assurer un temps de réverbération convenable) ?
- quel personnel technique a-t-on prévu pour exploiter et assurer la maintenance courante de l'installation ? Faute de réponse suffisante, un système automatique simple paraîtrait s'imposer.
- combien prévoit-on de participants devant prendre la parole depuis leur place, à la tribune (micro cravate ou sur pupitre conférencier), dans la salle, au moyen de microphones baladeurs éventuellement présentés par des hôtes ou incorporé dans les fauteuils etc. ?
- les débats seront-ils dirigés par le président ou à partir d'un pupitre opérateur ?
- types et nombres de tous les microphones à prévoir : de table sur pupitre à poser ou sur platine à encastrer, mobiles à main à fil ou sans fil, microphones cravate, équipement de tribune et/ou de pupitre conférencier, microphones incorporés dans les fauteuils etc. ?
- faut-il prévoir une sonorisation de l'espace destiné au public non intervenant ? Quel type de sonorisation ?
- doit-on prévoir des enregistreurs, en cabine, à la table secrétaire et/ou ailleurs ?
- faut-il prévoir des équipements ou fonctionnalités complémentaires : système d'interprétation simultanée (intégré ou conférence, ou séparé, par infrarouge par exemple), vote électronique interactif, raccordement à des dispositifs de communication auxiliaires tels couplage au téléphone, visioconférence, distribution de modulations à la presse etc. ?
- souhaite-t-on l'asservissement des caméras vidéo sur les microphones activés des intervenants (pour vidéoprojection sur grand écran, ou communication à distance pour visioconférence) ?

II. 1. 2. VISIOCONFÉRENCE

La visioconférence est un système interactif qui permet à des personnes ou à des groupes de personnes situées dans des sites distants, n'importe où dans le monde, de dialoguer oralement en temps réel, tout en se voyant sur écran vidéo (moniteur ou vidéoprojecteur).

Ils peuvent également échanger des documents écrits ou graphiques, ainsi que des documents audiovisuels ou informatiques.

La visioconférence fait appel aux technologies de l'audiovisuel, de l'informatique et des télécommunications. Un système de visioconférence peut être constitué par un équipement spécifique autonome, ou s'ajouter à une installation de conférence.

Sans rentrer dans les détails des différents systèmes, les possibilités d'exploitation nous décrivons simplement les possibilités d'utiliser un tel système avec une salle équipée ou non d'un système de conférence.

En règle générale, les possibilités d'exploitation sont les suivantes :

Visioconférence point à point: un site se connecte à un seul autre site.

Visioconférence multipoint : plusieurs sites se connectent ensemble (plus de deux sites). Pour ce type de connexion, un pont multipoint (Multipoint Central Unit ou MCU) est nécessaire.

Plusieurs choix sont possibles :

- le pont multipoint est intégré au codec ou terminal de visioconférence pour les systèmes de groupe (généralement jusqu'à 4 sites) ;
- le pont est interne au réseau local de l'établissement (le pont est associé à une passerelle ou gateway) ;
- le pont est externe (location auprès d'un prestataire sur réservation).

Les principaux systèmes de visioconférence sont :

- le système sur micro-ordinateur individuel ;
- le système compact comprenant une unité externe en coffret (codec) avec caméra intégrée, un microphone, une télécommande, un ou deux écrans vidéo ;
- le système de groupe comprenant un codec, une ou plusieurs caméras séparée et une télécommande.

La composition de chaque installation dépend du type d'utilisation (individuelle ou de groupe), si le matériel doit être mobile ou fixe, de l'intégration éventuelle du système dans une salle dotée de matériels de conférence tels que microphones, système de discussion, sonorisation, caméras, écrans vidéo (salle de réunion, salle du conseil, auditorium, amphithéâtre...), de l'aménagement des équipements dans le mobilier, de l'exploitation possible par les utilisateurs eux-mêmes, ou par un technicien en régie.

Les différentes solutions de visioconférence sont dépendantes du type du réseau utilisé. Différents types de réseaux sont disponibles pour le transport des données (image et son) :

- le réseau RNIS (ISDN) selon la norme H.320 ;
- le réseau IP (Internet Protocol) selon la norme H.323 ;
- le réseau ATM (Asynchronous Transfer Mode) accessible aux universités, centres de recherche.

En pratique, les installations de visioconférence se composent des éléments suivants :

PREMIER CAS : EQUIPEMENT DE VISIOCONFERENCE SEUL

Celui-ci comprend soit un système compact ou de groupe avec caméra intégrée, soit un système de conférence avec CODEC ainsi qu'une ou plusieurs caméras déportées judicieusement disposées.

Dans le cas du système compact avec caméra intégrée, celui-ci devra être placé directement en salle, ce qui limite son exploitation à un petit nombre d'intervenants.

Dans le cas d'une installation avec codec séparé, celui-ci peut être installé dans une baie technique par exemple en cabine de régie, les caméras étant réparties en salle. En fonction des possibilités du Codec et du nombre de caméras, il est nécessaire de prévoir un mélangeur ou une matrice vidéo.

Un pupitre de commande des caméras permet l'orientation manuelle vers les intervenants.

L'orientation des caméras peut être rendue automatique, chacune d'elles étant prépositionnable (presets) en fonction de l'emplacement des orateurs, de la distance et de l'angle de prise de vue.

L'adjonction d'un système de gestion centralisée (ou automate) permet de simplifier l'exploitation de l'ensemble audiovisuel, qui devient ainsi à la portée de toute personne non spécialisée.

SECOND CAS : EQUIPEMENT DE VISIOCONFERENCE ASSOCIE AU SYSTEME DE CONFERENCE DE LA SALLE

Dans ce cas, il est fait appel aux différents moyens offerts par l'équipement de la salle, tels que : pupitres de délégués, microphones mobiles, caméras de prise de vue (prépositionnables, télécommandées ou avec cadreur), lecteurs de documents, sources sonores et vidéo, micro-ordinateurs d'édition de documents, interprétation simultanée, etc. La sonorisation de la salle permettra d'entendre les intervenants sur place ou distants. Le plus souvent, un éclairage de prise de vue sera nécessaire.

Le codec sera situé en régie et assurera l'interface de l'équipement audiovisuel de la salle avec les lignes de télécommunication.

Il pourra être prévu un système de gestion centralisé.

Gestion centralisée des équipements audiovisuels :

Le système de gestion centralisée (ou système automate) a pour but de simplifier l'utilisation des différents équipements audiovisuels, notamment si aucun technicien ou opérateur n'est affecté à la salle de conférence.

Il permet au moyen d'un poste de commande simple et ergonomique (clavier à touches, écran tactile filaire ou sans fil, micro-ordinateur avec logiciel d'interface opérateur sous forme graphique) de commander à distance l'ensemble des sources audiovisuelles audio, vidéo (lecteur/enregistreur CD,DVD ...mélangeur ou matrice audio et vidéo), le système de conférence (ouverture/fermeture des microphones...) ainsi que l'éclairage de la salle, la montée/descente d'un écran de projection, l'ouverture/fermeture de stores, la mise sous tension et l'arrêt de projecteurs, le pointage des caméras, les fonctions du codec de visioconférence notamment la numérotation d'après une liste de numéros d'appel pré-enregistrés.

La programmation du système de gestion centralisée doit être définie dans un cahier des charges précis reprenant les fonctionnalités demandées et la liste du matériel à piloter par le système.

II.1.3. SYSTEMES DE SONORISATION

II.1.3.A. Systèmes de sonorisation standard

Expression des besoins

La procédure à suivre pour définir la demande dépend de la destination du projet et de sa complexité. Le client peut exprimer ses besoins en se limitant à l'aspect opérationnel du système de sonorisation souhaité. Il peut également spécifier les caractéristiques techniques de l'ensemble de la chaîne ou des équipements d'une manière précise.

Un système, qui fait appel à certaines techniques au seul motif qu'elles soient les plus récentes et les plus avancées, risque de ne pas être adapté aux besoins de l'exploitation et sera, par conséquent, impropre à sa destination finale.

En tout état de cause, toute réalisation commence par la définition des données d'entrée, condition déterminante pour la réussite de cette activité. Les besoins de l'exploitation constituent le fondement principal de ces données.

Une bonne identification des besoins passe par la revue des points suivants :

Exigences relatives au fonctionnement

La demande doit permettre de déterminer le mode et les conditions de fonctionnement du système par exemple :

- la destination principale du système de sonorisation (diffusion de la parole et ou musique d'ambiance, sonorisation de sécurité et ou de confort, etc.). En cas de plusieurs applications, l'ordre d'importance doit être défini ;
- les paramètres acoustiques de la salle ou toutes les caractéristiques architecturales permettant de les évaluer ;
- le niveau moyen du bruit ambiant ;
- le nombre et la nature des sources de son ;
- le nombre et la délimitation des zones à sonoriser ;
- la gestion des priorités aussi bien à l'entrée qu'à la sortie ;
- la qualification des espaces en zones de sécurités réglementées s'il y a lieu ;
- la surveillance du système y compris le mode et l'endroit de signalisation,
- les contrôles demandés tels que le contrôle automatique de niveau, les contrôles manuels de niveau « atténuateurs, sélection de programmes », l'égalisation ;
- les conditions climatiques de fonctionnement telles que la température et l'humidité ;
- toute autre fonction non mentionnée ci haut, mais pouvant intéresser l'utilisateur.

Performances du système

Un système de sonorisation peut assurer les fonctions opérationnelles d'une manière plus ou moins performante. Les éléments d'entrée doivent normalement permettre de situer le niveau de performance souhaité car le coût du système en dépend largement. Les points suivants, concernant la globalité du système installé peuvent être soulevés :

- le taux minimum d'intelligibilité admissible ;
- l'uniformité du niveau sonore ;
- la courbe de réponse amplitude fréquence globale ;
- le taux de distorsion ;
- le rapport signal bruit ;
- la valeur maximale du niveau acoustique ;
- la puissance maximale des amplificateurs utilisée par rapport à la puissance disponible ;
- le degré de résistance aux chocs et aux vibrations ;
- les limites de résistance aux conditions climatiques aussi bien en état de stockage ou de fonctionnement et notamment l'humidité, les températures extrêmes, le brouillard salin,
- le degré de protection contre l'eau et les objets ;
- le niveau de disponibilité (redondance) ;
- la capacité d'extensibilité et d'amélioration ;
- la facilité d'entretien et de dépannage ;
- toute exigence spécifique ou toute autre contrainte.

Caractéristiques techniques des équipements

La définition des caractéristiques techniques de chaque équipement ne s'impose pas dès lors que les performances globales du système ont été clairement définies. Toutefois, une exigence spécifique à un ou plusieurs produits peut être exprimée. A titre d'exemple, lorsqu'on exige du système un taux de distorsion donné mesuré entre l'entrée microphone et la sortie haut-parleur, il n'y aura plus aucune nécessité de spécifier le taux de distorsion pour chaque produit (préamplificateur, amplificateur, etc.).

Distorsion

La distorsion correspond à la détérioration d'un signal. Elle peut constituer une limite au-delà de laquelle l'élément devient impropre à sa destination. Elle est exprimée en pourcentage. Un taux de distorsion égal ou inférieur à 1 % semble ne pas pouvoir affecter l'oreille. Cette limite peut donc être retenue comme critère de choix.

La distorsion varie en fonction de la fréquence.

Domaine utile des fréquences

Comme son nom l'indique, cette caractéristique permet de délimiter la partie réputée utile de la courbe de réponse en fonction des fréquences.

Elle représente le domaine des fréquences à l'intérieur duquel les écarts par rapport à une fréquence de référence, ou par rapport à la moyenne des fréquences ou l'écart maximal entre deux fréquences extrêmes, ne dépassent pas des limites jugées tolérables pour le bon fonctionnement du produit.

On retient les domaines utiles de fréquences limitées par le gain, par la distorsion, ou par la sensibilité.

En d'autres termes, on doit considérer que les fréquences se trouvant en dehors des limites de cette courbe, ne font pas partie du signal en question. Elle constitue donc un critère de choix important en fonction du signal (parole ou musique) et de l'environnement acoustique.

Rapport signal sur bruit électrique

Ce rapport, exprimé en décibel, donne l'ordre de grandeur de la tension nominale de sortie limitée par la distorsion en comparaison avec la tension de sortie du bruit généré dans l'appareil lui-même.

Il peut constituer un critère de choix surtout lorsqu'il s'agit d'une utilisation dans un milieu calme, une église par exemple.

Pression acoustique ou le rendement

Le niveau de pression acoustique mesuré à la sortie du haut-parleur détermine la sensibilité ou l'efficacité de ce haut-parleur par rapport à la puissance électrique appliquée aux bornes de ce haut-parleur. Il permet de mesurer l'efficacité de la conversion de l'énergie électrique en énergie acoustique soit, en d'autres termes, le rendement.

Ce niveau est mesuré à un point situé sur l'axe de référence du haut-parleur, à un mètre de son point de référence, lorsqu'on applique un signal électrique d'une puissance électrique de 1 w.

Le signal peut être constitué d'une seule fréquence, d'une bande de fréquences indiquée ou d'un bruit rose.

Ce niveau est une caractéristique importante du haut-parleur, il est donné en dB /W /M.

La puissance électrique et le rendement permettent de calculer la pression acoustique à un point donné

Normes, réglementations ou directives applicables.

Les directives ou réglementations constituent des exigences réglementaires. Elles revêtent de ce fait un caractère obligatoire (ex CEI 60849).

Les systèmes électroacoustiques pour services de secours, destinés à la diffusion des informations concernant la protection des personnes en cas d'une situation d'urgence doivent être conformes à la norme CEI 60849, en vigueur à ce jour.

Les normes relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM) et aux exigences de sécurité des appareils électroniques audio, vidéo et des appareils analogues (CEI 60065) doivent être respectées.

Les autres normes ont une valeur de référence (ex EN 60268-1/2/3/4/5/16). Un maître d'œuvre peut toujours souhaiter retenir ces normes comme critère de choix, Il convient, dans ces conditions, de les inclure dans les données d'entrée.

(voir chapitre 2 de la quatrième partie : « Normalisation »)

Contrôles et essais

Le client doit définir les contrôles et essais qu'il souhaite voir effectuer aussi bien à l'usine, sur site ou dans un laboratoire indépendant. Il peut exiger :

- une vérification du dossier de conception avant son approbation ;
- les essais « type » si le produit est spécialement fabriqué pour le projet ;
- les essais de validation (avant le lancement en production) ;
- les essais de routine (essais en cours de production) ;
- les essais usine (recette usine après la fin de production) ;
- les essais d'environnement ;
- les essais de résistance mécanique ;
- un audit du système de management de qualité.

Les conditions des essais et contrôles, notamment les procédures, les rapports d'essais et les autorités effectuant ces contrôles et essais peuvent être décrites par le Maître d'œuvre ou soumises à l'approbation de ce dernier.

Intégration

Le système de sonorisation peut être amené, dans certaines réalisations à s'intégrer dans un ensemble comprenant d'autres systèmes. Dans ces conditions, les exigences d'une intégration parfaite et ses modalités doivent être décrites.

II.1.3.B. Systèmes de sonorisation de sécurité

De quoi s'agit-il ?

Un système de sonorisation de sécurité est un ensemble électroacoustique destiné à communiquer des informations, des consignes de sécurité et des messages d'évacuation immédiate aux occupants d'un bâtiment ou d'un lieu ouvert au public.

Souvent symbolisé "S.S.S.", un tel système comporte :

- des sources, essentiellement microphones d'utilisation immédiate directe, ou messages de sécurité préalablement enregistrés ;
- un central de sonorisation comportant, autant que nécessaires à la sûreté de fonctionnement du système, amplificateurs, unités d'alimentation et de commutation ;
- un ensemble de haut-parleurs répartis dans les zones concernées.

Un système de sonorisation de sécurité n'est pas nécessairement isolé. Il peut s'intégrer à un système plus général de détection et/ou de gestion d'alarme - notamment incendie. Il est très précisément défini, dans sa constitution, son fonctionnement et ses caractéristiques techniques (par exemple le niveau d'intelligibilité) par la norme NF-EN 60849.

Principes d'un système de sonorisation de sécurité

Sûreté de couverture, priorité du signal et sécurité de fonctionnement doivent donc être les objectifs de toute installation de ce type : sûreté de couverture, c'est-à-dire de transmission du signal d'alarme en tous points des lieux à protéger et en conditions extrêmes en cas d'incendie ; priorité absolue et automatique du signal d'alarme sur tout autre signal empruntant le système ; sécurité de fonctionnement du système en toute circonstance - notamment en cas de panne d'alimentation électrique.

Ces différents principes entraînent les conséquences suivantes :

- **La couverture sonore** d'un système de sonorisation de sécurité doit être assurée par des diffuseurs sonores non autonomes constitués de haut-parleurs pouvant assurer la diffusion acoustique du signal

d'alarme en conformité avec la norme française en vigueur (NFS - 32001). Ces haut-parleurs doivent pouvoir fonctionner dans une plage de température allant de -10° à +50°.

Ces diffuseurs doivent être en nombre suffisant et convenablement situés et réglés en fonction de la géométrie des lieux à protéger et de l'ambiance sonore y régnant normalement, donc à l'instant précédant l'annonce d'un sinistre et de l'ordre d'évacuation. Ils peuvent être utilisés soit dans leur ensemble dans le cas d'un appel général, soit par zones de diffusion.

Il y a évidemment lieu de s'assurer de la bonne intelligibilité des signaux d'alarme dans certaines zones bruyantes. Des signaux optiques (témoin, flash lumineux) peuvent opportunément compléter l'installation dans certaines zones acoustiquement isolées ou à haut niveau de bruit.

- Toutes **les liaisons électriques d'alimentation** et de raccordement des différents éléments et matériels constitutifs du système doivent être réalisées en câbles de cuivre.

- **Un système de sonorisation de sécurité doit toujours être disponible** pour assurer l'émission d'un signal d'évacuation, notamment sur réception d'un ordre télécommandé en provenance d'une unité de gestion d'alarme ; en d'autres termes, si les lieux à protéger sont munis d'un dispositif de détection d'incendie (soit de type EA1 associé au système de sonorisation de sécurité, soit de type EA2 intégrant ce dernier), tout ordre émanant de ce dispositif de détection doit impérativement avoir priorité d'enclenchement instantané du système sonore de sécurité (qui doit intervenir dans un délai inférieur à cinq secondes) et de son maintien en service tant que lui-même se prolonge.

Rien ne doit pouvoir interrompre un signal d'évacuation, même pour contrôle des lignes de transmission. Il va de soi que, tant qu'un signal d'évacuation est en cours de diffusion, toutes les autres fonctions du système sonore de sécurité (ambiance musicale, annonces professionnelles relevant de l'usage habituel des locaux etc.) doivent être désactivées, à l'exception d'éventuelles concernant la sécurité.

On rappellera à ce sujet l'existence d'une réglementation administrative définissant les niveaux de responsabilité des différents personnels en matière de sinistre et fixant notamment ("Niveau II") la qualification minimale exigée de tout employé autorisé à mettre hors service un élément d'un système de sécurité incendie (SSI) dans un lieu ouvert au public.

- **L'alimentation d'un système de sonorisation de sécurité doit être assurée par une alimentation électrique de sécurité (AES)** garantissant une autonomie permettant douze heures d'état de veille générale majorées de la durée d'un cycle d'évacuation de l'ensemble des lieux protégés (de l'ordre d'une dizaine de minutes).

Un système de sonorisation de sécurité doit être équipé d'entrées de télécommandes recevant les ordres émis par l'unité de gestion d'alarme, si elle existe. Dans un tel cas, chaque entrée de télécommande doit correspondre à chaque zone d'alarme.

Le dispositif émettant les ordres de télécommande doit pouvoir fonctionner durant au moins cinq minutes d'affilée sous une tension nominale de 24 ou 48 volts.

Les amplificateurs doivent avoir une puissance suffisante pour assurer une bonne intelligibilité des messages dans l'ensemble du domaine concerné compte tenu des niveaux d'ambiance sonore habituels des différentes zones. En principe, on dispose d'au moins un amplificateur par zone et d'un amplificateur de secours de puissance évidemment égale à celle de l'amplificateur le plus puissant du système. Ces matériels et leurs annexes (préamplificateurs, dispositifs de traitement et de commutation) doivent être regroupés dans une armoire métallique ventilée, fermée à clef, et l'accès aux potentiomètres de réglage des puissances des amplificateurs doit être protégé pour éviter toute intervention intempestive de personnel incompetent.

Si les lieux protégés sont équipés d'une installation de sonorisation propre et indépendante du système de sonorisation de sécurité (ce qui est le cas notamment des salles de conférences, des amphithéâtres, etc.) : il est indispensable qu'un dispositif, soit manuel, soit automatique directement commandé par l'unité de gestion d'alarme, mette la sonorisation habituelle hors service dès le début de diffusion de messages par le système de sonorisation de sécurité.

• ***La source sonore d'un système de sonorisation de sécurité peut être directe ou enregistrée .***

Le dispositif le plus simple consiste en un microphone monté sur pupitre d'annonce muni d'un bouton poussoir avec, si possible, un voyant et un bas parleur témoin, et, si les lieux protégés comportent plusieurs zones, de touches de sélection de celles-ci et d'un bouton d'appel général.

Si les signaux ou messages de sécurité sont préenregistrés, ils doivent être stockés dans des mémoires non volatiles sans parties mécaniques mobiles. Les mémoires optiques ou magnétiques du type disquettes souples, bandes magnétiques et disques compacts sont donc à proscrire.

• ***Un certain nombre de précautions s'imposent manifestement concernant :***

- la facilité du repérage et de l'identification des matériels constitutifs d'un système de sonorisation de sécurité, ainsi que de leurs bornes de raccordement,
- l'information des personnels utilisateurs sur les réglages et interventions de leur ressort et sur celles qui ne sont, au contraire, que de celui des spécialistes chargés de la maintenance de l'installation,
- la conformité, de l'installation et des consignes de son utilisation, aux normes et réglementations en vigueur, notamment du fait de sa qualité d'élément ou d'auxiliaire d'unité de gestion d'alarme.

Etude d'un avant projet : expression des besoins.

Le premier souci de "l'acheteur" d'un système de sonorisation de sécurité ne peut donc être que celui d'une information précise, vétilleuse même, des locaux à protéger, de leur géométrie, de leur utilisation, de leur fréquentation maximale, des niveaux habituels et maxima des bruits d'ambiance dans les différentes zones etc. Ce sont là, en effet, autant d'éléments d'information fondamentaux pour toute entreprise répondant à un appel d'offres et pour la sûreté d'une bonne adéquation du cahier des charges au besoin à satisfaire.

Alinéa par alinéa, l'acheteur dispose ci-dessus, d'un aide-mémoire relativement complet des éléments à intégrer dans la rédaction du cahier des clauses techniques particulières du marché (C.C.T.P.).

On ne saurait trop insister sur l'importance, dans le cahier des charges, des dispositions relatives à la formation et à l'information des personnels utilisateurs.

Précaution ultime indispensable : rappeler dans ce cahier la nécessité impérieuse de conformité aux normes et réglementations en vigueur concernant matériels, systèmes et leur utilisation.

CHAPITRE II. 2

SYSTÈMES DE VIDÉOCOMMUNICATION.

II.2.1. De quoi s'agit-il ?

Parmi les multiples services rendus aujourd'hui par la vidéocommunication, on peut notamment citer :

- la distribution de programmes de chaînes de télévision ;
- la distribution de programmes vidéo fournis par une chaîne interne ;
- la distribution de programmes vidéo provenant de cassettes, de vidéodisques ou de disques DVD (Digital Versatile Disc) ;
- la distribution et le pilotage d'informations émanant d'un serveur vidéo numérique ;
- la création de voies de retour pour la diffusion de sources déportées (caméra de vidéosurveillance, magnétoscope, source vidéo) ;
- le pilotage à distance par protocole infrarouge (I.R.) de sources en tête de réseau, ainsi que de sources déportées ;
- le déport d'un système de visioconférence dans un ensemble de locaux et d'espaces câblés ;
- à partir d'un téléviseur et d'un clavier I.R, l'accès à Internet, ainsi qu'à l'ensemble des ressources numériques, internes (LAN) et externes (WAN) ;
- la gestion des autorisations et des limitations d'accès, la facturation des services vidéo, l'acheminement prioritaire des messages d'urgence, la messagerie personnalisée et le journal cyclique interne (signalétique).

II.2.2. Etude d'un avant-projet. Expression des besoins.

L'installation envisagée peut concerner un bâtiment déjà doté de réseaux câblés de distribution d'informations audiovisuelles.

Avant tout projet d'installation de vidéocommunication, il importe alors de procéder à un recensement précis (localisation, nature et état) des dispositifs en service et notamment des suivants :

- antennes et paraboles de télévision et distribution des signaux à de multiples prises de télévision (en direct, ou par l'entremise d'un répartiteur ; avec ou sans amplificateurs.) Chaînes de télévision captées et distribuées et nature de leurs signaux (analogiques ou numériques ; dans ce dernier cas, bouquet de programmes choisi.) ;
- nature du câblage de l'éventuel réseau de télédistribution existant : câble coaxial ou fibre optique ;
- natures et structures des câblages d'éventuels réseaux préinstallés pour diffusion sonore (amplificateurs, haut-parleurs, liaison directe ou par l'intermédiaire d'une régie), transmission vidéo (type de câblage et son usage), liaison informatique (type et liaisons du réseau).

Ce recensement effectué, il faut décider si l'on juxtapose un nouveau réseau aux préexistants, ou si, au contraire, on regroupe en un seul tous les réseaux, anciens et nouveaux.

Cette décision est importante : il s'agit de choisir entre une situation anarchique caractérisée par l'empilement de solutions préexistantes plus ou moins adaptées et une organisation rationnelle de l'arrivée des ressources, en l'occurrence une tête de réseau, facteur primordial d'optimisation des ressources audiovisuelles.

En effet, si un réseau informatique est grosso modo un réseau de partage interne (à l'exception de l'accès télématique à des bases de données), un réseau audiovisuel est d'abord un raccordement à des sources externes de programmes : programmes de télévision hertziens ou distribués par satellites, programmes distribués par réseaux

câblés (lesquels - selon les villes - font appel en France à une large diversité de technologies et donc de raccordements) ; de surcroît, les normes de télévision sont multiples et en passe d'évoluer dans un proche avenir, notamment du fait de l'avènement de la télévision numérique et de la haute définition. Ce sont évidemment là autant d'éléments à prendre en ligne de compte pour le choix d'une solution.

Si le bâtiment à munir d'un réseau de vidéocommunication ne dispose d'aucune installation préalable de distribution audiovisuelle ni informatique - par exemple bâtiment neuf ou, idéalement, à construire - la formulation d'un projet d'équipement nécessite une réflexion différente, fonction des différents besoins prévus et éventuellement de l'échelonnement dans le temps de la nécessité de leurs satisfactions :

- quels moyens audio (système de sonorisation de sécurité, système de conférences, etc.) ?
- quels moyens vidéo (vidéosurveillance, vidéoprojection d'images de sources diverses, etc.) ?
- transmission de données informatiques ?
- installation devant répondre à tous les besoins immédiatement ou par étapes successives ?

CHAPITRE II.3.

INFORMATIONS SUR LES TÉLÉVISIONS NUMÉRIQUES

La Télévision Numérique Terrestre (TNT) est née, la date est historique : le 31 mars 2005 a marqué l'aboutissement de plusieurs années de détermination et de travail. C'est avant tout une victoire pour la grande majorité des téléspectateurs qui ne recevaient, jusqu'ici, que cinq chaînes gratuites analogiques et qui, grâce à la TNT, vont pouvoir bénéficier d'une plus grande liberté de choix avec une image améliorée et un meilleur son.

La TNT complète ainsi les voies de diffusion de la télévision numérique en la rendant accessible à tous et gratuitement. Les rapides évolutions des techniques de modulation numérique et de codage de canal mises en œuvre sur les différents réseaux de diffusion permettent au téléspectateur une plus grande liberté de choix (gratuit / payant) et offrent des perspectives intéressantes vers la télévision numérique haute définition (TV HD).

II. 3. 1. Modulation numérique et codage de canal

La transmission de signaux numériques est connue pour offrir de nombreux avantages par rapport à la transmission de signaux analogiques alors que les modulations numériques peuvent être considérées comme une combinaison ou une généralisation des méthodes très familières de modulation d'amplitude, de fréquence et de phase appliquées à une ou plusieurs porteuses. On peut effectivement constater que les signaux numériques ressemblent fortement à des signaux analogiques, toutefois on les qualifiera bien de « numériques » dans la mesure où ils véhiculent des nombres, dont on dispose généralement sous la forme d'un flux d'éléments binaires (ou bits) avant modulation et que l'on souhaite récupérer sans erreur après démodulation, de manière à respecter l'intégrité de l'information transmise.

Entre les deux opérations il va falloir traverser un support électrique donné (liaison satellite, câble, canal hertzien, paire de cuivre...).

Une fois déterminée la modulation la plus apte à résister aux contraintes du support envisagé pour transmettre l'information, reste à se prémunir contre les inévitables erreurs qui viendront l'altérer. C'est cette dernière opération que l'on appelle le codage de canal et qui, réalisée à l'aide d'algorithmes numériques, va permettre d'améliorer considérablement les performances du système de transmission.

La télévision numérique par satellite : DVB-S

La liaison satellite-terre étant caractérisée par un énorme affaiblissement (plus de 200 dB) subi par le signal d'une part et le travail des amplificateurs de puissance des transpondeurs à saturation pour maximiser leur rendement d'autre part, il est nécessaire d'utiliser de puissants codes correcteurs d'erreurs ainsi qu'une modulation très peu sensible aux distorsions d'amplitude.

Le choix s'est donc porté sur une modulation QPSK (Quaternary Phase Shift Keying ou modulation à déplacement de phase à 4 états). C'est en fait la somme de deux modulations d'amplitude à porteuse supprimée.

La télévision numérique par câble : DVB-C

Sur le câble, la problématique est différente. Il s'agit d'un milieu bien protégé mais à bande passante limitée. On va donc choisir une modulation ayant une grande efficacité, c'est-à-dire transportant un maximum d'échantillons dans une bande de fréquence réduite. Les contraintes nouvelles sont la coexistence avec les canaux analogiques existants, quelques distorsions et surtout des échos dus aux problèmes de désadaptation inhérents au réseau câblé.

Un réseau câblé comporte effectivement en pratique un grand nombre de raccordements qui ne peuvent pas être parfaitement réalisés : ce qui perturbe la propagation de l'onde dans le câble.

Le DVB-C comporte de nombreux points communs avec le DVB-S mais la modulation change. On utilise en général la 64 QAM (Quadrature Amplitude Modulation à 64 états) à la place de la QPSK, bien que d'autres arrangements soit prévus.

La télévision numérique de terre : DVB-T

Le DVB-T est le plus jeune des trois systèmes du noyau DVB et le plus sophistiqué; il repose sur la modulation COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), sous les formes 2K (1 705 porteuses) ou 8 K (6 817 porteuses), chacune de ces porteuses étant elle-même modulée en QPSK ou QAM. Ce système, très résistant aux échos, présente notamment l'avantage de permettre la réalisation de réseaux mono-fréquence.

La télévision sur ADSL

Dans les années 80, aux Etats-Unis, les câblos-opérateurs ont souhaité faire de la téléphonie sur le câble. Les opérateurs de téléphonie se sont sentis menacés et ont donc cherché le moyen d'utiliser la ligne téléphonique pour offrir des services haut débit et de la vidéo. Ce sont initialement les chercheurs des laboratoires Bell AT&T et ceux de l'université de Stanford qui ont mis au point la technologie DSL (Digital Subscriber Line) ou Ligne d'Abonné Numérique.

Le principe général est le suivant : sur une ligne téléphonique (paire torsadée de cuivre), les 4 premiers kHz sont uniquement utilisés pour la voix. Le reste de la bande passante est alors utilisé pour transmettre des services à haut débit. La condition est que la longueur de la ligne téléphonique n'excède pas une certaine limite en raison de l'atténuation du signal.

Pour diffuser de la télévision sur ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line) il suffit d'utiliser les capacités de transmission de la paire de cuivre téléphonique et le réseau de transport ADSL comme réseau de diffusion. Il s'agit d'un service accessible sur l'écran de télévision, soit à l'aide d'un boîtier unique (modem + décodeur) installé entre la prise téléphonique et la télévision, soit à l'aide d'un modem et d'un décodeur, le modem étant connecté à la prise téléphonique, le décodeur à la télévision et les deux boîtiers étant reliés l'un à l'autre.

L'arrivée des technologies de compression vidéo

A la fin des années 1980, il était totalement inenvisageable pour le grand public de stocker de la vidéo de manière numérique : les moyens de stockage n'étaient pas adaptés (à la fin des années 1980, les disques durs des ordinateurs atteignaient quelques dizaines de Megaoctets). De même les capacités des processeurs ne permettaient pas d'envisager un codage/décodage de ces données.

Par contre, le stockage numérique professionnel a commencé à apparaître, sous forme de cassettes (Beta Numérique).

Les technologies de codage et de décodage ont permis de faire un bond en avant fantastique, au début des années 1990, puis se sont encore améliorées au cours des années 1990. Pour mémoire, un signal numérique pour une vidéo de bonne qualité, sans aucune compression, nécessite un débit de 270 Mbits par seconde ! Ce qui fait, pour une heure de programme, un volume d'information d'environ 120 Gigaoctets! Sans les normes de compression MPEG1, puis MPEG2, et maintenant MPEG4, il n'aurait jamais été possible de transporter ou de stocker de telles quantités d'informations autrement que sur des cassettes numériques, non adaptées à la distribution grand public.

Le développement et l'amélioration progressive des codecs (MPEG2 dans un premier temps) a donc permis d'imaginer, au milieu des années 90, de distribuer un signal numérisé dans une bande passante nettement plus réduite que la bande passante nécessaire au même signal analogique. En analogique, une bande de fréquence de 5 MHz permet de faire passer un seul signal vidéo (et l'audio associé). En numérique (avec une compression MPEG2) la même bande de fréquence permet le multiplexage de 6 à 12 programmes vidéo suivant le type de diffusion (terrestre, satellite, câble), ainsi que les pistes audio et les données associées.

De plus, cette même évolution (apparition de la compression MPEG2) a permis de remplacer progressivement, de la même manière que ce qui s'était produit pour la musique dans les années 80, les

cassettes vidéo analogiques par le DVD, format à la fois pratique et robuste, offrant une qualité de restitution sans commune mesure avec celle des magnétoscopes analogiques.

L'avenir appartenait donc, dans le courant des années 1990, à la numérisation du transport et du stockage de l'information, de la vidéo et de l'audio.

Les opérateurs satellite ou câble (puis plus récemment les opérateurs téléphonique grâce à l'ADSL) ont utilisé en effet les progrès réguliers des normes de compression pour proposer toujours plus de services vidéo ou audio. Les consommateurs sont donc passés d'une époque où, sur leur téléviseur, ils avaient dans le meilleur des cas 6 chaînes, à une profusion de contenus qui n'a cessé de croître ces dernières années.

Au début des lancements de bouquets numériques, en France, une soixantaine de services audio ou vidéo étaient proposés. Aujourd'hui, plus de deux cents programmes sont présents dans les différentes offres concurrentes.

La numérisation du contenu lui-même

Avec l'avènement des moyens numériques, la production du contenu est devenue également en partie numérique. Au départ de la distribution du numérique, le contenu analogique était numérisé au moment où il devait être distribué, lors de sa diffusion (que ce soit par satellite, câble, hertzien terrestre ou ADSL) ou lors de sa distribution grand public (DVD).

Depuis de nombreuses années, l'avantage du tout-numérique, ne serait ce que pour les aspects liés au stockage de l'information a fait que les régies ont en partie réalisé cette transition.

Un des avantages non négligeables de la numérisation des contenus est de permettre une distribution multi-supports beaucoup plus aisée : support DVD, évidemment, mais également diffusion par les moyens numériques classiques (satellite, câble, terrestre), diffusion sous IP (pour les fournisseurs Internet), et enfin, la distribution de ces contenus pour la mobilité, en utilisant des formats de compression différents, et plus adaptés à des équipements portables (téléphone mobile, PDA, etc.).

II.3.2. Passage de l'analogique au numérique

Le numérique a révolutionné les habitudes de consommation de contenu (audio, vidéo). Les différents acteurs de la chaîne de valeurs ont participé à cette évolution pour la télévision, le dernier maillon de cette numérisation, après la distribution et le contenu lui-même, concerne les récepteurs de TV. L'accès au numérique est aujourd'hui permis par deux types de boîtier : le décodeur fourni par l'opérateur de TV payante (satellite ou câblo) et l'adaptateur en TNT gratuite, qu'il faut acheter chez un distributeur.

L'adaptateur en TNT

Les signaux, images et sons, qui sont reçus en TNT sont des signaux numériques.

Pour être utilisables sur un téléviseur actuel (analogique), ces signaux numériques nécessitent un traitement spécifique.

C'est le rôle de l'adaptateur qui a une triple fonction :

- une fonction de tuner : réception de signal à partir de la prise antenne ;
- une fonction de démultiplexage des signaux numériques ;
- une fonction de décodage du MPEG2 pour rendre le signal exploitable par un téléviseur analogique, via la prise péritel.

Cette fonction de réception et de traitement des signaux numériques peuvent également être directement intégrés dans les téléviseurs (idTV), ce qui sera la norme dans un avenir très prochain.

Il faut souligner que l'arrivée des écrans plasma et LCD, ainsi que les techniques de rétro projection constitue une étape importante en télévision numérique et vers l'avènement de la TV HD qui constituera une avancée spectaculaire en matière de qualité d'image.

II. 3. 3. Technologies d'écrans.

En l'état de la technologie, la physique mise en jeu dans ces dispositifs, combinée à la perception humaine, définit, quelque soit le mode (analogique / numérique), la qualité d'image atteignable par l'ensemble du système. Les facteurs physiques de la qualité d'image sont la luminance, l'étendue de la gamme de gris, la colorimétrie et son étendue, le contraste sous ses divers aspects et bien sûr la résolution (tableau comparaison des caractéristiques essentielles des diverses technologies d'écran en annexe). Reste que la perception humaine va pondérer ces éléments en fonction du contenu d'image mais aussi de facteurs individuels.

Indépendamment de la qualité d'image restituée, deux autres facteurs sont déterminants du succès commercial d'une technologie d'écran grand public : le coût et l'esthétique. Le coût est une barrière absolue, on sait très bien qu'on ne vend pratiquement rien à plus de 3 000 €. On atteint une part importante du marché vers 1 500 €. Dans ce domaine, le premium possible pour une nouvelle technologie apportant un avantage important n'est jamais très élevé : quelques dizaines de pour-cent.

Le dernier facteur, souvent bien plus important qu'on ne l'imagine, est l'esthétique du produit.

Conjoncture

Alors que la fonction TNT commence à équiper les écrans Plasma et LCD, les téléviseurs à écrans plats montent en puissance par rapport aux produits équipés de tubes cathodiques. Cependant, ces derniers résistent plutôt bien à cette concurrence technologique, tant et si bien qu'en 2005, l'ensemble du marché des téléviseurs devrait battre un record historique de ventes avec des volumes atteignant les 4,9 millions d'unités.

Les écrans LCD - technologie qui à terme remplacera les télévisions à tube cathodique – continuent à se démocratiser : à fin 2005, 1.200.000 unités auront trouvé preneur soit plus de 7% des ménages français équipés. A noter également la progression de la technologie Plasma qui voit ses ventes augmenter de +79% à 250 000 unités.

Enfin, les écrans « HD ready », prêts pour la Haute Définition, représentent déjà 19% des ventes de LCD, Plasma et rétroprojecteurs depuis le début de l'année 2005.

Que sont les conditions normales d'observation d'une image télévision ?

Le premier point à considérer est la résolution de la vision humaine, elle détermine la relation entre distance d'observation et la taille du pixel acceptable. En fait la latitude en distance permettant d'apprécier une image est assez faible car on doit éviter la visibilité de la structure d'écran (pixelisation assez variable suivant les technologies) tout en conservant la perception des détails de l'image.

La distance d'observation et la taille des écrans sont aussi dépendantes de facteurs sociaux en particulier le nombre de spectateurs et la taille de la pièce d'habitation. L'environnement domestique le plus courant n'y permet guère que l'exploitation d'écran de 40'', éventuellement 50''. Au-delà, en Europe, on ne s'adresse qu'à des marchés très limités. La distance d'observation typique dans l'environnement domestique est de 2 à 3 mètres.

Tubes à rayons cathodiques

Historiquement, c'est la première technologie à avoir reproduit des images numériques à travers les décodeurs et adaptateurs. On peut même souligner que des téléviseurs HD (haute définition) à TRC (tubes à rayons cathodiques) sont dès à présent disponibles sur le marché au Japon et aux USA.

Cette technologie très ancienne peut encore évoluer vers des architectures plus adaptées. Des tubes plus minces sont actuellement mis sur le marché.

Ecrans à plasma

Les écrans à plasma sont sur le marché depuis 1996 et en représentent maintenant une part significative. C'est même la seule solution réellement disponible à 42 pouces et plus, en dehors des rétroprojecteurs. Cette technologie a énormément évolué en quelques années et recèle encore un fort potentiel de progression.

Spécificités de la technologie plasma en HD

La première est la contrainte de taille du pixel ou plus précisément la taille de cellule (sous-pixel couleur).

Efficacité lumineuse : globalement, l'efficacité lumineuse peut être encore un peu faible. Cette efficacité est liée à la taille de la cellule.

Niveau du noir : le mode d'adressage comporte des décharges faibles même si l'image est noire, cela détermine un niveau du noir décollé. La situation a été largement améliorée ces dernières années, les meilleurs panneaux sont à 1/3 000 de la crête de luminance ce qui est tout à fait satisfaisant.

Le coût des écrans plasma est surtout celui de leur électronique. Il est actuellement largement inférieur, à taille égale, à celui des LCD. Le coût de l'électronique des plasmas est largement dépendant de la puissance consommée, de la tension sur les drivers et du nombre de drivers. L'évolution de l'efficacité lumineuse, la maîtrise des marges de tensions, l'adressage par une seule rangée de drivers laisse penser à une réduction encore importante des coûts.

Durée de vie : elle a considérablement progressé en quelques années. La réputation faite au plasma à ses débuts n'est certainement plus justifiée aujourd'hui. Certains panneaux capables de 2 lm/w ont tenu lors de tests d'accélération, montrant une réduction très faible de performance à 30 000 heures. Le marquage est aussi considérablement réduit et est de toutes façons peu critique en vidéo.

Ecrans LCD

Les écrans LCD, contrairement au plasma, ont attaqué le marché par les petites tailles, d'abord dans des applications spéciales, puis les ordinateurs portables, les ordinateurs de bureau, et maintenant envahissent le marché télévision en augmentant rapidement de taille. Il se vend maintenant sur ce marché un volume significatif de 32 pouces 1280 x 720p. Des écrans encore prototypes, ou très peu vendus, existent dans la classe des 50-60 pouces.

Spécificités de la technologies d'écrans LCD en HD

Les LCD sont des valves par opposition aux écrans émissifs que sont les PDP et TRC. La cellule cristal liquide transmet plus ou moins la lumière générée par un éclairage arrière, en fonction du niveau vidéo.

Efficacité lumineuse : le flux lumineux délivré par l'éclairage arrière est très élevé. Mais l'essentiel de cette lumière est perdu dans les niveaux successifs du dispositif. Il faut noter que l'efficacité lumineuse des LCD TV est très inférieure à celle des moniteurs informatiques.

Niveau du noir : il est assez décollé par rapport aux autres technologies. Il est déterminé par les performances des polarisations croisées et la pureté du mode de la cellule cristal liquide.

L'angle de vue : cet élément a souvent été une question épineuse en LCD. En fait, ceci n'a pratiquement plus de sens pour les panneaux actuels.

Positionnement / prix : il est difficile de dire aujourd'hui si les LCD pourront « déloger » les plasmas du segment du marché 40 / 50 pouces. Il est clair qu'ils auront une forte position sur le créneau 30 / 37 pouces où ils sont en compétition avec le TRC.

Les techniques de rétro-projection

Il n'y a guère que deux techniques à considérer, ce sont deux technologies de valves réfléchives : les DLP et LCoS.

Il existe des rétroprojecteurs à tubes en HD ils sont même capables des standards les plus élevés. Il n'est pas certain que ces produits encombrants et chers en HD soient proposés en Europe.

Technologie DLP

Le DLP de Texas Instrument a la faveur actuelle des industriels de la télévision. Cette valve réfléchive DMD est composée de micro-miroirs formant chacun un pixel. Les miroirs basculent envoyant ou non la lumière dans l'objectif de projection. La source de lumière est une lampe à arc court semblable à celle utilisée en projection LCD. Le système d'illumination de la valve est similaire. Le DMD est un produit de technologie MEMS de haut vol. L'ensemble du chip set (le DLP) a un coût assez élevé.

De ce fait, on utilise qu'une seule valve fonctionnant en séquentiel couleur. Un dispositif à trois canaux RVB serait bien trop coûteux. Le coût est la clé du succès du DLP en télévision SD (simple définition), tout dépendra de la suite de son évolution.

Technologie LCoS

Le LCoS est à la fois une valve réfléchive sur silicium, comme le DLP, et un LCD. Le flux lumineux est contrôlé par une couche de cristaux liquides déposée sur un circuit intégré dont les électrodes aluminium servent à la fois de miroir et de moyen de polarisation électrique du cristal liquide.

Le système d'illumination est plus ou moins similaire à celui du DLP. La différence est qu'ici on doit utiliser un polariseur ou un PBS faisant perdre du flux. La plupart des LCoS comportent trois canaux RVB comme les systèmes à valves LCD. Certains envisagent de les utiliser en séquentiel couleur mais il y a là un gros problème de flux lumineux et de temps de réponse.

L'intérêt des LCoS est leur capacité à atteindre une définition très élevée dans une taille raisonnable.

La difficulté principale de cette technologie est d'atteindre un flux lumineux raisonnable à un prix grand public.

II. 3.4. Les enjeux du numérique pour les différents acteurs

La numérisation des signaux a bénéficié de façon importante à tous les acteurs de la chaîne de valeur :

- les fournisseurs de contenu ;
- les opérateurs et distributeurs de contenu ;
- les constructeurs qui ont vu un marché nouveau exploser en quelques années ;
- les consommateurs, bien sûr, qui ont vu une amélioration sensible de la qualité de réception, et une multiplication des chaînes et services de TV ou des services de radio.

Jusqu'à présent, la numérisation a eu pour principal déclencheur la volonté d'améliorer la qualité du transport et de la distribution, et de réduire les coûts de distribution.

Bien sûr, la qualité de restitution du contenu s'est accrue au même moment (les DVD, notamment, représentent un gain de qualité extrêmement important, par rapport aux contenus analogiques qui existaient jusqu'alors, et dans les deux segments : vidéo et audio).

La résolution de l'image a progressé mais peut encore s'améliorer.

La TV/HD s'attaque à une amélioration radicale de la qualité de l'image. La taille des écrans devenant de plus en plus importante, la définition actuelle du contenu laisse un sentiment mitigé de qualité. La HD va révolutionner tout cela en offrant une sensation de qualité jamais égalée, y compris sur de très grands écrans.

Il existe en effet un véritable engouement pour une meilleure qualité (il suffit d'observer le boom des ventes de lecteurs de DVD et des home cinéma pour s'en rendre compte).

Le futur proche - La télévision haute définition

L'arrivée sur le marché d'écrans de taille de plus en plus importante, en corollaire d'évolutions technologiques affectant de nombreux éléments de la chaîne de l'image, constitue un élément déterminant pour l'introduction de la TV/ HD.

Affectant à des degrés divers l'ensemble de la chaîne, une telle introduction constitue une étape importante dont l'intérêt doit être majeur pour tous les acteurs concernés, et le résultat à la hauteur des investissements qui devront être consentis.

En termes techniques, cette évolution doit aboutir à une infrastructure renouvelée, de performance clairement différenciable par rapport à la télévision conventionnelle, et dont la pérennité doit être garantie pour plusieurs décennies.

Les critères qui ont très tôt été retenus pour fixer les objectifs de ce que devraient être un nouveau système de TV/ HD ont été les suivants :

- s'appuyer exclusivement sur l'usage du format 16/9 ème, dit panoramique ;
- doubler la résolution d'image dans chacune des directions, horizontale et verticale ;
- pallier les défauts connus de la télévision conventionnelle, ce qui conduira à terme à privilégier un système à balayage progressif.

C'est dans cet esprit que le label « HD Ready » a été élaboré et validé par l'EICTA³ pour caractériser dans un premier temps la capacité des écrans à intégrer la TV HD.

Un label « HD TV » caractérisera prochainement les périphériques de la TV haute définition.

³ EICTA : European Industry Association – Information Systems – Communication technologies – Consumers Electronics.

Comparaison des caractéristiques essentielles
des diverses technologies d'écran

	TRC W76	PDP 42"	AMLCD 32"	DLP 50"
Profondeur	550 mm	82-89 mm / 130 mm	80-85 mm	420 mm (Slim : 175 mm)
Poids	53 kg	30 kg	18 - 24 kg	37 - 50 kg
Définition typique / marché actuel	SD 100hz / 1290 x 720i	845 x 480 p / 1024 x 1024i	1280 x 720 p	1280 x 720 p
Efficacité, lm/w Blanc crête / Vidéo	2.5 / 2.5	2 / 2	3 / 0.6	5 / 1
Luminance (moyenne, filtre, cd/m ?)	150	150	500	400-500
Luminance (Crête, filtre, cd/m ?)	500	400	500	400-500
Puissance écran (- charge image standard, W)	-70	250 (/42")	140	150 (/ 50")
Rapport de Contracte/Niveau de noir	= Ref	= ambiance élevée < ambiance sombre	>> ambiance élevée << ambiance sombre	> ambiance élevée << ANSI
Dynamique de Luminance	Très étendue, γ	Large - 1000	500, caractéristique en S	Large - 1000
Couleur (EBU)	=	=	~	~
Artefacts	Non	Oui	Peu	Oui
Papillotement (Flicker)	Oui si balayage < 70 Hz	Peu	Non (sauf problème d'inversion)	Non
Temps de réponse	Rapide	Peu de problèmes (Vert)	Réponse LC & Adressage	Rapide
Limitations d'angle de vue	Non	Non	Perte de contraste à + / - 40 deg.	Perte de luminance
Marquage	Peu, Ref	Oui, en amélioration	Non (sauf problème d'inversion)	Non, parfait
Uniformité	= Ref	+ / - =	+ / - =	Problème centre-bord
Durée de vie	Ref. ~ 15 ans	30 KH (+ ?)	> 30 KH (lampe, peu clair)	DMD Excellent Lampe très faible

PARTIE III : STRUCTURE DES SYSTÈMES

CHAPITRE III.1.

SYSTEMES DE SONORISATION

III. 1. 1. Matériels, systèmes et installations de sonorisation des locaux (généralités)

La transmission par moyen électroacoustique d'une information sonore nécessite :

- une *source* transformant une variation de pression acoustique en une variation de tension électrique ;
- un *dispositif d'amplification* de cette variation, délivrant une variation électrique de niveau suffisant pour activer un *diffuseur* - casque ou haut-parleur - restituant une information sonore convenable, c'est-à-dire audible par son destinataire dans les conditions acoustiques de son environnement.
- un système de gestion.

Suivant la nature du besoin, la difficulté pour l'acheteur est de discerner les matériels et les systèmes nécessaires, le degré de performance auquel ils doivent satisfaire et les normes applicables.

A cette fin, ce chapitre énumère les différents types de matériels susceptibles d'être utilisés dans les installations de sonorisation des locaux. Les caractéristiques individuelles en sont détaillées plus loin.

III. 1. 2. La source

- la *source* est unique ou multiple selon le degré de complexité de l'installation. Elle peut comporter :
 - un ou plusieurs microphones de types divers par leur nombre, de caractéristiques et leurs performances, fonction de leurs utilisations ;
 - des lecteurs d'enregistrements, analogiques (magnétophones) ou numériques (DAT), , , utilisant des supports tels que bandes magnétiques, disques compact(CD, DVD), cartes flash, etc. ;
 - des matériels délivrant des modulations son, d'émissions de radio ou de télévision, ou de tout autre origine ;
 - un ou plusieurs pupitres microphone équipé de touches de sélection de zones et/ ou de diffusion ;
 - un lecteur de messages de sécurité, conforme à la norme EN60849 si elle est requise.

III.1.3. Les commandes

Les commandes de commutations des sources vers les zones s'effectuent à partir des touches d'un pupitre microphone, de contact provenant d'équipements extérieurs (par ex. détection incendie) ou depuis un PC possédant une interface homme/machine (IHM) adaptée.

III.1.4. Le dispositif d'amplification

Le *dispositif d'amplification* est un système ayant pour objet de délivrer une modulation électrique convenable aux appareils de diffusion du son terminal. En l'occurrence, "convenable" signifie simultanément :

- recueillant fidèlement les différentes modulations électriques générées par la *source* multiple et portant chacune d'elles au niveau correspondant à son importance souhaitable ou voulue dans la restitution sonore finale ;
- parant aux risques de distorsions - électriques et acoustiques - propres au système lui-même et au local dans lequel il est installé ; ces risques sont de trois espèces :

- ceux attenants aux différents matériels constitutifs du système d'amplification et de diffusion et à leurs interconnexions ;
- ceux imputables à l'effet Larsen, à craindre lorsque les microphones de la source peuvent capter le son émis par les haut-parleurs du système de diffusion ;
- ceux encourus du fait de la géométrie du local et des variations, selon les fréquences, du niveau d'absorption du son par les parois - en d'autres termes, du fait des défauts du conditionnement interne de l'acoustique naturelle du lieu d'audition.

Ces considérations se traduisent pratiquement à travers les systèmes suivants :

- le moins sophistiqué, qui correspond au cas d'une source unique reliée à un amplificateur doté d'un bouton correcteur unique d'équilibrage des graves et des aigus et d'un nombre de sorties suffisant à la délivrance du signal électrique d'alimentation des appareils de distribution du son, casques ou haut-parleurs, le système se réduisant alors à un appareil unique ;
- dans le cas le plus général, un système d'amplification comportant quatre types de matériels :
 - l'*amplificateur* proprement dit dont le rôle est de porter la modulation électrique d'origine à un niveau suffisant pour actionner casques et haut-parleurs terminaux ;
 - une "*console* " ou "*table de mixage* ", comportant un nombre d'entrées au moins égal au nombre des sources et autant de sorties que nécessaire pour l'alimentation des matériels de diffusion (casques, haut-parleurs, enceintes acoustiques ou ligne de distribution) ; ce matériel permet simultanément le mélange des sons, notamment "parole" et "musique" et l'apport de corrections partielles des modulations de graves et d'aigus (?) en entrée selon la nature des sources - notamment les types de microphones - et, en sortie, selon celui des diffuseurs ;
 - une *matrice de commutation*, permettant d'adresser simultanément une ou plusieurs sources vers une ou plusieurs sorties nécessaires à l'alimentation des matériel de diffusion ;
 - des "*correcteurs graphiques* " permettent de pré régler des niveaux différents selon les fréquences afin, d'une part, de compenser les inégalités de rendement des différents éléments de la chaîne source-amplificateur-diffuseur selon les fréquences et, d'autre part, de tenter de remédier partiellement aux défauts de l'acoustique naturelle du local d'audition ;
 - et parfois des "*correcteurs paramétriques*" fonctionnant soit en pré réglage sur les fréquences de déclenchement de l'effet Larsen, soit en recherche automatique de celles-ci.

III.1. 5. La diffusion

La partie *diffusion* d'une installation concerne la transmission du signal électrique délivré par l'amplificateur aux matériels propres à le transformer en variations mécaniques induisant des vibrations de la pression sonore.

Ces matériels sont de deux types principaux : *casques d'écoute* et *haut-parleurs* et seront décrits en détail plus loin.

Les haut-parleurs procèdent généralement par déplacement d'un cône souple. Ils se classent en "*électrodynamiques*", "*électrostatiques*" et, pour les grands volumes - à chambre de compression. Leur alimentation se fait soit "à basse impédance", soit "à 100 volts" selon les modèles. Ils peuvent être encastrés dans les plafonds ou les murs, ou montés dans des enceintes de forme cylindrique, octogonale (projecteur de son), ou sphérique. Certaines enceintes en colonne comportent plusieurs haut-parleurs verticaux ; d'autres associent plusieurs haut-parleurs de spectres de fréquences réduits : basses, médium, aigus.

III.1.6. La gestion

Dans les systèmes les plus simples la gestion se limite à la sélection de la priorité des entrées.

Dans les systèmes les plus élaborés, la gestion est paramétrable et évolutive. Elle fournit également des informations sur l'état des divers équipements constituant l'installation.

III.1.7. Exemples de structures de sonorisation

Pour illustrer nos propos, nous prenons un exemple, celui des lycées et collèges : les sons à transmettre y sont de trois types :

- sonnerie de fin de cours ;
- appels par microphone dans l'établissement ;
- évacuation d'urgence en cas de sinistre.

L'utilisation séparée d'une sonnerie de fin de cours, d'un micro pour des messages d'information /d'appels, de sources musicales, avec une diffusion sur une zone unique de diffusion peut correspondre au **synoptique n° 1**.

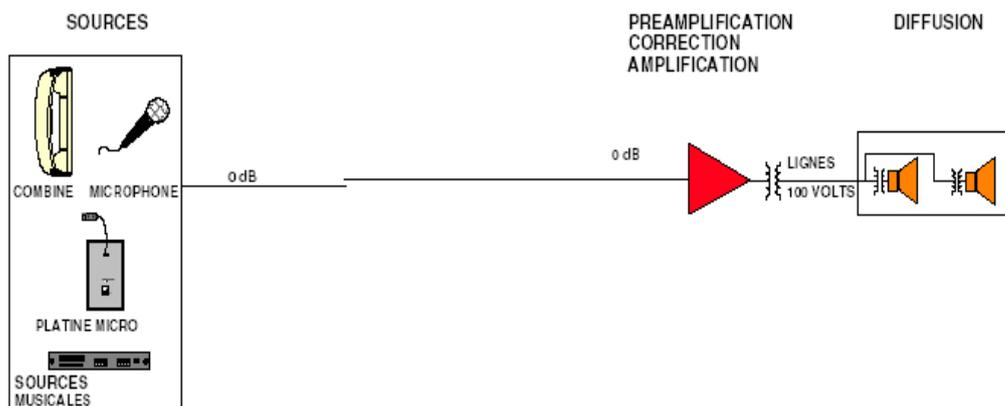
Dans le cas où plusieurs sources seraient utilisées, en même temps, l'équipement doit comprendre un traitement audio bas niveau avec mixage et, si de plus, deux zones de diffusion sont prévues, le **synoptique** serait le **n° 2**.

Le **synoptique n° 3** correspond à une utilisation plus complexe avec une matrice de commutation sur plusieurs réseaux de diffusion.

Le **synoptique n° 4** correspond à un équipement informatisé plus complet. La partie Informatique permet de mémoriser des préréglages correspondant à différents types d'utilisation (matériels ou réglage des niveaux). Avec des sources multiples, des réseaux de diffusion multiples, le mixage et une matrice de commutation il permet toutes les combinaisons. Dès qu'une utilisation programmée est nécessaire, la commande par ordinateur effectue la sélection du schéma de commutation correspondant. Il permet aussi la télémaintenance (recommandée en utilisation de sécurité).

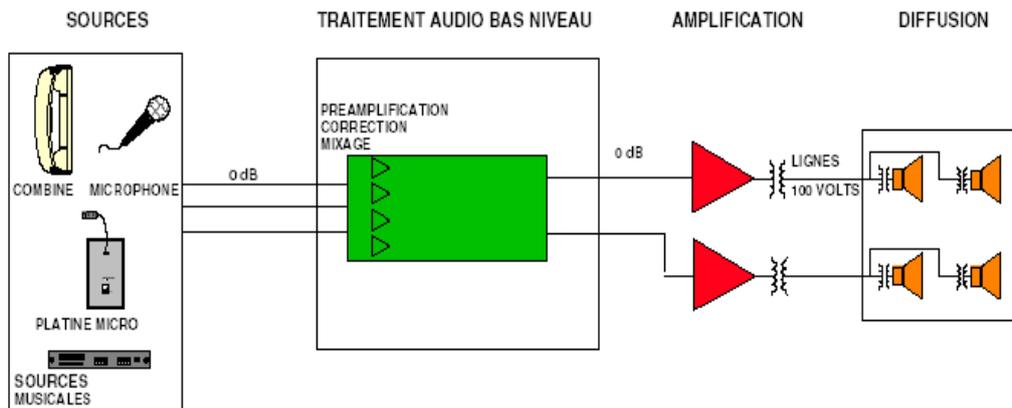
Nota : il existe plusieurs cas intermédiaires complémentaires de ces synoptiques choisis comme exemple de simplification.

SYNOPTIQUE DE SONORISATION N°1



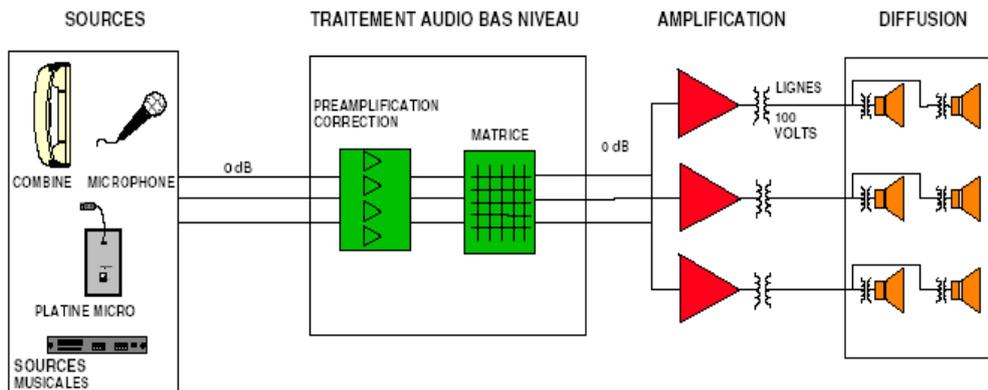
Sonorisation mono-source mono-zone.

SYNOPTIQUE DE SONORISATION N°2



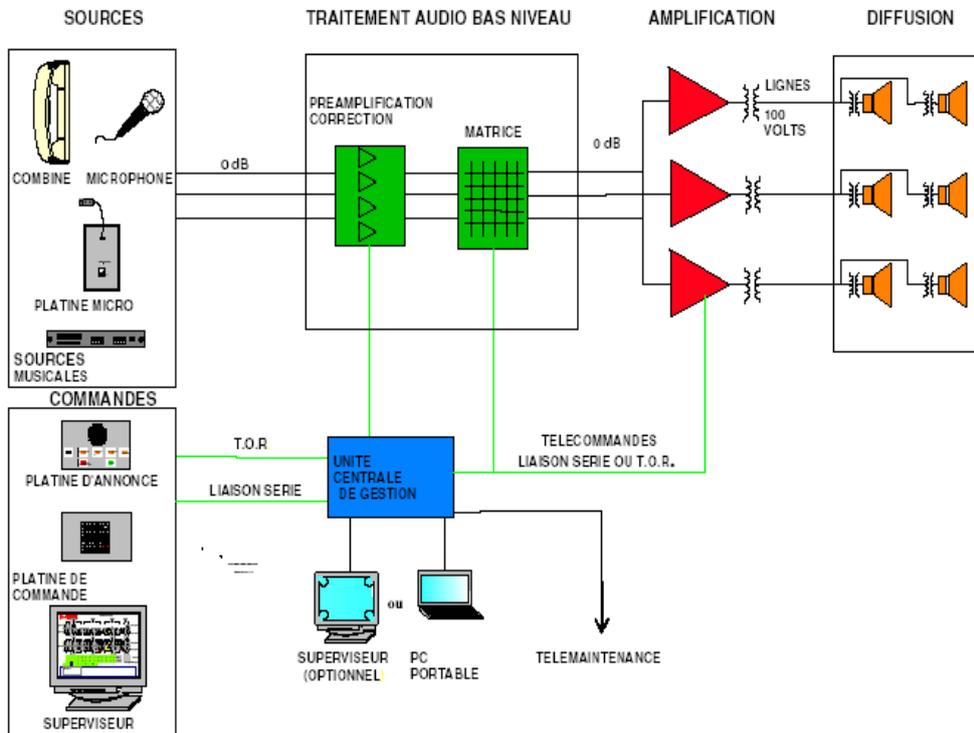
Sonorisation avec mixage des sources et traitement audio.

SYNOPTIQUE DE SONORISATION N°3



Sonorisation multi-sources, multi-zones avec traitement audio.

SYNOPTIQUE DE SONORISATION N°4



Sonorisation multi-sources multi-zones contrôlée et surveillée avec gestion centralisée

CHAPITRE III.2.

SYSTÈMES DE VIDÉOSURVEILLANCE

III.2.1. La vidéosurveillance devient accessible à tous

Que ce soit pour surveiller un lieu public ou privé, s'équiper en matériels de vidéosurveillance (appelée également CCTV (Close Circuit Télé Vision) ou circuit fermé de télévision) elle est aujourd'hui devenue fréquente. Néanmoins, l'acheteur public devra respecter les conditions d'installation et d'utilisation fixées par l'article 10 de la loi n° 95-73 du 21 janvier 1995 d'orientation et de programmation relative à la sécurité et son décret d'application n° 96-926 du 17 octobre 1996.

Dans les années 1970, les sites à haut risque (militaires, nucléaires, pétrochimiques, industriels) ont été les premiers à utiliser des caméras (en noir et blanc). Puis les secteurs bancaires, les établissements de jeux et certains commerces de luxe, les parkings souterrains et depuis peu les pharmacies (faisant d'ailleurs l'objet d'un décret de loi récent pour la substitution de produits toxiques) ont suivi. Sans oublier la régularisation et la surveillance du trafic routier.

Aujourd'hui avec le développement des actes de vandalisme, d'autres types d'activités sont également concernés : les transports en commun, les établissements scolaires, les super et hypermarchés, etc.

Conçu autour de caméras fixes ou mobiles, monochrome ou de plus en plus couleur, dont les images sont transmises par des câbles coaxiaux, réseaux en utilisant le protocole IP ou fibre optique, vers des moniteurs, matrices ou multiplexeurs enregistreurs numériques multicanaux. L'installation de vidéosurveillance constitue un outil de dissuasion, grâce notamment à l'utilisation de systèmes de transmission vidéo vers un télésurveilleur.



Exemple d'utilisation de caméra mobile

III.2.2. Une utilisation simple

La télévision en circuit fermé est mieux acceptée lorsque des préoccupations de sécurité sont en cause. Les coûts engendrés ne constituent plus un obstacle, en raison notamment de la possibilité de louer une installation clé en main sur un site.

En outre, l'utilisation des produits est devenue d'une réelle simplicité.

III.2.3. La définition des besoins

Quel type de surveillance convient-il au site et à la situation ?

Une étude est nécessaire pour bien formuler le besoin dans un cahier des charges contenant le maximum d'informations.

Les professionnels doivent proposer la solution la mieux adaptée en tenant compte des possibilités d'évolution du système en évitant le sous équipement ou le suréquipement du site à surveiller. Le fournisseur doit proposer une documentation exhaustive sur le matériel fourni et, le cas échéant, une formation de l'utilisateur sur l'exploitation du système de vidéosurveillance.

Les caméras doivent répondre à tous les besoins, qu'il s'agisse des coûts, de la taille, des performances en couleur ou noir et blanc, d'une utilisation en intérieur ou en extérieur. Faire confiance à la technologie utilisée, c'est avoir l'assurance que n'importe quelle caméra répondra à vos besoins, offrant l'excellente qualité d'image attendue de tout système de surveillance. Une ergonomie agréable et des commandes dissimulées leur permettra de se fondre dans les sites les plus modernes.

III.2.4. Un certain nombre de techniques permet d'en améliorer les performances :

- ***Niveau de noir automatique :***

Il permet d'optimiser le contraste en fonction de la zone la plus sombre de la scène afin d'améliorer la qualité de l'image dans les scènes floues. Cette fonction joue un rôle important dans les systèmes à caméras multiples, toutes affichant automatiquement l'image avec le même contraste et la même intensité de noir.

- ***Logique floue :***

C'est un circuit numérique définissant une valeur de correction en fonction du signal d'erreur mesuré.

- ***Correction des contours :***

Elle accentue les détails de l'image pour en améliorer la netteté.

- ***DSP :***

De nombreuses caméras sont dotées de la technologie DSP (Digital Signal Processing). Elle convertit un signal vidéo analogique en un signal numérique, permettant ainsi des traitements plus complexes qu'avec les caméras analogiques.

- ***Infrarouge :***

L'évolution technologique des capteurs CCD et des convertisseurs analogique /numérique ne nécessite plus l'utilisation de projecteurs infrarouges, en particulier pour les caméras couleur, ces dernières étant équipées d'un système de commutation de prises de vues jour/nuit.

Seule une caméra monochrome utilise encore un filtre IR, placé entre l'objectif et le capteur. L'épaisseur et l'indice de réfraction du verre correcteur de ce filtre sont sélectionnés afin d'offrir une image nette.

- ***Compensation des zones lumineuses :***

Elle réduit le contraste avec les zones très éclairées. Il est cependant possible d'afficher les détails des zones très éclairées avant qu'elles soient coupées par le limiteur des blancs.

- ***Compensation de contre-jour :***

Dans sa forme la plus simple, le contrôle automatique de la lumière se fait au centre de l'image. Certaines versions permettent la programmation individuelle de zones sensibles. Les versions les plus évoluées permettent la programmation de la sensibilité des différentes zones de l'image.

- ***Alimentation basse tension ou secteur :***

Alimentation 12 Vdc ou 24 Vac. Sur un certain nombre de caméras, la gamme est particulièrement étendue afin d'autoriser l'utilisation d'un large éventail de blocs d'alimentation et, bien entendu, d'assurer une alimentation en continu si la tension secteur manque de fiabilité.

La demande croissante du marché impose des modèles directement alimentés en 220/230 Vac-50Hz.

- ***Configuration et commande à distance :***

Le contrôle et la configuration des caméras, depuis un emplacement distant, deviennent une nécessité à mesure que des matériels de plus en plus pointus s'imposent.

L'intégration de logiciels permettant à l'utilisateur de configurer, puis de commander les caméras à distance, accroît notablement la souplesse des systèmes de surveillance vidéo en circuit fermé.

- **Contrôle des sensibilités :**

L'obturateur électronique est réglé automatiquement pour une vitesse qui, selon la luminosité du signal, assure un contraste constant du signal vidéo émis par la caméra.

III.2.5. Les objectifs :

L'introduction des capteurs à semi-conducteurs a largement favorisé la durée de vie et la fiabilité des caméras de surveillance en circuit fermé. Les nouvelles caméras CCD apportant un nouveau standard en matière de netteté de l'image et de contraste, les attentes en termes de qualité mécanique et optique de l'objectif sont de plus en plus grandes.

La gamme d'objectifs à ouverture automatique, de zooms et d'objectifs à focale fixe est conçue pour répondre à des exigences élevées quant à leur durée de vie, à leur fiabilité et à leur qualité optique.

En combinant des modèles à diaphragme vidéo, DC et manuel, cette gamme d'étend des modèles grand angle au téléobjectif, couvrant pratiquement toutes les applications possibles dans un système de surveillance en circuit fermé. Ils sont conçus de sorte à faciliter l'installation sur une vaste gamme de caméras par l'emploi d'un système de monture standard appelé CS et offre un format d'image de 1/4 de pouce, 1/3 de pouce, ou 1/2 pouce.

III.2.6. Le calcul du champ de vision :

Le champ de vision de la caméra est déterminé par la largeur (l), la hauteur (h) et la distance (d) par rapport à l'objectif. Une fois qu'il a été décidé de la scène que la caméra doit observer, trois facteurs permettent de déterminer la longueur de focale à utiliser :

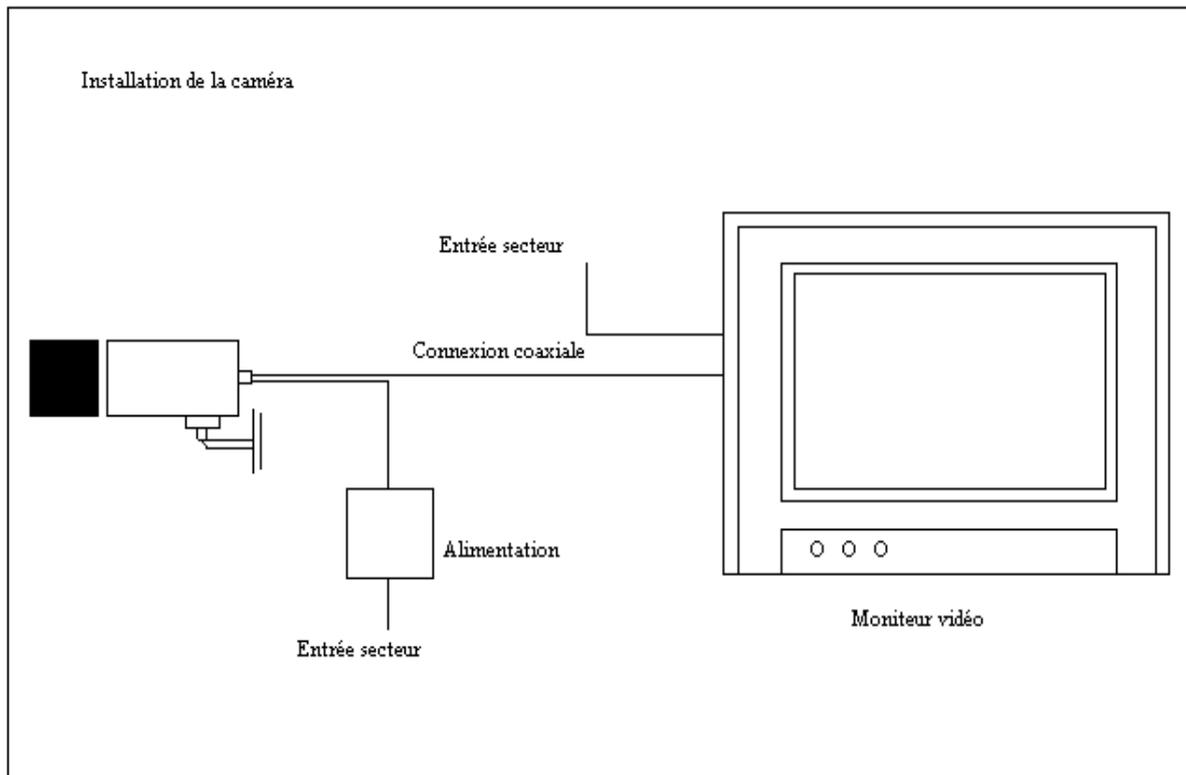
- la grandeur de la scène à observer ;
- la distance entre la scène et l'objectif de la caméra ;
- la taille du capteur de la caméra : 1/4 de pouce, 1/3 de pouce ou 1/2 pouce.

III.2.7. Les moniteurs :

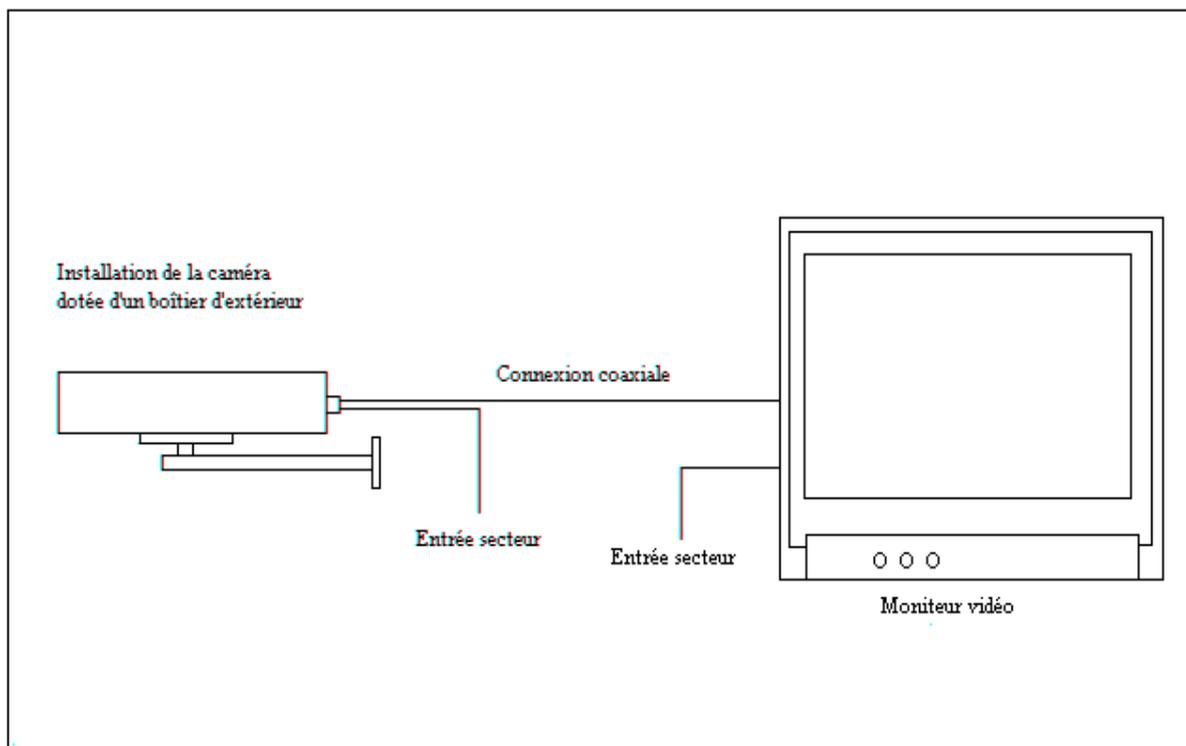
Les moniteurs sont l'un des composants les plus importants puisqu'ils constituent l'interface avec les opérateurs, là où les performances de ceux-ci dépendent de la résolution et de la stabilité de l'image.

Les moniteurs sont dotés des fonctionnalités nécessaires pour répondre aux performances requises :

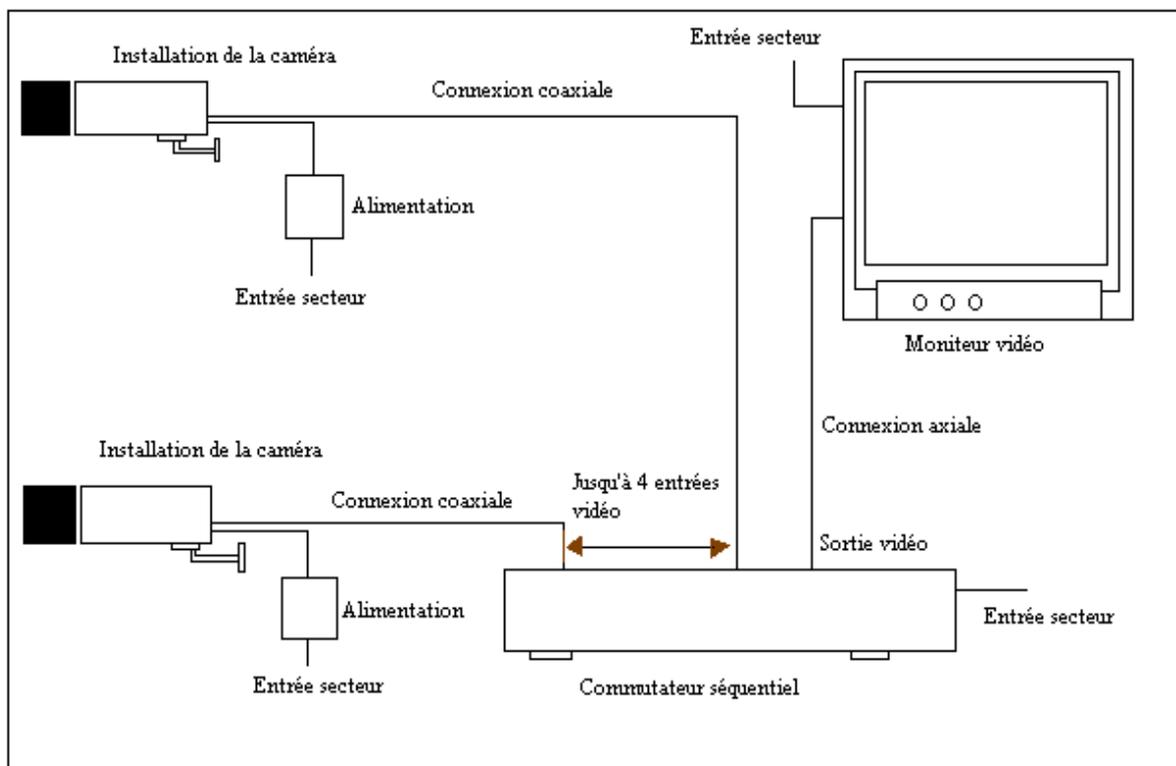
- choix entre les signaux © VBS et Y/C en entrée ;
- pour les versions Y/C, les signaux de luminance et de chrominance transmission par des câbles séparés, d'où une image de très haute qualité ;
- options de surbalayage et de sous-balayage. Le surbalayage permet d'obtenir une image légèrement plus grande que le tube, offrant ainsi un affichage en plein écran. Le sous-balayage permet d'obtenir une image légèrement plus petite que le tube, ce qui a son importance lorsqu'il est nécessaire de voir les bords ;
- l'option d'itération, qui permet de connecter le signal vidéo à d'autres équipements, tels que des moniteurs supplémentaires ou des magnétoscopes.



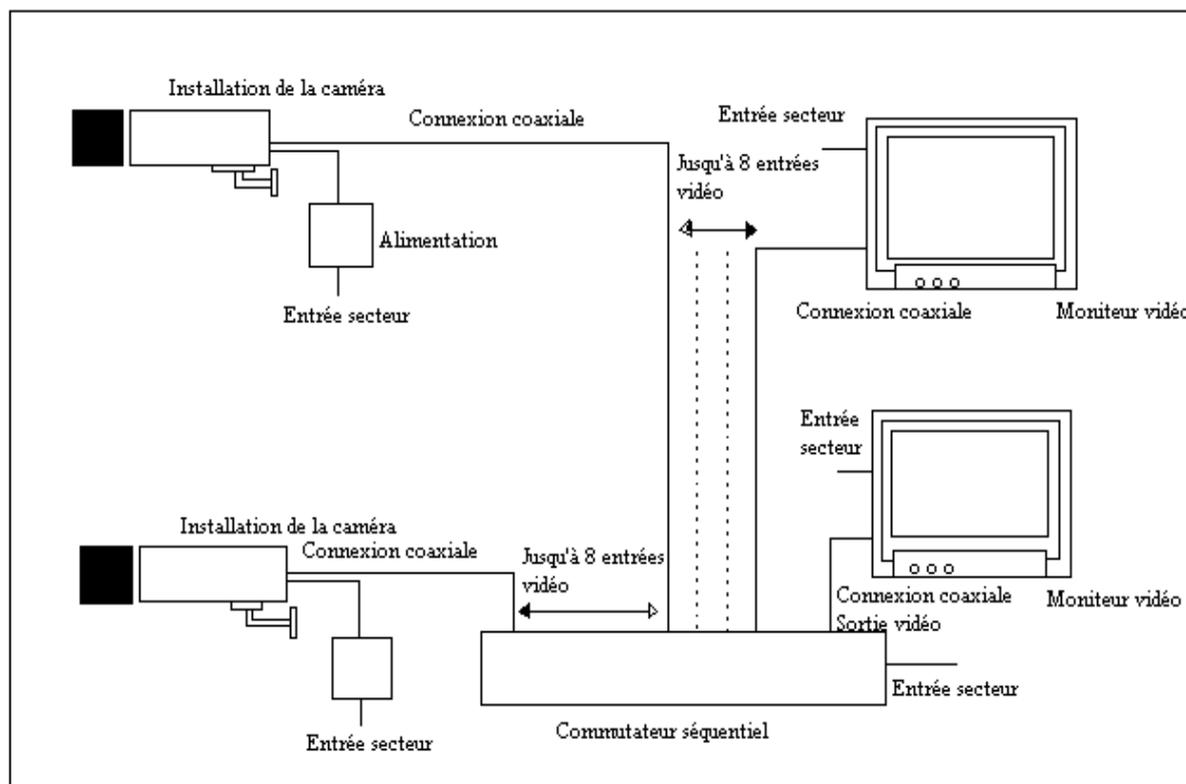
Caméra d'intérieur standard



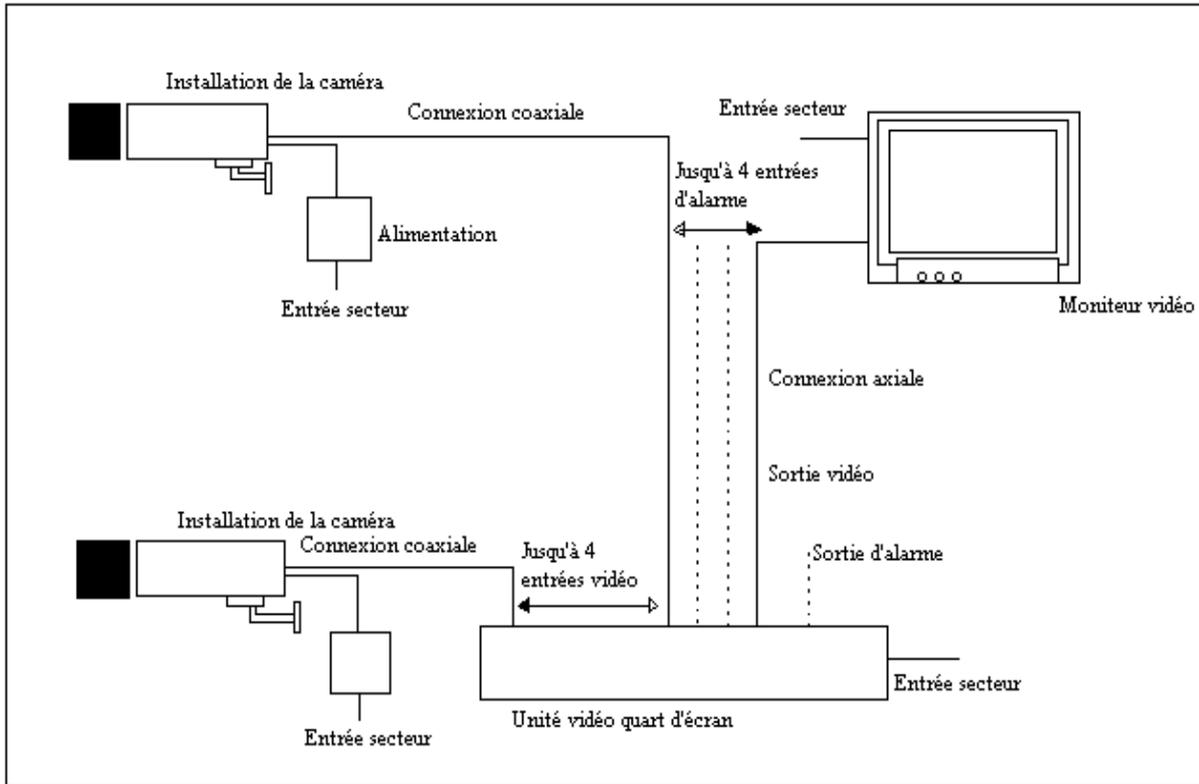
Caméra d'extérieur standard



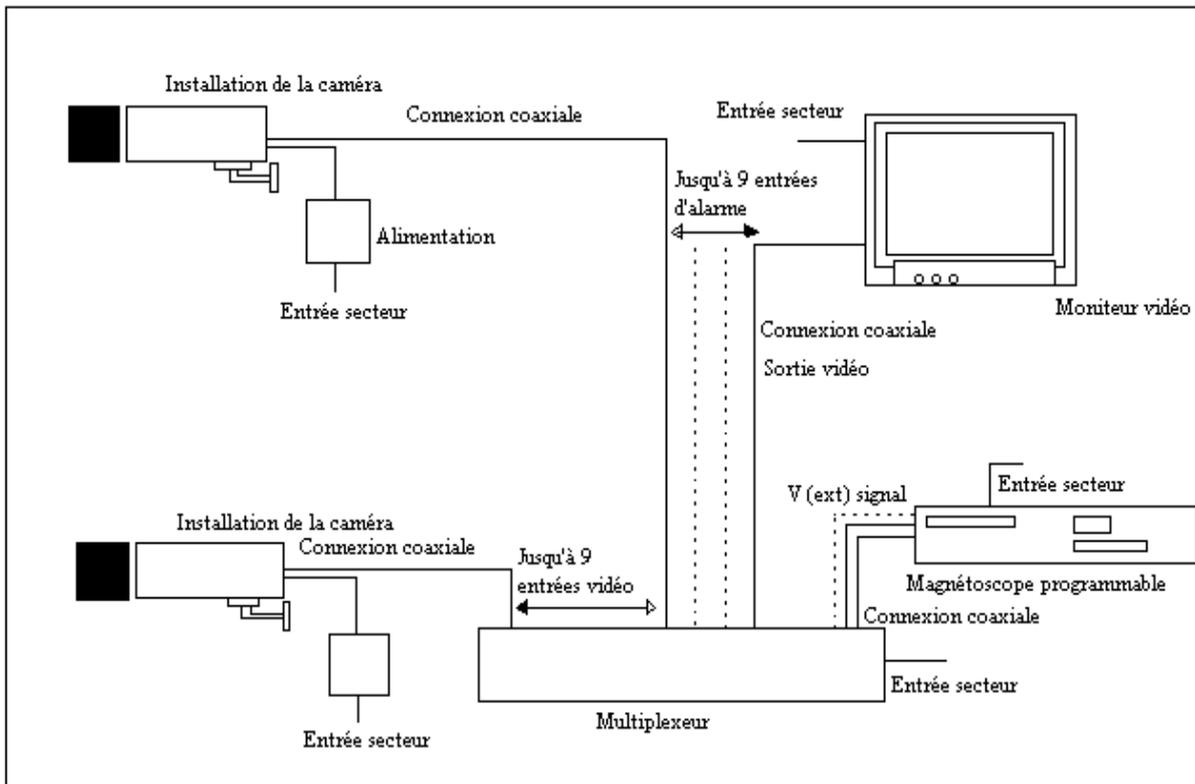
Commutateur séquentiel quatre canaux et caméra d'intérieur



Commutateur séquentiel huit canaux et caméra d'intérieur



Unité vidéo quart d'écran et caméra d'intérieur



Multiplexeur et caméra d'intérieur

CHAPITRE III.3

VIDÉO PROJECTION

En raison de la qualité globale des vidéo projecteurs disponibles actuellement sur le marché, il est généralement fait l'hypothèse que choisir le bon projecteur est plus facile qu'avant. Mais le "bon" projecteur pour la mauvaise application reste un « mauvais » projecteur.

Le choix d'un vidéo projecteur reste toujours dépendant des facteurs suivants :

- le choix technologique de projection ;
- la Taille de l'écran ;
- la luminosité ambiante ;
- les sources externes et leur résolution ;
- les besoins en fonctionnalités ;
- la pérennité du constructeur et la fiabilité des équipements ;
- le budget.

III. 3. 1 Les technologies

Il existe aujourd'hui 2 technologies : LCD & DLP.

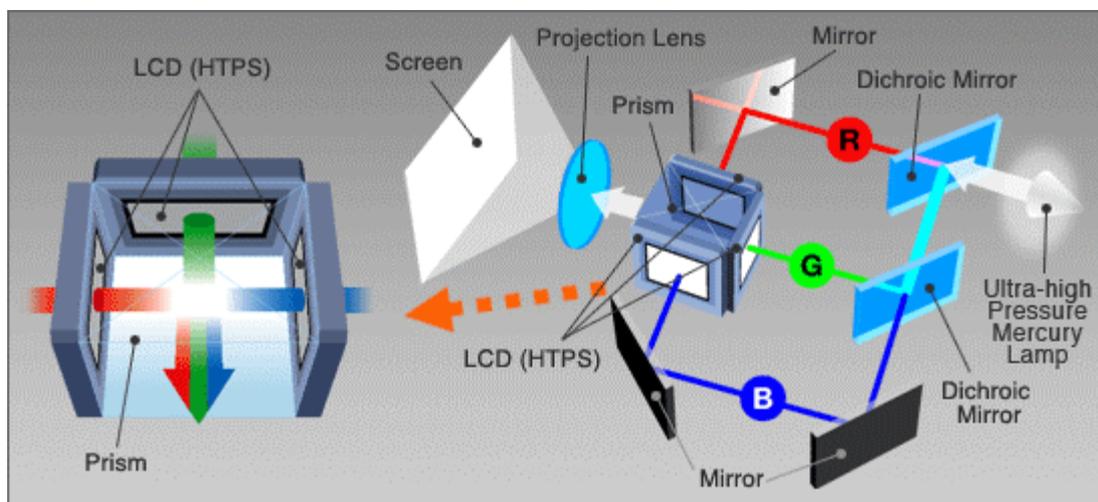
Vidéo projecteurs LCD

Les projecteurs à cristaux liquides utilisent 3 panneaux de haute technologie. La lumière issue de la lampe est divisée en 3 composantes spectrales : Rouge, Vert et Bleu. Chaque faisceau traverse un panneau LCD dédié puis est recombinaison pour constituer une image qui est alors projetée à travers une lentille haute définition.

Les panneaux LCD existent en différentes tailles de diagonale de 0.5 inches jusqu'à 1.65 inches. Les panneaux sont sensibles à la dégradation dans le temps en raison de la puissance lumineuse qui les traverse. Plus le vidéoprojecteur sera puissant et plus le panneau sera petit, plus le vieillissement sera accéléré.

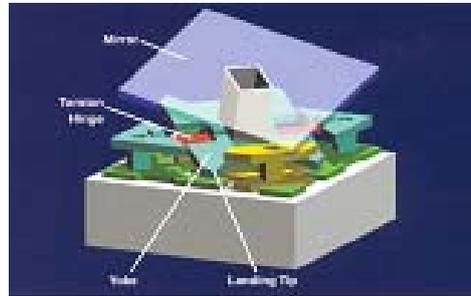
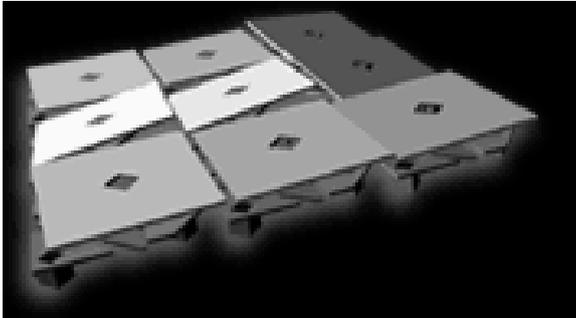
Les vidéo projecteurs LCD sont principalement utilisés pour des applications salles de classe, salles de réunion.

Principe de fonctionnement :



Vidéo projecteurs DLP

La technologie DLP réside dans l'utilisation d'un semi-conducteur optique dénommé DMD (Digital Micromirror Device). Celui-ci est constitué d'une série de miroirs microscopiques qui fonctionnent comme des commutateurs de lumière pour produire une image dont la résolution est équivalente au nombre de miroirs présents sur le semi-conducteur.

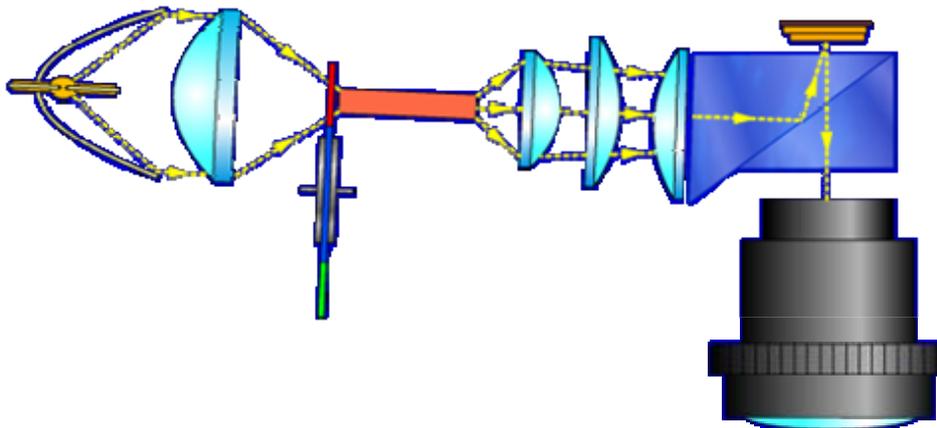


Il existe deux types de projecteurs DLP : Les single chip DMD qui utilisent une roue codeuse colorimétrique et les tri-chips DMD qui fonctionnent avec un DMD pour chaque couleur primaire Rouge, Vert et Bleu.

Les vidéo projecteurs mono DLP (single chip DMD)

Les couleurs de projection sont générées par l'utilisation d'une roue couleur qui sépare la lumière blanche issue de la lampe en un faisceau de couleur primaire. Faisceau rouge puis vert, puis bleu et quelquefois blanc car il existe 2 types de roue : RVBRVB (rouge-vert-bleu-rouge-vert-bleu) et RVBB (rouge-vert-bleu-blanc).

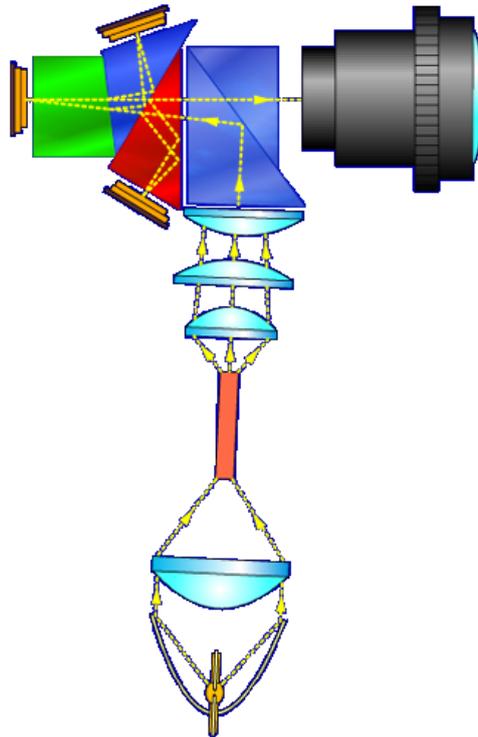
Principe de fonctionnement :



Les vidéo projecteurs Tri - DLP (3 chips DMD)

La lumière issue de la lampe est divisée en 3 composantes spectrales : Rouge, Vert et Bleu. Chaque faisceau est dirigé sur un DMD.

Principe de fonctionnement :



La technologie DLP est une technologie réflective. De ce fait, elle sera particulièrement appréciée pour les applications où la qualité de l'image vidéo est primordiale et/ou la durée d'utilisation est importante.

III.3.2 La taille de l'écran

Les lois de l'optique exigent le respect d'un certain nombre de règles de base afin que les spectateurs perçoivent une image de bonne qualité et lisible de la personne la plus proche à celle la plus éloignée.

La taille de l'écran en rapport à la dimension de la salle est un élément important à prendre en considération.

Il y a plusieurs formules pour choisir la taille appropriée.

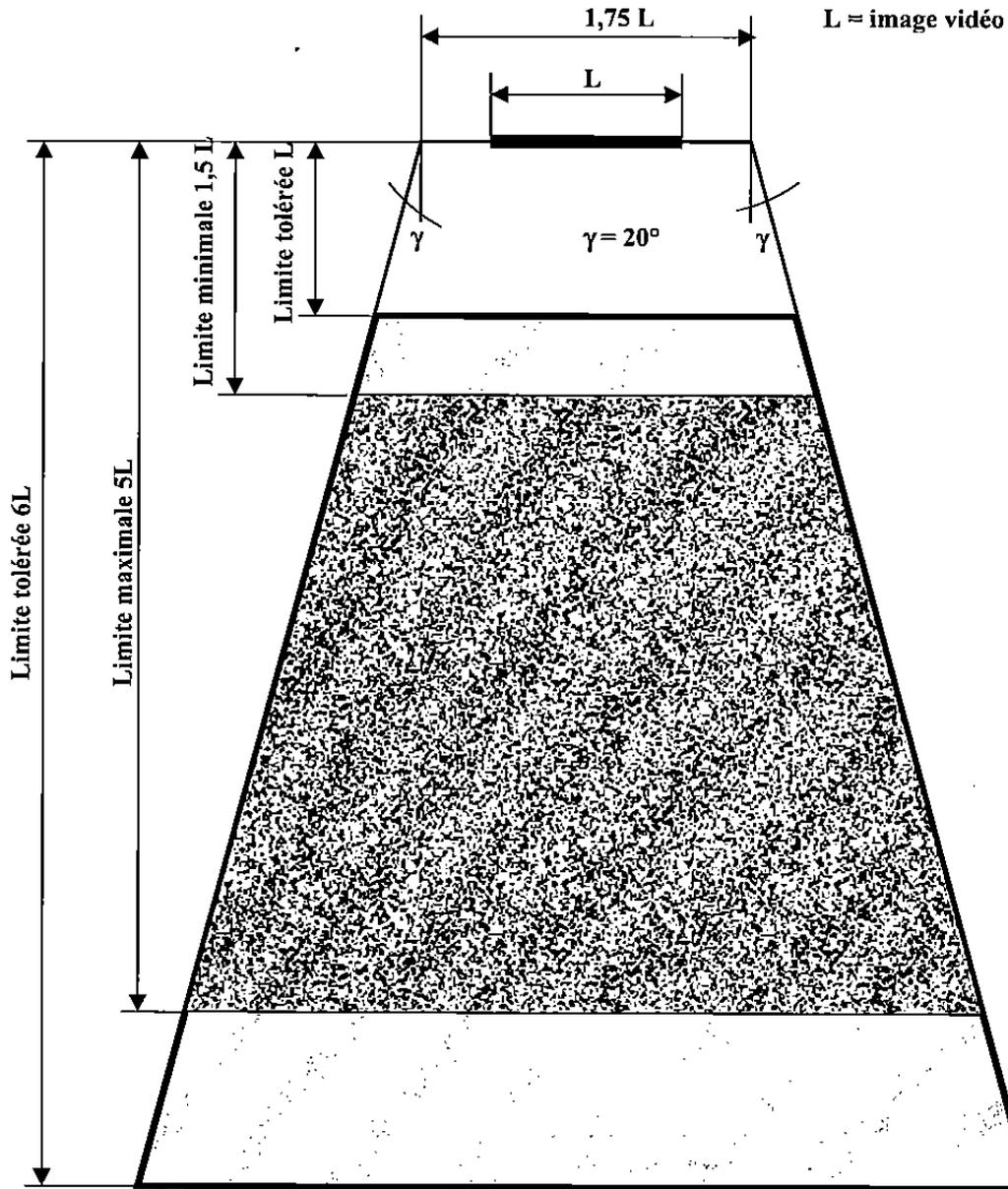
La distance minimale de visualisation est généralement de 1.5 fois la base de l'écran (exceptionnellement 1 fois).

Pour la distance maximale de visualisation, quelques règles du "pouce" s'imposent :

- pour la vidéo classique (image vidéo d'un intervenant) : jusqu'à 6 fois la base de l'écran.
- pour des fichiers avec des détails (tableaux Excel, documents graphiques) : jusqu'à 5 fois la base de l'écran.

Dépendant de la taille des caractères utilisés dans les présentations, des distances inférieures de visualisation peuvent être nécessaires.

De même pour assurer une parfaite lisibilité, les places latérales à l'écran doivent être comprises dans les limites de la figure ci-dessous.



III.3.3. La luminosité ambiante

La lumière ambiante, et également la taille de l'écran, déterminent le besoin en puissance lumineuse pour le projecteur.

L'image doit être: suffisamment lumineuse pour couvrir la lumière ambiante mais pas trop, de manière à ne pas gêner le lecteur. Ceci pour assurer que l'image aura un ratio de contraste suffisant, facteur qui détermine la qualité perçue de l'image.

Pour calculer la **puissance lumineuse** nécessaire pour un ratio de contraste désiré, il faut prendre en compte les paramètres suivants :

- la lumière ambiante sur l'écran (en lux);
- la surface de l'image souhaitée;
- le ratio de contraste du projecteur;
- le ratio de contraste perçu désiré.

Quelques exemples de ratio de contraste :

- texte monochrome blanc et noir : 2:1
- présentations informatiques : > 10 :1
- vidéo acceptable : > 20:1
- vidéo de bonne qualité : > 50:1
- vidéo d'excellente qualité : > 100:1

Une puissance trop importante par rapport aux besoins, outre la gêne provoquée pour le spectateur entraîne une consommation plus importante, un niveau de bruit plus élevé, car le vidéo projecteur a besoin d'une plus grande puissance de ventilation.

III.3.4. Les sources externes et leurs résolutions

Pour choisir un projecteur, il est important de définir :

- quel type d'informations sera diffusé la plupart du temps;
- quel niveau de détail est attendu;
- quel type de sources sera la plupart du temps utilisé (informatique ou vidéo).

Il est aussi primordial d'anticiper les futurs besoins en sources à diffuser pour choisir la bonne résolution du projecteur. Les ordinateurs proposent des résolutions de plus en plus hautes.

Un vidéo projecteur ne projette que dans sa résolution native. La meilleure image est donc obtenue lorsque la source et le vidéo projecteur ont la même résolution et sans correction trapézoïdale.

Les différentes résolutions existantes (pixels):

SVGA	800 x 600
XGA	1024 x 768
SXGA	1280 x 1024
SXGA+	1400 x 1050
UXGA	1600 x 1200
HDTV	1920 x 1080
Cinéma Digital	2048 x 1080

III.3.5 Les besoins en fonctionnalités

Rappelez-vous la phrase d'Henri Ford « Vous pouvez avoir n'importe quelle couleur de voiture tant qu'elle est noire ».

Outre la fonction primaire de projeter, les vidéo projecteurs offre de nombreuses autres fonctionnalités (image dans l'image, double lampe, obturateur ...).

Comme pour le choix de la résolution, il est indispensable de définir précisément les conditions d'utilisation actuelles et futures afin d'obtenir le matériel le plus évolutif possible.

Un vidéo projecteur n'est idéal que si les besoins sont tenus.

III.3.6. La pérennité du constructeur et la fiabilité des équipements

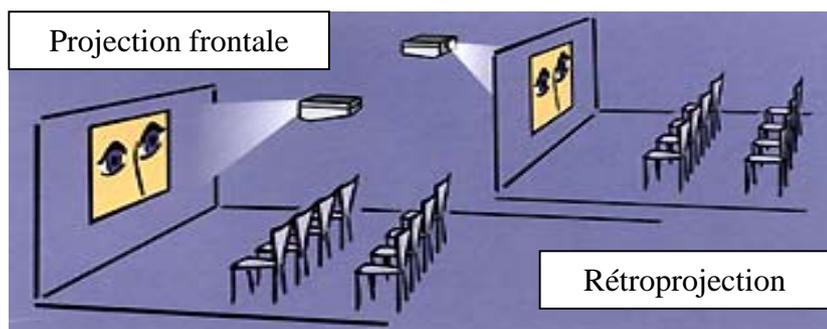
Lorsque l'on investit dans un projecteur, c'est rarement pour quelques mois. Il faut donc prendre en compte la pérennité du fabricant, des gammes de produits. Ces critères assurent que le suivi des installations au niveau de la maintenance sera garanti.

Les vidéo projecteurs doivent être conçus pour faciliter le service, tel le remplacement des consommables. La qualité tant dans la conception que dans les composants doivent être des éléments à prendre en compte lors du choix final.

Fréquemment les vidéo projecteurs sont utilisés de façon intensive et un produit de mauvaise qualité ne permettra pas de tenir la durée de vie escomptée.

III.3.7. Le budget

La plupart du temps, le choix du projecteur dépend du prix d'achat initial. Mais le coût réel va bien au-delà. Sur la durée de vie d'un vidéo projecteur, il faut prendre en compte le coût des consommables et la fréquence de leur remplacement, la consommation de l'équipement, les équipements connexes nécessaires par manque de possibilités offertes.



CHAPITRE III.4

VIDEOCOMMUNICATION

Une infrastructure de vidéocommunication désigne un ensemble de matériels constitutifs de réseaux de vidéocommunication.

III.4.1. Il convient de préciser le vocabulaire de cette discipline

Un câble est un support physique permettant de transporter des informations sous forme de modulations électriques (câbles coaxiaux ou multipaires) ou lumineuses (fibres optiques).

Les signaux d'information transportés sont « analogiques » (son classique, téléphonie classique, télévision et vidéo classiques) ou « numériques » (son numérisé, téléphonie numérique, images, signaux informatiques, serveurs vidéo numériques avec transport en MPeg1,MPeg2 ou MPeg4 etc.).

Le câblage permet, par l'installation de câbles, de relier entre eux différents lieux pour diffuser de l'information (système « classique ») ou pour échanger des informations (système « interactif »).

Les réseaux câblés sont de deux types :

- réseaux de télévision câblés, généralement urbains; ils distribuent, à des abonnés individuels ou collectifs, à partir d'une tête de réseau, des programmes télévisés (ceux de chaînes terrestres émettant sur le territoire national, ceux captés sur différents satellites, d'autres diffusés à partir de cassettes par des ensembles de magnétoscopes automatisés);
- réseaux de site, transportant entre plusieurs points d'un site des informations spécifiques, s'il s'agit de réseaux spécialisés (informatique, vidéo, téléphone, télévision, etc.) ou multiples, s'il s'agit de réseaux multimédias regroupant un bouquet d'informations de types différents.

L'évolution des technologies de la vidéocommunication est très nettement en faveur de la polyvalence du câblage VDI, qui permet sur un même câble unique la transmission simultanée de la voix, de données informatiques et d'images. La mise en oeuvre d'un tel système de câble unique est donc recommandée lorsqu'elle est compatible avec les contraintes.

Le pilotage à distance donne la possibilité, depuis un poste de télévision, d'exercer à distance, jusqu'à cinq cents mètres, sur un appareil audiovisuel, les commandes simples que permet dans une même pièce la télécommande à infrarouge. Le pilotage est dit déporté lorsque l'appareil qu'on pilote ne se trouve pas en tête de réseau, mais dans l'immeuble sur une « voie de déport »; la distance entre la télécommande infrarouge et l'appareil piloté peut atteindre alors jusqu'à deux fois cinq cents mètres.

Pendant longtemps le pilotage a été considéré comme un luxe inutile puisqu'on ne pouvait piloter qu'une source unique, que le chargement des cassettes à distance était impossible et que le suivi de l'index du compteur n'était possible qu'avec des magnétoscopes à affichage d'index sur l'écran; bref, un magnétoscope sur un chariot était à la fois plus fonctionnel et plus économique.

Depuis, les technologies ont évolué avec:

- le pilotage sélectif des sources audiovisuelles par infrarouge permettant à plusieurs utilisateurs d'utiliser en simultané des sources de protocole infrarouge identique (magnétoscopes de même marque);

- l'arrivée sur le marché grand public de supports de stockage numériques de grande capacité et de moins en moins chers (CDROM, DVI), vidéodisque, serveur vidéo numérique) et possibilité depuis un seul lecteur de décompresser un certain nombre de voies vidéo de manière simultanée (vidéo à la demande);
- l'arrivée sur le marché de CODEC de visioconférence permettant, au travers d'une ligne téléphonique ADSL de transporter une image fluide, un son de qualité ainsi que des fichiers numériques (H 320 et T 120);
- le développement considérable d'Internet et sa pénétration de tous les milieux socioculturels.

Toutes ces technologies de la communication d'aujourd'hui et de demain rendent indispensable un partage intelligent et sécuritaire des ressources audiovisuelles et informatiques.

Toutes ces ressources, inabornables il y a quelques années, représentent en effet, encore aujourd'hui, de lourds investissements qu'il est indispensable de sauvegarder et dont l'utilisation doit être contrôlée.

C'est la raison pour laquelle la mise à disposition d'un unique téléviseur sur une console murale (outil le plus robuste et le plus difficile à dérober de la chaîne audiovisuelle et informatique) permettra, complété d'une télécommande ou d'un clavier infrarouge de pilotage, l'accès à l'ensemble des ressources multimédia de l'immeuble et du réseau externe (Internet).

On entend par interactivité la possibilité technique de dialoguer avec les sources audiovisuelles de manière à obtenir de ces dernières des actions conformes à la volonté imprévisible de l'opérateur. Il s'agit, en l'occurrence, d'une liberté élargie de choix par rapport aux commandes simplifiées du pilotage.

A chaque étape de la transaction entre l'utilisateur et la ressource, un dialogue ouvert permettra de conduire à une multitude d'actions, depuis le choix d'un film à décompresser jusqu'à l'envoi d'un courrier électronique, en passant par la diffusion d'un journal d'information scolaire cyclique sur les écrans prévus à cet effet, sur des consoles en point haut.

Cette interactivité peut s'exercer à l'aide d'un ordinateur, à condition que chaque utilisateur soit équipé de sa console, ce qui n'est pas économique.

Le réseau audiovisuel va permettre, depuis un simple poste de télévision, robuste et bon marché, de valider, à l'aide d'une télécommande infrarouge, une arborescence de choix pour aboutir au résultat.

La possibilité, depuis le même écran et avec un clavier infrarouge, de prendre le contrôle écran clavier souris d'un ordinateur partagé sur le réseau donne une tout autre dimension à l'interactivité. Toutes les ressources multimédia de l'informatique moderne sont disponibles depuis chaque téléviseur, avec en plus l'économie qu'autorise le remplacement des PC par des téléviseurs ou de simples moniteurs vidéo et le caractère collectif que le grand écran de télévision, LCD ou Plasma, rend possible à bon prix.

Le procédé numérique, ou numérisation, permet de transformer les images et le son en signaux binaires qui, après avoir été transportés et stockés, sont reconvertis avec le maximum de similitude en images et sons disponibles pour l'utilisateur. Une tendance actuelle consiste à considérer comme irréversible l'évolution vers le numérique.

Une origine biologique pour la voix, une destination également biologique pour l'image: telle est la première interpellation adressée à l'électronicien confortablement installé dans le monde du signal numérique. L'image et la voix sont, par essence, des signaux analogiques et il semble raisonnable de ne pas oublier une telle spécificité, au demeurant très proche de l'utilisateur.

Le câblage VDI en paires symétriques oblige à une reconversion des signaux et il est donc nécessaire d'éviter les défauts graves liés au fait que l'utilisateur final des signaux n'est pas un ordinateur, mais un être humain. Conséquence directe des propriétés biologiques du son et de l'image, les signaux requis sont analogiques. Un schéma communément admis veut que la numérisation du son et de l'image se fasse au plus près de leur source et que la reconstitution analogique soit l'une des dernières fonctions des récepteurs. Aujourd'hui en revanche, cette conception impose la présence d'un processeur (de type PC ou autre) à proximité du téléviseur et des enceintes chargés de la restitution.

Une solution plus économique et tout aussi performante permet de partager entre plusieurs téléviseurs un PC fédérateur pouvant se trouver jusqu'à cinq cents mètres des téléviseurs et de piloter ce fédérateur au moyen d'un clavier infrarouge. Ainsi, le signal converti en analogique sera transporté, sans perte et sur une seule paire du réseau V1, depuis l'ordinateur jusqu'au téléviseur.

A ce sujet, il convient de noter que les téléviseurs et les écrans plats du commerce, fabriqués en série et vendus à prix accessible au grand public sont aujourd'hui analogiques, même si l'amélioration de la qualité du son et de l'image sont à l'ordre du jour (doublage des lignes, son Dolby, Nicam et évolution vers la numérisation du processus).

III. 4. 2. Les structures de vidéocommunication.

Par ailleurs, contrairement aux idées reçues, les écrans informatiques (VGA, SVGA, XGA) restent basés sur une technologie analogique (RVBS).

Concernant la pérennité d'une solution, il n'y a donc aucun souci à se faire si l'on opte pour un transport analogique sur le réseau interne (LAN), puisque toutes les solutions actuelles résultent d'un judicieux mariage entre analogique et numérique.

Une structure de vidéocommunication comporte des éléments de deux catégories, selon qu'ils sont ou non consommateurs d'énergie

Les éléments passifs

Les éléments passifs sont essentiellement les câbles, les répartiteurs et les prises aux points d'accès des utilisateurs du réseau.

Ils s'organisent selon une architecture de réseau comportant:

- des liaisons primaires, cuivre et éventuellement fibres optiques, à partir d'un répartiteur général, poste de pilotage du réseau, interface entre la mise à disposition des ressources et la demande à satisfaire (en jargon technique, entre l'armoire de brassage et les prises à émuler) (1);
- des liaisons capillaires si le site est étendu (>100 m); l'architecture du réseau nécessite alors des sous-répartiteurs et les liaisons entre bâtiments ou entre répartiteurs doivent être réalisées en fibre optique si la continuité des débits et/ou la protection contre la foudre l'exigent.

Les éléments actifs

Les éléments actifs d'un réseau VDI sont, pour l'essentiel:

- l'autocommutateur numérique (PABX), élément d'émulation téléphonique assurant la communication interne et externe du site (internet, messagerie électronique etc.);
- la baie vidéo, ou matrice de commutation audiovisuelle.

Cette dernière permet :

- le transfert de toutes les sources audiovisuelles vers l'ensemble des téléviseurs de consultation, la remontée des sources distantes vers la matrice au travers des voies de retour;
 - le pilotage sélectif des sources locales ou distantes depuis les téléviseurs de consultation et de pilotage;
 - depuis le téléviseur et le clavier infrarouge, l'exercice d'une interactivité identique à celle d'un poste informatique en réseau.
- Le serveur vidéo ou serveur vidéo-numérique; il reprend les fonctions principales de la baie vidéo en lui ajoutant les fonctionnalités du numérique: stockage sur gros disques durs, accès instantané et simultané de plusieurs utilisateurs à des extraits différents, transfert à haut débit, acquisition et restitution numériques quasi instantanées;
 - les équipements de commutation informatique (carte réseau installée sur les micro-ordinateurs, répéteurs concentrateurs multiports ou hubs).
 - les ordinateurs permettant, soit la diffusion des journaux de vie scolaire soit l'affichage du plan de service pour trouver plus facilement les sources disponibles.

III.4.3. Les réseaux

Il existe, en fait, deux grandes catégories de réseaux de vidéo-communication, selon l'architecture des bâtiments en cause et la technologie mise en oeuvre pour la sélection et la commutation des programmes.

La structure en arbre (cf. p. 75 fig.1)

Dans la structure en arbre, plusieurs troncs principaux (dits « lignes de transfert primaires ») partent de la tête de réseau, acheminant les signaux vers des branches maîtresses (dites lignes de transfert secondaires), lesquelles se ramifient en nombreux rameaux constituant le réseau de distribution. Les différents canaux, issus de la tête de réseau ou transitant par elle, sont donc présents sur toutes les branches et, sauf filtrage éventuel localisé, simultanément disponibles sur les prises installées dans les différents locaux du bâtiment.

L'extension d'un tel réseau se fait facilement par création d'un nouveau rameau, par branchement en dérivation, à destination du nouveau point à desservir.

La structure en étoile (cf. p.75 fig.2)

Dans la structure en étoile, chaque point desservi est directement relié à la tête de réseau par un câble individuel unique, le réseau ne comportant aucune dérivation. La commutation s'opère donc en tête de réseau. Toute extension de ce dernier nécessite la disponibilité de paires supplémentaires entre la tête de réseau et le nouvel accès à desservir (une paire par accès).

Les fibres optiques

Une remarque importante s'impose concernant l'image informatique. Même si cette image a l'apparence d'une image vidéo, elle n'est pas générée de la même manière; les signaux sont de natures et de caractéristiques différentes selon les standards de carte graphique des micro-ordinateurs. Les informations image peuvent être de type RVB (analogique) ou binaire (dialogue entre processeurs): si elles sont binaires, leur impédance élevée interdit l'utilisation de longs câbles (structure ethernet de 120 mètres au maximum entre sous-répartiteurs) sauf à utiliser les liaisons en fibre optique beaucoup plus chères.

En vidéo composite (Pal Secam Ntsc), les informations peuvent parcourir 500 mètres sur un support cuivre satisfaisant aux exigences de la catégorie 5 ou 6, tandis qu'en Y/C (S vidéo) ils peuvent parcourir 350 mètres sur une paire avec une qualité « informatique ». La fibre optique permet d'atteindre 2,5 kilomètres en multi modes et 20 kilomètres en monomode.

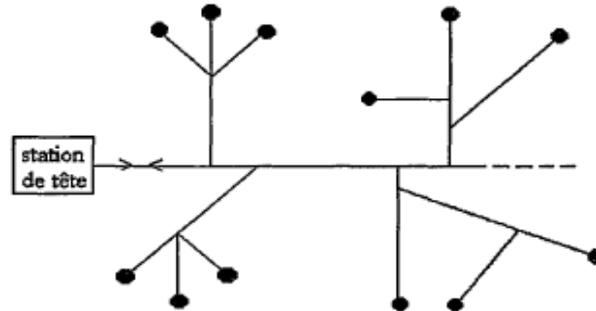
Les réseaux informatiques

Toujours concernant les réseaux informatiques, il y a lieu de noter que trois paramètres sont prioritairement à prendre en ligne de compte pour la détermination de la meilleure solution technique:

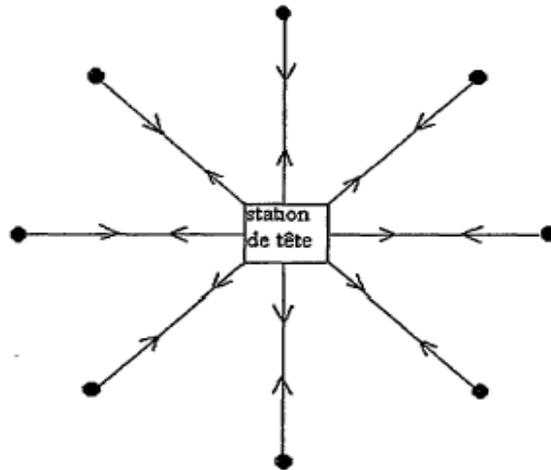
- la topologie du réseau (cf plus haut);
- le mode de transport des signaux: en bande de base ou sous forme modulée;
- le support utilisé: coaxial, bifilaire torsadé ou fibre optique.

Les réseaux multiservices

Les réseaux multiservices appellent une recommandation particulière. Ils permettent, en effet, d'associer audiovisuel, informatique et télématique. De tels réseaux doivent être conçus dès l'établissement des plans de génie civil, afin de privilégier une infrastructure commune et d'éviter le percement de cheminements privilégiés.



N° 1 - Structure en arbre



N° 2 - Structure en étoile

III.4.4. La baie vidéo, ou matrice de commutation audiovisuelle, doit faire l'objet d'une spécification particulière précisant notamment :

- le nombre des sources internes (messagerie vidéo, journal d'information, plan de service, caméras, magnétoscopes, lecteurs de CD ROM, DVD, magnétoscopes professionnels ou broadcast, PC pilotables en tête de réseau ou en voie de retour);
- les pilotages à distance et l'interactivité souhaitée;
- les accès Internet pour des usages déportés ou collectifs;
- les usages full-duplex de visioconférence entre salles à l'intérieur de l'immeuble ou du site;
- les transferts sur le site des accès de visioconférence RNJS sans déplacement du matériel;
- le pilotage de serveur vidéo numérique ainsi que le nombre souhaité d'accès simultanés;
- le nombre d'utilisateurs ainsi que l'évolutivité souhaitée;
- les éventuelles liaisons composites (cuivre/fibre optique) pour les accès éloignés sur des sites importants;
- l'obligation de disposer la matrice de commutation dans le local du répartiteur général.

QUATRIEME PARTIE

TECHNIQUES DES SYSTÈMES

CHAPITRE IV.1.

CARACTÉRISTIQUES ET CHOIX TECHNIQUES.

IV. 1. 1. MATERIELS AUDIO

IV.1.1.A. Microphones

- *Caractéristiques générales d'un microphone:*

Sensibilité:

Cette qualité caractérise le rendement de la conversion d'une variation de pression acoustique en signal électrique. Les divers types de microphones ont des sensibilités différentes et, selon le type duquel il ressortit, un microphone peut être placé plus ou moins loin de la source sonore à capter.

Bande passante:

Cette grandeur mesure l'étendue de la plage de fréquences du signal audio que le microphone est capable de restituer électriquement dans la limite d'une atténuation fixée. Elle varie selon les types d'appareils.

Directivité:

Elle caractérise, par rapport à l'axe du microphone, l'angle à l'intérieur duquel il capte, valablement pour l'utilisateur, les sons émis par la source .

Un microphone omnidirectionnel capte une ambiance générale avec une restitution naturelle et tolère des mouvements de la source (de la tête de l'orateur, par exemple). L'effet Larsen interdit souvent l'utilisation d'un tel microphone dans un local équipé d'un système de sonorisation y diffusant le signal généré par le microphone en question.

Un microphone directif (cardioïde, supercardioïde et hypercardioïde) capte avec une beaucoup plus grande sensibilité les sources sonores placées dans son axe (d'environ - 60° à + 60° par rapport à celui-ci, pour un cardioïde et de - 30° à + 30° pour un hypercardioïde). Il ne capte que très faiblement les sons provenant de l'arrière. Plus ou moins serrée, sa concentration permet d'isoler une voix ou un instrument par rapport à l'environnement sonore. Un tel microphone est utilisable en présence d'un système de sonorisation du local.

Un "micro canon" est un microphone hypercardioïde pouvant capter, à distance relativement importante, une source sonore située dans son axe.

Impédance:

L'impédance d'un microphone doit être sensiblement égale au dixième de celle d'entrée de l'appareil auquel il est connecté.

Connecteur:

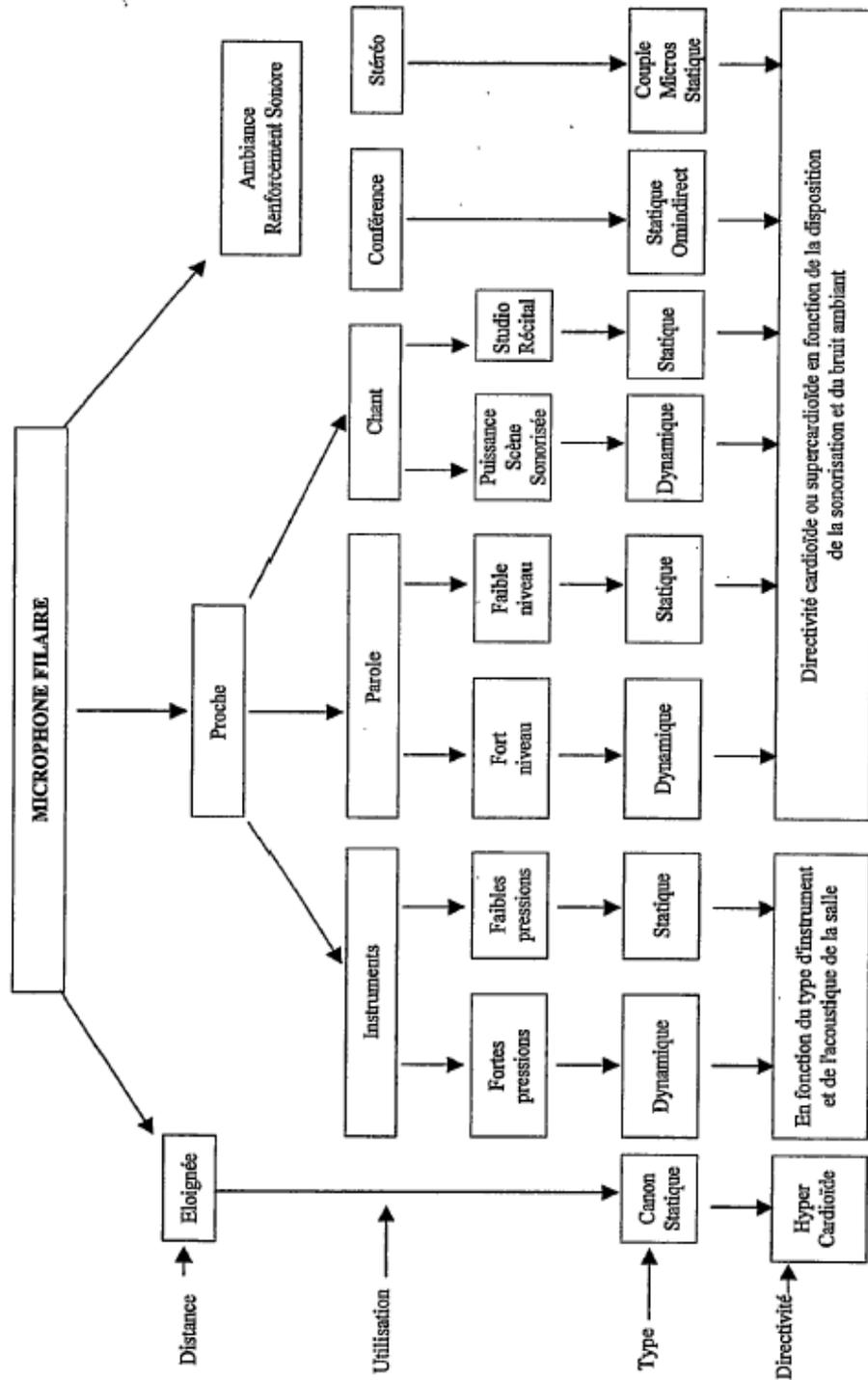
Le type XLR à trois broches est le standard adopté pour les microphones.

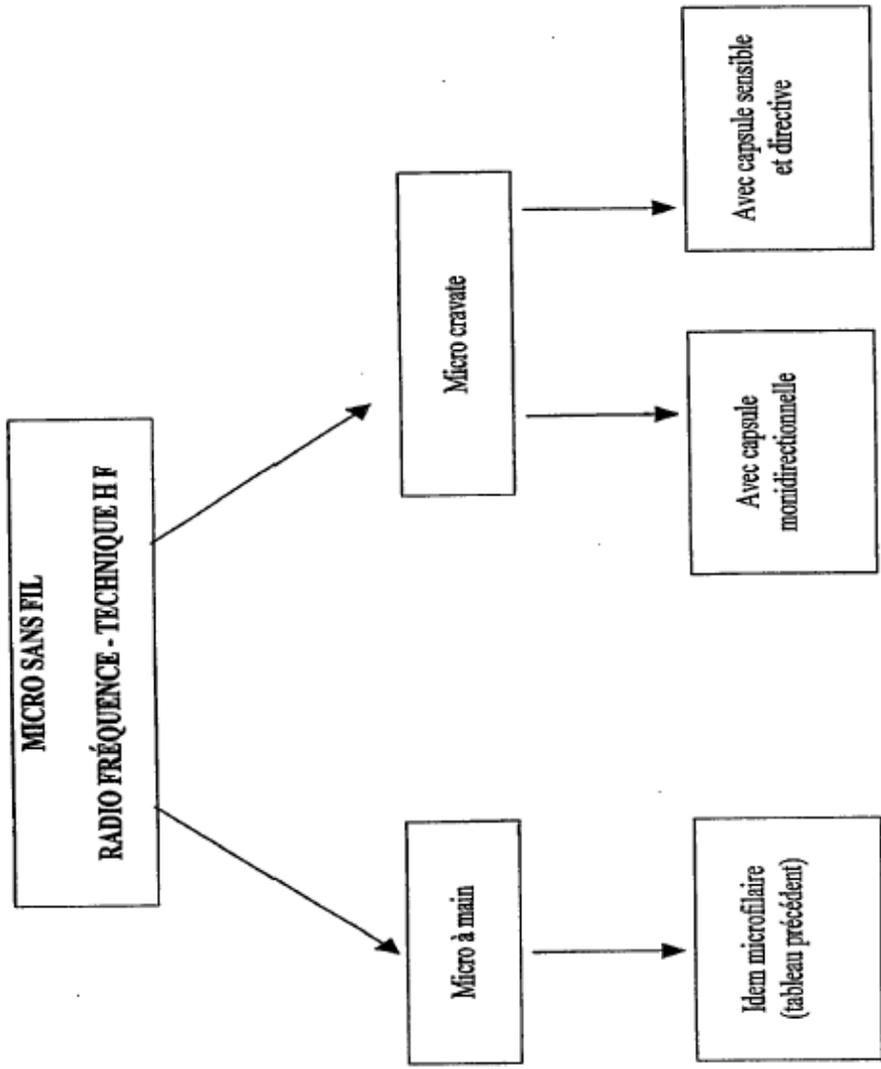
- *Types de microphones.*

- Un microphone dynamique est un appareil robuste, ne nécessitant pas d'alimentation électrique. Peu sensible, il doit être utilisé près de la source sonore.
- Un microphone statique nécessite une alimentation électrique sous une tension de 48 volts. Dix fois plus sensible qu'un microphone dynamique, de restitution fidèle, il peut être de taille réduite.
- Un microphone à électret est un microphone statique pouvant être directement alimenté par une pile incorporée

- *Quel microphone? Pour quelle application ?*

Les tableaux synoptiques des pages suivantes doivent permettre à l'acheteur de choisir avec discernement les types de microphones correspondant aux différents besoins et conditions d'emploi.





Utilisation

- Type

- Directivité

Mode d'utilisation des tableaux précédents :

Préalablement au choix d'un microphone, il convient d'abord d'opter entre "microphone à fil" et "microphone R.F (Radiofréquence, anciennement dénommé H.F.) ; ensuite, d'en préciser le type et la directivité compte tenu de l'usage auquel il est destiné.

- **Microphone filaire.**

Si le fil est amené à être déplacé à travers le public, penser aux ennuis de connexion et aux risques de coupure intempestive.

Préciser ensuite son usage et la distance de la source à laquelle le microphone doit être utilisé.

Utilisation loin de la source ?

Alors s'impose un microphone canon statique de type hypercardioïde.

Utilisation à proximité de la source ?

Le choix dépend de l'utilisation du microphone, musique ou parole.

Utilisation musique.

- Si les sons sont émis, au sein d'un orchestre, par un instrument de musique à fortes pression acoustique (tels cuivres ou percussions), il faut choisir un microphone de type dynamique.
- Si l'instrument émetteur ne produit que de faibles pressions acoustiques dans une plage de fréquences étendue, notamment dans les aigus, il faut opter pour un microphone de type statique.
- Quant au degré de directivité à exiger d'un microphone utilisé à des fins musicales, il doit être apprécié en fonction des types et du nombre des instruments dont on désire capter simultanément le son par ce microphone, ainsi que de l'acoustique propre du local : si la salle est réverbérante, le choix doit s'exercer en faveur d'un microphone très directif, hypercardioïde pour un seul instrument, cardioïde pour plusieurs.

Utilisation parole ou « type parole »

Si le microphone est proche de la bouche du locuteur, il faut utiliser un microphone dynamique.

En revanche, un microphone de type statique est conseillé, s'il est plus éloigné de la source, par exemple lors du doublage.

Noter que, en prise de son "parole" à proximité, les considérations de directivité donnent la préférence au type cardioïde ou hypercardioïde suivant la disposition de la sonorisation et le niveau de bruit ambiant.

Sons de "type chant".

Pour les sons de forte intensité, par exemple sur scène sonorisée, utiliser un microphone de type dynamique.

Un microphone de type statique s'imposera pour des sons d'intensité naturelle moyenne, par exemple pour un récital ou en studio.

Utilisation en ambiance? Ou en renforcement sonore ?

En conférence, avec prise de son collective et non individuelle, le microphone doit être de type statique omnidirectionnel ; il importe alors de s'assurer du bon fonctionnement du dispositif anti-Larsen.

En stéréophonie et en renforcement sonore, le choix doit se porter sur une paire de microphones? de type statique? dont la directivité doit être adaptée à l'acoustique propre du local et aux emplacements des microphones.

- **Microphones sans fils**

Les microphones sans fils sont de types HF et permettent à l'orateur de se déplacer en parlant dans les lieux, en intérieur comme en extérieur.

On en distinguera plusieurs types : les microphones à main, le micro cravate, le micro serre-tête ou serre-nuque.

- Les caractéristiques techniques d'un microphone à main doivent être les mêmes que pour un microphone à fil, selon les différentes utilisations.
- Devant permettre tous les mouvements de l'orateur, les micros-cravate, serre-tête ou serre-nuque sont de type omnidirectionnel, ils peuvent être équipés d'une capsule cardioïde si des déplacements de la tête de l'orateur sont nécessaires.

Avec l'apparition de la Télévision Numérique Terrestre, il est nécessaire de vérifier la compatibilité des microphones HF, en fonction des différents sites à équiper.

Aussi pour vos projets, vous pouvez consulter le site internet du Conseil supérieur de l'audiovisuel à l'adresse suivante :

http://www.csa.fr/pdf/Liste_sites_phases1234_231205.pdf

Vous trouverez sur ce site la liste des fréquences identifiées en fonction des différents émetteurs.

IV.1.1.B. Amplificateurs et préamplificateurs

Un amplificateur, élément d'un système électroacoustique, peut être monophonique ou stéréophonique.

Un amplificateur dit "de puissance" est généralement muni d'une entrée pour connexion de la source et d'une sortie pour connexion de haut-parleurs.

Un amplificateur dit "mélangeur" est doté d'un préamplificateur à plusieurs entrées.

Quel qu'il soit, un amplificateur possède de multiples caractéristiques techniques, les unes, nominales, annoncées par le fabricant, les autres également importantes à connaître par l'utilisateur. On en trouvera ci-après l'énumération ; seules y sont commentées celles indispensables à l'acheteur pour apprécier l'adéquation du matériel au besoin à satisfaire.

- ***Caractéristiques nominales.***

. Puissance nominale sans distorsion.

Mesurée en "watts RMS"⁴ à la fréquence de 1.000 Hz, elle n'est pas la puissance maximale de l'amplificateur, mais la plus élevée possible sans risque de distorsion inacceptable.

. Tensions nominales d'alimentation.

Il existe deux types d'alimentation : secteur ou batterie.

Dans ce dernier cas, on précise la tension nominale de la batterie chargée et la fourchette de tensions d'utilisation de la batterie. (Par exemple entre 24 et 32 volts pour une tension nominale de 28,8 volts pour la batterie chargée).

. Forces électromotrices nominales de source.

- Impédances nominales de source.
- Impédance nominale de charge.
- Encombrement.
- Poids.

- ***Autres caractéristiques techniques.***

- Bande passante.

Plage de fréquences de fonctionnement de l'amplificateur à niveau optimal.

Elle se limite à la fréquence à laquelle on constate une chute de 3 dB.

(Une bande passante 65 - 20.000 Hz est courante sur le marché).

⁴ - La puissance RMS (Root Mean Square) d'un amplificateur correspond à la puissance dissipée par ce matériel sous forme de chaleur. Elle est égale à 0,707 fois la puissance instantanée de l'appareil.

- Rapport signal sur bruit (exprimé en dB).
- Distorsion harmonique totale.

En même temps qu'il amplifie le signal, l'amplificateur génère d'autres signaux dont l'ensemble constitue la distorsion harmonique totale. Celle-ci limite la puissance d'utilisation de l'amplificateur. Elle s'exprime en %.
- Ronflement (élément du bruit de fond).
- Impédance de sortie.

A sa sortie de l'amplificateur, le signal peut éventuellement passer par un transformateur avant d'emprunter la câblerie. La sortie est dite alors "sortie haute impédance".

Dans le cas contraire, elle est dite "sortie basse impédance".

Exemples : haute impédance 100 V, 200 OHMS ; basse impédance, 4 OHMS.
- Symétrie d'entrée.

En général, l'entrée du signal dans un amplificateur est normalisée. La plus courante est dénommée "0 dB symétrique".
- Consommation.
- Diaphonie (si l'amplificateur est stéréophonique).
- Plage de températures de fonctionnement.
- Types des sorties.

- *Caractéristiques particulières aux amplificateurs mélangeurs.*

- Entrées symétriques par transformateur.
- Correcteurs de tonalité, filtres graphiques ou paramétriques.
- Gestion de priorité entre les différentes entrées.
- Auto-surveillance du bon fonctionnement.
- Protections contre surcharges, court-circuits et échauffements.

IV.1.1.C. Mixage.

Le rôle d'une console de mixage ou d'un mélangeur est à la fois de mélanger différents signaux audio-analogiques ou numériques (consoles numériques) ainsi que de régler les niveaux et impédances de modulation, des appareils, des instruments et microphones branchés sur celle-ci.

Le mélangeur est utilisé dans de petites applications audio ou audio-visuelles, il se présente sous forme d'un rack. La console de mixage est le cœur d'un système de sonorisation.

Les principales caractéristiques d'une console de mixage sont le nombre et le type de voies d'entrée, de sortie, les différents réglages et traitement du signal possibles.

IV.1.1.D. Systèmes graphiques et égaliseurs

Ces dispositifs ont pour but de modifier le niveau d'amplification dans une bande de fréquences définie, en mono ou stéréophonie, avec une caractéristique de qualité de rapport signal/bruit supérieur à 100 dB.

Ils sont nécessaires pour tenter de pallier superficiellement des défauts d'acoustique naturelle du local, pour corriger les courbes de réponse des microphones et des haut-parleurs, ainsi que pour donner, si nécessaire, une couleur sonore particulière au programme.

Le niveau d'amplification peut être modifié en hausse ou en baisse ; dans le cas le plus simple (radiorécepteur par exemple) le réglage de tonalité (graves - aigus) répond à ce besoin ; dans certains amplificateurs, de type grand public, les potentiomètres de réglage réalisent cette fonction, dans les bandes larges (3 ou 4 segments) se recouvrant aux limites.

Dans les chaînes haute fidélité, et surtout dans l'utilisation d'amplificateurs professionnels en sonorisation, cette fonction est confiée à des éléments spécifiques d'effet limité à une octave, ou demi-octave ou tiers d'octave dans une plage de fréquences de 7 à 10 octaves (entre 63 Hz et 16 KHz selon la norme ISO.) Le principe en est basé sur des filtres de séparation de bandes (à ferrites à l'origine, puis à magnétostriction et aujourd'hui à puces). Selon la largeur de bande à corriger, on adopte un modèle à courbe de sélectivité constante à tout niveau de modification des taux d'amplification, ou, au contraire, à courbe de sélectivité variable avec ce niveau : dans le premier cas, les deux fréquences de coupure sont constantes, contrairement au second, comme le montrent les courbes ci-après.

Un système d'égalisation peut être complété par des analyseurs de spectre et par un dispositif d'analyse du signal basse fréquence (oscilloscope simple, ou mesureur de taux de distorsion harmonique, ou voyant d'alerte, indicateur de niveau anormalement élevé, tous dispositifs permettant de corriger les anomalies et d'améliorer la qualité de la sonorisation).

- ***Correcteurs paramétriques. Systèmes Anti Larsen.***

L'effet Larsen a déjà été décrit au Chapitre 4 de la première partie ci-dessus. Danger inhérent aux systèmes électroacoustiques, le Larsen risque d'apparaître dès que le gain (niveau d'amplification) dépasse l'unité dans un ensemble accouplant microphone(s), amplificateur et enceinte(s) de diffusion : leur couplage entraîne des oscillations à diverses fréquences, celles-ci fonction des différents éléments en cause, de leur position dans le local et de leur orientation.

On peut se prémunir, totalement ou partiellement, contre l'effet Larsen en insérant dans le chaîne de sonorisation des systèmes paramétriques dits "suppresseurs de Larsen", souvent dénommés indûment "Sabine" par de nombreux utilisateurs.

Certains équipements combinent en un matériel unique un correcteur graphique (égaliseur) et un correcteur paramétrique (anti Larsen).

Ces correcteurs anti-Larsen ressortissent à l'un ou l'autre des types suivants :

-à filtres réjecteurs.

Après recherche (manuelle par l'exploitant ou/et automatique) des fréquences d'accrochage d'effet Larsen, le correcteur compose et insère automatiquement des filtres centrés sur les fréquences en cause.

Ces filtres sont très étroits afin de ne pas modifier le spectre sonore et de conserver la tonalité et le timbre du signal. Les caractéristiques techniques de ce type de correcteur sont au minimum :

- . le nombre de filtres insérables par canal et leur largeur ;
- . leur efficacité (> 80 dB) et leur temps de réaction.

-à transposition de fréquence.

Ce dispositif fonctionne en signaux numériques. Le principe en est, par passage dans une boucle de réaction, de décaler légèrement (quelques Hz) la fréquence du signal revenant sur le microphone. Son action est sans incidence, ni sur la parole, ni sur la musique.

Ce type de matériel peut permettre aujourd'hui une élimination pratiquement totale de l'effet Larsen. Ses caractéristiques techniques sont au minimum :

- . le nombre de fréquences auxquelles il est susceptible d'intervenir ;
- . le décalage en fréquence ;
- . le niveau d'atténuation ;

IV.1.1.E. Casques, écouteurs et haut- parleurs

- *Les écouteurs filaires.*

On distingue :

- les **casques ouverts** qui permettent une écoute naturelle et transparente. Qu'ils soient de type mini (baladeur) ou Hi-Fi, ils reposent sur ou dans l'oreille (écouteurs boules) par l'intermédiaire de protecteurs en mousse. Ils sont en général légers et portables sans gêne durant une longue période ;
- les **casques fermés** qui restituent mieux les graves, isolent des bruits ambiants et ne laissent échapper aucun son, ce qui les rend utilisables lors d'enregistrements avec des microphones. Prévus pour une écoute concentrée, ils conviennent à des applications professionnelles comme le reportage ou le mixage. Devant par principe exercer une pression importante sur et autour des oreilles, ils peuvent se révéler fatigants à la longue.

- *Les écouteurs sans fil.*

Le dispositif comporte un émetteur connecté sur la source sonore et un ou plusieurs écouteurs récepteurs, du type casque ou stéthoscope et nécessitant piles ou accumulateurs rechargeables.

Les signaux de l'émetteur sont transmis en haute fréquence (HF) ou par infrarouge :

- les casques à transmission HF sont utilisables à l'intérieur et à l'extérieur : leur portée peut atteindre une centaine de mètres, même à travers murs et obstacles.
- les casques à transmission infrarouge ne sont utilisables qu'à l'intérieur, leur portée étant subordonnée à la proximité d'un diffuseur d'émission. Ce mode de transmission ne traverse pas les murs. Très directif, il peut se faire sur différents canaux, ce qui permet, par exemple, le choix entre plusieurs langues en cas de traduction simultanée.

- *Les caractéristiques techniques générales d'un casque audio.*

- Mono ou stéréophonique.
- Le transducteur (capsule) est généralement de type dynamique, mais certains modèles sont de type électrostatique.
- Couplage avec l'oreille : les écouteurs de type supra-aural portent sur le pavillon de l'oreille, tandis que ceux de type circum-aural enferment le pavillon à l'aide de coussinets.
- Niveau de pression acoustique ou sensibilité : fixée au minimum à 94 dB pour un casque Hi-Fi, cette caractéristique exprime en dB la conversion d'une puissance électrique de 1 mW à la fréquence 1000 Hz.
- Bande passante : étendue de la plage de fréquences restituées par le casque sans dépasser 3 dB de chute de sensibilité.
- Taux de distorsion harmonique : limité à 0,5% pour les casques de qualité, cette mesure quantifie les signaux ne se trouvant pas dans le son original et audibles après sa transduction par les écouteurs.
- Impédance : résistance du casque en courant alternatif, actuellement standardisée autour de 50 ohms; toutefois certains équipements spécifiques ou anciens peuvent encore nécessiter des écouteurs d'impédance plus élevée, de l'ordre de 600 ohms.
- Les connecteurs de casques sont de type Jack standard, 3,5 ou 6,35 mm.

Outre ces caractéristiques proprement audio, le poids du casque, la qualité de son câble, la facilité de remplacement de pièces détachées, tels l'arceau et les mousses, sont autant d'éléments à prendre en ligne de compte par l'acheteur.

IV.1.1.F. Les caractéristiques techniques d'un haut-parleur.

- **Impédance.**

Valeur d'une résistance pure substituée au haut-parleur pour apprécier la puissance électrique convenable de la source utilisée. Elle varie en fonction des fréquences selon la courbe de réponse du haut-parleur.

Ce n'est pas un critère de qualité.

4 ou 8 ohms sont des ordres de grandeur courants pour un haut-parleur.

Dans le cas d'une sonorisation dite " ligne 100 volts" un transformateur d'adaptation est nécessaire avant chaque haut parleur. Son impédance d'entrée est proportionnelle à la puissance nominale du haut parleur et varie en fonction du niveau souhaité. Par exemple l'impédance vaut 1000 ohms pour 10watts et 3200 ohms pour 3 watts.

- **Bande de fréquence.**

Cette mesure du domaine utile de fréquences est évidemment un critère de qualité pour la reproduction du son.

Ce domaine se définit par les limites supérieure et inférieure entre lesquelles la réponse en fréquence du haut-parleur n'est pas inférieure de plus de 10 dB au niveau de pression acoustique moyen mesuré dans une bande d'un octave de la région d'efficacité maximale.

Une bande de fréquence de 100 à 15000 Hz est une valeur courante.

- **Efficacité.**

Critère de choix important pour la sonorisation, l'efficacité permet d'apprécier le niveau sonore d'une installation, en indiquant le rendement de la transformation de l'énergie électrique appliquée au haut-parleur en pression acoustique. Evaluée pour diverses bandes de fréquence, cette pression acoustique se mesure rapportée à une puissance d'entrée de 1 watt à une distance de 1 mètre sur l'axe de référence ; par exemple 92 dB/W/M.

- **Directivité.**

La directivité d'un haut-parleur est caractérisée par son diagramme de réponse directionnelle, l'angle de rayonnement, lui-même fonction l'angle de couverture. Il va de soi que la directivité constitue un critère de choix dans le cas de locaux fortement réverbérants.

- **Distorsion harmonique totale.**

Exprimée par rapport à la pression acoustique (de l'ordre de 1 à 5 % en général), cette grandeur quantifie les signaux ne se trouvant pas en amont du haut-parleur et générés par celui-ci.

IV.1.1.G. Les sources analogiques et numériques.

L'évolution des technologies, surtout numériques fait qu'il existe plusieurs standard des sources audio utilisées à la fois en diffusion et en enregistrement. En analogique, on distinguera les sources avec entrées et sorties asymétriques sur connectique cinch ou symétriques sur connectique XLR. Les sources analogiques peuvent être du type magnétophones à bande, platines tourne-disque ou platines à cassette simple ou double. Les platines double cassette, double enregistreur et double auto-reverse ont l'avantage de pouvoir enregistrer et diffuser jusqu'à trois heures (45 minutes par face).

Les sources numériques peuvent être de plusieurs types :

- les lecteurs ou/et enregistreurs de Compact Disque ou DVD audio;
- les lecteurs et enregistreurs de Mini-Disc;
- les lecteurs et enregistreurs sur disque dur;
- les lecteurs et enregistreurs sur bande type DAT et DTRS.

Il existe plusieurs Standards de transmission permettant de transporter un signal audio numérique stéréophonique. Le standard utilisé sur les appareils grand public est le SP/DIF, sa connectique peut être sur des fiches en cinch comme en optique. Le standard utilisé en professionnel est l'AES/EBU, sa connectique unique est en XLR.

A noter que les sources sont soit stéréo (2 canaux) soit multipistes (8, 16, 24 pistes, etc).

IV.1.2. Les matériels de vidéosurveillance : caméras, moniteurs, enregistreurs numériques, vidéo sur IP.

Suivant le lieu de leur utilisation (intérieur ou extérieur), les matériels de vidéosurveillance peuvent être montés en caisson métallique étanche et thermostaté (variation climatique et hygrométrique).

IV.1.2.A. Spécifications techniques des caméras

- Monochrome (noir et blanc) ou couleur.
- Capteur : CCD (dimension ¼ de pouce, 1/3 de pouce ou ½ pouce).
- Traitement de l'image analogique/numérique : convertisseur DSP (Digital SignalProcessing) .
- Sensibilité : Sensibilité : exprimée en lux, elle définit, pour une ouverture de diaphragme et un rapport signal/bruit précisés, le minimum d'éclairement nécessaire à l'obtention d'une image de bonne qualité.
- Résolution : elle indique le nombre de lignes que l'analyseur est capable de différencier.
- Alimentation : 220 volts alternatif ou 12/24 volts continu.
- Accessoires : l'objectif doit être adapté au format de l'image (dimension du capteur : 1/2, 1/3 ou 1/4 de pouce) et comporter les indications de focale et d'angle de champ ; la mise au point - manuelle ou fixe - doit être précisée.

IV.1.2.B. Spécifications techniques des moniteurs.

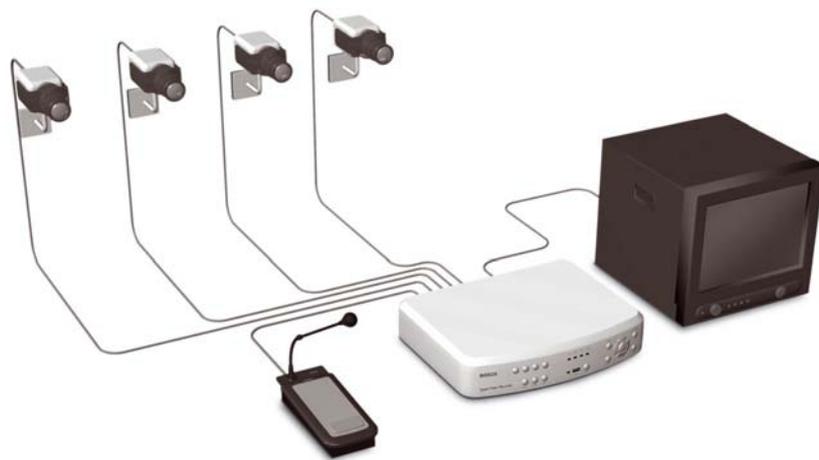
A la différence d'un téléviseur, un moniteur ne possède pas de circuit HF (Tuner) et n'a donc pas d'entrée antenne. Il reçoit des signaux vidéo codés. Ses spécifications doivent indiquer :

- les dimensions de l'écran (tube cathodique), c'est à dire la mesure de sa diagonale en cm ou en pouces ;
- la résolution, c'est à dire le nombre de lignes de balayage ;
- les caractéristiques électriques (tension d'alimentation, impédance d'entrée vidéo) ; la bande passante des fréquences vidéo (par exemple 10 MHz = ou > 800 lignes TV) ;
- la norme TV de l'appareil (EIA ou CCIR).

IV.1.2.C. Spécifications techniques des enregistreurs numériques

L'enregistreur analogique, plus connu sous le nom de magnétoscope, n'est plus qu'un ancien souvenir. La technologie numérique l'a supplanté et offre une multitude d'avantages: plus de mécanique et pièces en mouvement, plus de têtes d'enregistrement à changer à période fixe, plus de problèmes de stockages et archivage des bandes magnétiques; impossibilité de modifier les enregistrements, enregistrement en temps réel et en continu avec des durée records et des capacités de stockage très élevées.

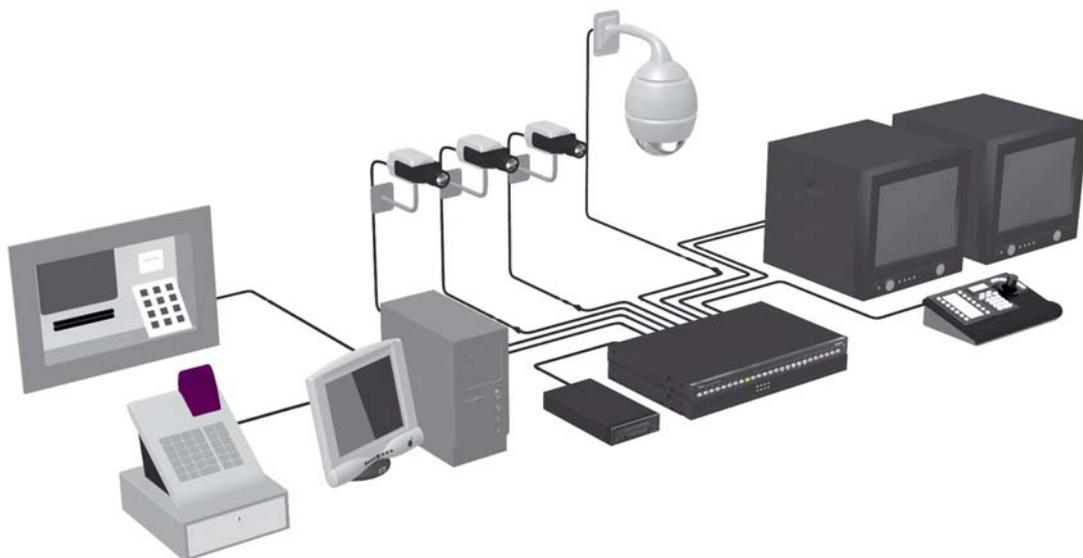
Les enregistreurs numériques existent de un à plusieurs canaux, permettant ainsi le multiplexage et l'enregistrement de plusieurs caméras fixes ou mobiles, fournissant les protocoles de communications nécessaires aux paramétrages de caméras.



Exemple de configuration d'un système enregistreur et multiplexeur 4 entrées vidéo et une entrée audio.

Il est donc nécessaire de disposer des précisions suivantes :

- nombre de caméras à enregistrer;
- enregistrement en continu ou en séquences programmées;
- transfert des informations ou non vers un PC de contrôle;
- caractéristiques des interfaçages utilisés.



Exemple de configuration d'un système à 4 caméras fixes et une caméra mobile autodôme géré par un enregistreur numérique et logiciel de gestion, un clavier équipé d'un joystick permet de positionner l'objectif de la caméra mobile sur la prise de vue à observer.

IV.1.2.D. Vidéosurveillance sur IP (internet Protocole)

L'évolution technologique des systèmes de vidéosurveillance est motivée par trois facteurs clés :

- le premier réside dans la nécessité de réduire les coûts liés à l'enregistrement et au stockage des images vidéo à long terme;
- le deuxième constitue en la nécessité de réduire l'espace occupée par ces systèmes;
- le troisième n'est autre que la nécessité d'une plus grande accessibilité.

Les caméras de prises de vues sont, dans la majorité des cas, à sortie de signal sur coaxial ; il est donc nécessaire d'utiliser des encodeurs et décodeurs spécifiquement adaptés pour transformer un signal vidéo standard et le transporter à grand débit dans le format MPEG 4, tirant parti de la bande passante disponible, avec une qualité d'image comparable à celle des DVD avec une résolution élevée.

Les systèmes de vidéosurveillance IP se généralisent dans de nombreuses entreprises, établissements recevant du public, institutions et organisations du monde entier.

Comparés aux systèmes précédents, les réseaux IP offrent des avantages en termes d'évolutivité, de flexibilité, d'exploitation optimales des fonctionnalités des caméras, de connectivité de réseaux distants et sont un prix de revient total attractif : autant d'arguments en faveur d'un investissement dans des systèmes de sécurité IP, pour les utilisateurs, nouveaux ou existants.

CHAPITRE IV. 2

NORMALISATION

La liste ci-après n'est pas exhaustive et il appartient à l'acheteur public de vérifier la validité des normes en vigueur au moment de l'élaboration du Cahier des Clauses Techniques Particulières.

1) Normes de mise en conformité au décret CEM (compatibilité électromagnétique)

Norme NF C 91-103-1 / EN 55103-1.

Norme NF EN 55013 : limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations électromagnétiques des récepteurs de radiodiffusion et des appareils associés.

Norme NF C 91-103-2 / EN 55103-2.

Norme EN 55020 : immunité électromagnétique des récepteurs de radiodiffusion et appareils associés.

2) Normes de mesure et de spécifications

NF C 97-411 : méthodes pour mesurer et spécifier les performances (généralités).

NF C 94-413 : méthodes pour mesurer et spécifier les performances (amplificateurs).

3) Normes d'acoustique

NF X 02-207 : grandeur, unités et symbole d'acoustique.

NF S 31-012 : mesure de la durée de réverbération des auditoriums.

NF S 31-990 : évaluation objective de l'intelligibilité de la parole dans les salles de conférence par différentes méthodes, avec chiffrage au RASTI.

NF S 31057 : acoustique Bâtiment.

4) Normes de sécurité

NF C 15-100 et annexes : installations électriques à basse tension.

NF EN 60-849 : systèmes électroacoustiques pour services de secours.

NF S 32-001 : signal sonore d'évacuation d'urgence.

NF S 61-936 : systèmes de Sécurité Incendie – équipement d'alarme.

5) Normes de description

NF C 97-202 : système électroacoustique. Système de conférence. Exigences électriques et audio.

NF C 97-298 : équipements et systèmes audiovisuels, vidéo et de télévision. Système audio à cassette.

NF C 97-303 : équipements pour systèmes électroacoustiques – Amplificateurs.

NF C 97-305 : équipements pour systèmes électroacoustiques – Haut-parleurs.

NF EN 61603 : transmission de signaux audio et de signaux similaires au moyen du rayonnement infrarouge. Partie 3 : transmission audio pour systèmes de conférence et systèmes similaires.

NF EN 61938 : systèmes audio, vidéo et audiovisuels. Interconnexions et valeurs d'adaptation. Valeurs d'adaptation recommandées des signaux analogiques.

6) Normes pour accessoires

NF C 97-320 : méthode de mesure des caractéristiques des microphones. Prescriptions générales.

NF C 97-405 : enceintes acoustiques. Règles.

NF EN 60268-5 : haut-parleurs.

NF EN 60268-7 : casques et écouteurs.

NF EN 61305-3 : méthodes de mesure et de spécifications des performances des amplificateurs HI-FI.

7) Normes applicables aux câblages

Normes EN séries 50083 : systèmes de distribution par câbles pour signaux sonores et de télévision (6 normes).

Normes UTE C90-480-1 : technologies de l'information, installation de systèmes de câblage, planification de la qualité.

Normes UTE C90-480-2 : technologies de l'information, installation du système de câblage, mise en œuvre d'installation et méthodes pratiques à l'intérieur du bâtiment.

8) Fibres optiques

NF EN 61290 : normes s'appliquant aux amplificateurs à fibre optique.

NF EN 61280 : Procédures d'essai de base de sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques.

9) Détection d'intrusion

NF C 48-265 : détection d'intrusion. Dispositifs d'alarme sonore. Règles générales.

NF C 48-465 : détection d'intrusion. Dispositions d'alarme sonore non filaires et filaires non spécifiques (norme expérimentale).

NF EN 50132-2-1 : systèmes de surveillance CCTV à usage dans les applications de sécurité. Partie 2-1. Caméras noir et blanc.

NF EN 50132-7 : systèmes de surveillance CCTV à usage dans les applications de sécurité. Partie 7. Directives d'application.

CHAPITRE IV.3

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

IV.3.1 Comment rédiger un C.C.T.P. (Cahier des Clauses Techniques Particulières)

Désigné dans ce qui suit par son abréviation C.C.T.P, le Cahier des Clauses Techniques Particulières, est l'élément technique fondamental du dossier de consultation des entreprises.

A ce titre, il devrait utilement :

- indiquer les caractéristiques géométriques, acoustiques et d'éclairage du local en cause ;
- préciser le programme d'utilisation du système à concevoir, fournir et installer ;
- à titre indicatif et non limitatif, suggérer différentes solutions envisageables à l'endroit du problème ainsi soulevé ;
- préciser les caractéristiques techniques, seuils de satisfaction des besoins du programme d'exploitation ;
- définir en particulier les caractéristiques et performances individuelles minimales des différents matériels constitutifs du système ;
- préciser les conditions à respecter à l'installation du système ;
- indiquer la nature et le contenu de la documentation à livrer par l'entreprise attributaire du marché ;
- fixer les délais et le planning de réalisation ;
- fixer les méthodes de mesure et les conditions d'exécution des essais de recette de l'installation ;
- préciser les conditions de garantie, de maintenance et d'après vente ;
- apprécier le degré d'adéquation de la formation du personnel du Maître d'Ouvrage à celle nécessaire à la bonne utilisation de l'installation et, si nécessaire, préciser le complément de formation que l'attributaire du marché devra donner à ce personnel.

IV.3.2. Géométrie et environnement du local en cause

Le C.C.T.P. peut, sous cet intitulé, fournir à tout le moins les précisions suivantes concernant les locaux à aménager :

- géométrie et métré détaillés ; emplacements et natures des portes et fenêtres ; localisation des passages éventuels ;
- puissance électrique maximale nécessaire ou disponible pour l'alimentation de l'installation à réaliser ;
- acoustique naturelle des lieux et, si possible, durée de réverbération en l'état initial ; à défaut de connaissance de cette durée, nature des revêtements éventuels en plafond, sur les murs et au sol⁵ ;
- luminosité ;
- câblages préexistants et détail de leur utilisation ;
- climatisation et si possible niveau de bruit de celle-ci.

IV.3.3. Programme d'utilisation du système audiovisuel à installer.

Cet intitulé concerne la description détaillée et précise du besoin à satisfaire, éléments indispensables à la conception d'un système "sur mesure", réellement adapté au cas particulier du marché en cause.

⁵ - Précisions permettant, avec celles du métré, d'évaluer approximativement le temps de réverbération et de juger ainsi de son adéquation à l'utilisation prévue du local.

Il est bon de fournir ici des indications sur le niveau technique des personnels du Maître d'Ouvrage normalement appelés à exploiter l'installation projetée. Ces indications seront précisées et confirmées sous l'intitulé 11, par la définition détaillée des compétences techniques correspondantes.

IV.3.4. Programme détaillé d'exploitation.

L'exposé du programme d'utilisation du système peut être complété par un projet détaillé d'évolution possible, sinon probable, de celui-ci en fonction de l'avenir prévisible des besoins : ces précisions permettent, dès la première phase de réalisation de l'installation, de ménager les emplacements d'équipements complémentaires et de prévoir - ou de préinstaller - les câblages correspondants.

L'évolution rapide des matériels de sonorisation, de vidéosurveillance, vidéoprojection et de vidéocommunication - notamment du fait de l'extension de la transmission de signaux numériques en audiovisuel et du gain de terrain du procédé dit VDI - doit inciter fortement, en effet, à se prémunir contre le risque d'obsolescence rapide des systèmes et installations audiovisuels.

IV.3.5. Caractéristiques générales du système global

Sur la base des conditions prévues d'utilisation de l'installation à réaliser, le C.C.T.P. peut expliciter et quantifier avec précision un certain nombre de caractéristiques techniques et leurs tolérances admissibles. Sont ainsi concernés, par exemple, en sonorisation l'homogénéité du niveau sonore et le taux d'intelligibilité ; en projection vidéo et informatique, la luminosité, la définition, la qualité d'image (rapport signal/bruit, limite de sensibilité des caméras de vidéo surveillance, possibilités et débit en VDI etc.).

IV.3.6. Suggestion de solutions techniques

Les problèmes soulevés par le besoin à satisfaire comportent généralement plusieurs solutions entre lesquelles le choix doit s'exercer en fonction des exigences techniques, des degrés de simplicité, des facilités d'exploitation et bien évidemment des coûts.

Un C.C.T.P. peut suggérer plusieurs solutions techniques recevables au regard du rapport qualité du service/coût. A ce titre, il détaille, et précise, par exemple, en sonorisation, le nombre de haut-parleurs et la puissance des amplificateurs, en vidéocommunication les éclaircissements maximum et minimum, la définition image sur les moniteurs, le nombre des caméras, les types de câblage, le volume global de données etc.

Des suggestions techniques peuvent être avancées, non seulement du point de vue du meilleur service rendu, mais également - et avec insistance - sous l'angle de la facilité d'exploitation et de maintenance sans nécessité de recours quasi systématique au fournisseur, pour cause d'excès de sophistication de l'installation.

Dans le cas où l'acheteur ne peut pas ou ne souhaite pas le faire, il doit exiger du fournisseur de justifier son choix technique en le comparant aux autres solutions envisageables et en précisant les avantages et les inconvénients des différentes solutions.

Il va de soi que cette partie du C.C.T.P. (autant que nécessaire), s'accompagne de croquis, plans, vues et synoptiques des différentes fonctions.

IV.3.7. Caractéristiques particulières

Un système audiovisuel étant constitué d'un ensemble de matériels, le C.C.T.P. précise les caractéristiques « seuils » des différents maillons de la chaîne. Il peut le faire en laissant aux candidats la liberté de choix entre les divers appareils disponibles chez les fournisseurs et répondant à des caractéristiques similaires.

En particulier, la rédaction d'un C.C.T.P. doit être effectuée en terme de performance et de but à atteindre et éviter de laisser planer une impression de pré-choix des fournisseurs. Les formulations de type "équivalent à" ou « similaire à tel appareil de telle marque » sont à proscrire. Le recours à ce procédé constituerait un biais traduisant la méconnaissance par l'acheteur des caractéristiques et des possibilités des matériels nécessaires à la constitution du système à installer.

IV.3.8. Conditions générales d'installation

Il importe de rappeler, sous cet intitulé, que l'installation des systèmes audiovisuels nécessite de porter une attention toute particulière au câblage. A cette fin, le C.C.T.P. doit rappeler les normes en vigueur, préciser les types de câblage, les emplacements et les détails de passage des fils, leur protection, leur marquage, les rayons de courbure, les divers éléments concernant leur fixation et les types de prises et de connecteurs. La rédaction doit, en outre, préciser l'usage de chaque câble (courant fort / courant faible / informatique) et les dispositifs de protection indispensables ; elle doit préciser également que, pour leur maintenance, les matériels doivent pouvoir être extraits des racks ou des coffrets, sans risque pour leurs câbles de raccordement.

IV.3.9. Délai. Planning

Il est fortement recommandé d'intégrer un graphique PERT, s'étendant de la date d'attribution du marché à celle de la mise en service de l'installation et précisant les principales étapes intermédiaires et leurs durées : date de réception des équipements, durée de conception, de fabrication et d'installation, durée des essais, date de recette. Seul un tel PERT peut permettre, en effet, au maître d'oeuvre d'exercer une surveillance efficace de l'avancement des travaux.

A défaut de PERT, il importe à tout le moins de spécifier au C.C.T.P. dates et durées à respecter aux différents points clés de la réalisation du marché.

IV.3.10. Documents à fournir

En application des dispositions légales en vigueur, le soumissionnaire du marché doit fournir une documentation (technique, d'utilisation et de maintenance) intégralement rédigée en langue française. Cette obligation doit être rappelée dans le cahier des clauses administratives particulières, lequel peut préciser avantageusement que «la langue française» doit être intelligible et non ressembler à un « charabia technico-franglais » produit par un prétendu logiciel de « traduction ».

Les documents doivent, en outre, préciser les puissances électriques nécessaires au fonctionnement des différents matériels et confirmer que le fonctionnement de l'installation à pleine charge ne nécessite pas une puissance électrique globale supérieure à celle précisée sous l'intitulé « 1 - Géométrie et environnement du local en cause ».

Le C.C.T.P. doit rappeler l'obligation pour l'attributaire du marché de fournir :

- les schémas, codification et plans de distribution du câblage dans les locaux à installer, ainsi qu'un manuel détaillé de maintenance ;
- les modes d'emploi (mise en service, vérification et maintenance) des matériels et systèmes, édités sur supports rigides plastifiés et affichables à proximité immédiate des appareils.

IV.3.11. Essais. Recette.

Concernant la procédure des essais, le C.C.T.P. doit différencier matériels, câblages, et système global.

Il précise les méthodes de mesure, et notamment de vérification, de la conformité des caractéristiques et des performances avec les contraintes imposées en « 4 - Caractéristiques générales du système global ».

IV.3.12. Exploitation.

Sous cet intitulé, le C.C.T.P. rappelle et précise la compétence minimale nécessaire au personnel chargé de l'exploitation du système. Il établit à cette fin des « fiches de poste et de fonction ».

IV.3.13. Garantie. Maintenance.

Le C.C.T.P. doit préciser la durée et le type de la garantie (pièces, main d'œuvre, délai d'intervention) et les pénalités prévues en cas de non-respect des clauses de celle-ci.

La prudence impose, en outre, de préciser au C.C.T.P. les conditions de maintenance qui devront prendre effet à l'expiration du délai de garantie (taux horaire, catégorie professionnelle du personnel de maintenance, stock de matériel de secours, organisation et disponibilité du service après vente du soumissionnaire, délai maximum d'intervention etc...). Une telle prudence peut sembler excessive, mais elle évite d'attribuer le marché à une société qui, à l'expiration de la garantie, se révélerait familière des abonnés absents, ou à l'opposé, spécialiste de contrats d'entretien du type " client captif...".

En définitive, en matière de marché d'installation audiovisuelle, la meilleure garantie de la satisfaction de l'utilisateur réside dans le soin apporté à l'élaboration et à la rédaction pointilleuse du C.C.T.P. Le maître d'ouvrage doit donc l'imposer à ses services ou, le cas échéant au maître d'œuvre et veiller à ce qu'il ne s'en décharge pas sur le premier « faux nez » venu d'un fournisseur éventuel.

ANNEXE 1

LA FORMATION DU PERSONNEL

Préambule:

L'acheteur public a choisi des matériels et des systèmes jugés performants et fiables, bien adaptés aux besoins à satisfaire ; ils ont été installés correctement et la réception s'est déroulée sans encombre : le cahier des charges a été scrupuleusement respecté et les techniciens du fournisseur en ont démontré le fonctionnement impeccable.

Après le départ des techniciens, il incombe au personnel du maître d'ouvrage d'assurer l'exploitation de l'installation constatée livrée en parfait état de marche.

Les ennuis peuvent alors commencer à s'accumuler, à défaut de formation convenable du personnel d'exploitation.

Le personnel d'exploitation peut rencontrer des difficultés à utiliser les différentes possibilités des matériels dont il a la charge, par exemple, de la richesse d'adaptabilité d'une table de mixage aux différents cas de figure d'utilisation d'une installation de sonorisation. Les difficultés risquent aussi de s'accumuler au fur et à mesure de l'acquisition éventuelle de matériels complémentaires mal adaptés au raccordement aux systèmes primitifs.

La cause de cette situation revient souvent au défaut de formation spécifique des personnels, mais il est plus facile et plus courant d'en tenir rigueur aux matériels et aux systèmes installés à l'origine. Il est donc utile de recommander les solutions préventives relatives à la nécessaire formation des personnels d'exploitation.

En cas de mise en place d'un système d'une complexité particulière, la meilleure solution consiste à insérer dans les cahiers de charges un lot "formation par le constructeur du personnel d'exploitation".

Cette disposition peut toutefois s'avérer insuffisante. Si le constructeur limite son enseignement à la maîtrise de l'exploitation du système objet du marché, il est aussi indispensable que les utilisateurs possèdent les connaissances de base nécessaires à l'assimilation. En effet, concevoir, vendre, fabriquer et installer un système est une chose, enseigner en est une autre. Un excellent ingénieur d'entreprise peut se révéler un déplorable pédagogue, incapable de mettre son savoir au niveau de son auditoire et/ou de s'abstraire de tout objectif commercial.

Dans le cas où le fournisseur ne dispose pas de personnel de formation, l'acheteur public peut recourir à un organisme spécialisé délivrant une formation pratique d'exploitant à temps partiel durant les heures de travail (par exemple), au rythme hebdomadaire d'une demi-journée. Les frais correspondants sont, bien entendu, imputables sur la ligne de crédit de formation spécifique dont disposent les collectivités locales publiques.

A défaut de recourir à des organismes spécialisés, une solution peut être recherchée auprès des centres techniques professionnels, ou des sociétés de location de matériel audiovisuel, dont les cadres et les agents de maîtrise sont, par nécessité, rompus aux difficultés d'exploitation pratique.

Il va de soi que l'appui et mieux encore l'intervention directe des organisations professionnelles de constructeurs peuvent s'avérer déterminants auprès des établissements d'enseignement technique et de leurs professeurs pour la création de structures légères spécifiques, bénéficiaires des crédits dont disposent les collectivités locales et les entreprises privées pour la formation spécifique de leur personnel.

LES FORMATIONS AUX MÉTIERS DE L'IMAGE ET DU SON (ESSENTIELLEMENT PAR L'EDUCATION NATIONALE).

AU 1ER JANVIER 2006

1. NIVEAUX V ET IV DE FORMATION : LES FORMATIONS ASSURÉES À CE NIVEAU PAR L'EDUCATION NATIONALE SONT PEU NOMBREUSES.

2. A. NIVEAU III DE FORMATION : BACS PROFESSIONNELS EN MAINTENANCE ÉLECTRONIQUE AUDIOVISUELLE.

Année scolaire 2005-2006					
Dépt(nu méro)	Département (libellé)	Commune d'implantation	Patronyme	Adresse	Code Postal
01	AIN	BOURG-EN-BRESSE	SAINT JOSEPH	3 RUE DU LYCEE	01000
05	HTES-ALPES	SAINT-JEAN-SAINT-NICOLAS	PIERRE ET LOUIS POUTRAIN	-	05260
06	ALPES-MAR.	CANNES	ALFRED HUTINEL	21 RUE DE CANNES	06150
13	BCHES-RHO.	MARSEILLE	MODELE ELECTRONIQUE	233 BD ST MARCEL	13011
13	BCHES-RHO.	MARSEILLE	AMPERE	56 BD ROMAIN ROLLAND	13395
14	CALVADOS	CONDE-SUR-NOIREAU	CHARLES TELLIER	ROUTE DE VIRE	14110
16	CHARENTE	CHASSENEUIL-SUR-BONNIEURE	PIERRE-ANDRE CHABANNE	28 RUE BIR HAKEIM	16260
17	CHAR.-MAR.	SAINTE	BERNARD PALISSY	1 RUE DE GASCOGNE	17107
22	COTES ARM.	LANNION	FELIX LE DANTEC	RUE DES CORDIERS	22303
25	DOUBS	BESANCON	MONTJOUX	25 AV DU CDT MARCEAU	25010
31	HTE-GARON.	TOULOUSE	DEODAT DE SEVERAC	26 BD DEODAT DE SEVERAC	31076
33	GIRONDE	BORDEAUX	ST GENES	160 RUE ST GENES	33081
34	HERAULT	LATTES	JEAN-FRANCOIS CHAMPOLLION	AVENUE DE FIGUIERES	34973
38	ISERE	GRENOBLE	VAUCANSON	27 RUE ANATOLE FRANCE	38030
40	LANDES	TARNOS	AMBROISE CROIZAT	92 AV MARCEL PAUL	40220
42	LOIRE	ANDREZIEUX-BOUTHEON	PIERRE DESGRANGES	32 RUE DES BULLIEUX	42166
42	LOIRE	ROANNE	ARAGO	28 RUE ARAGO	42300
44	LOIRE-ATL.	NANTES	LA CHAUVINIERE	2 RUE DE LA FANTAISIE	44322
45	LOIRET	INGRE	MAURICE GENEVOIX	1 AV DE LA GRENAUDIÈRE	45147
47	LOT-ET-GA.	FOULAYRONNES	JEAN MONNET	RUE MARCEL PAGNOL	47510
49	MAINE-LOI.	SAINT-SYLVAIN-D'ANJOU	ST JULIEN LA BARONNERIE	RUE HELENE BOUCHER	49481
51	MARNE	REIMS	VAL DE MURIGNY	2 RUE VAUBAN	51097
56	MORBIHAN	VANNES	ST JOSEPH	39 BOULEVARD DES ILES	56010
57	MOSELLE	THIONVILLE	LA BRIQUERIE	15 ROUTE DE LA BRIQUERIE	57100
59	NORD	LILLE	INDUSTRIES LILLOISES	82 RUE DES MEUNIERES	59000
62	PAS-CALAIS	BRUAY-LA-BUISSIÈRE	PIERRE MENDES-FRANCE	RUE DE SAINT OMER	62701
63	PUY-DOME	CLERMONT-FERRAND	CAMILLE CLAUDEL	4 RUE DE LA CHARME	63039
66	PYR.ORIEN.	PERPIGNAN	CHARLES BLANC	RUE CHARLES BLANC	66000

68	HAUT-RHIN	MULHOUSE	CHARLES STOESEL	1 RUE DU FIL	68068
69	RHONE	LYON	EDOUARD BRANLY	25 RUE DE TOURVIELLE	69322
69	RHONE	RILLIEUX-LA-PAPE	SAINT CHARLES	26 AVENUE VICTOR HUGO	69140
71	SAONE-LRE.	BLANZY	THEODORE MONOD	RUE DE LA LOGE	71450
75	PARIS	PARIS	GUSTAVE FERRIE	7 RUE DES ECLUSES ST MARTIN	75010
76	SEINE MAR.	SOTTEVILLE-LES-ROUEN	MARCEL SEMBAT	128 RUE LEON SALVA	76300
77	SEINE-MAR.	CHELLES	LOUIS LUMIERE	32 AVENUE DE L'EUROPE	77500
78	YVELINES	VERSAILLES	JULES FERRY	29 RUE DU MARECHAL JOFFRE	78000
80	SOMME	AMIENS	EDOUARD BRANLY	70 BOULEVARD DE SAINT QUENTIN	80098
84	VAUCLUSE	AVIGNON	ROBERT SCHUMAN	138 AV DE TARASCON	84084
85	VENDEE	LES SABLES-D'OLONNE	STE MARIE DU PORT	LA MERINIERE	85106
86	VIENNE	CHATELLERAULT	EDOUARD BRANLY	2 RUE EDOUARD BRANLY	86106
87	HTE-VIENNE	LIMOGES	MARYSE BASTIE	RUE LOUIS AMSTRONG	87000
91	ESSONNE	RIS-ORANGIS	PIERRE MENDES FRANCE	AV DE L AUNETTE	91133
92	HTS-SEINE	ISSY-LES-MOULINEAUX	EUGENE IONESCO	152 AVENUE DE VERDUN	92130
93	SNE-ST-DE.	SAINT-DENIS	APPLICATION DE L'ENNA	PLACE DU 8 MAI 1945	93203
93	SNE-ST-DE.	SAINT-DENIS	APPLICATION DE L'ENNA	PLACE DU 8 MAI 1945	93203
94	VAL-MARNE	SUCY-EN-BRIE	CHRISTOPHE COLOMB	154 RUE DE BOISSY	94370
972	MARTINIQUE	FORT-DE-FRANCE	CHATEAUBOEUF	Z A C DE CHATEAUBOEUF	97255
974	REUNION	SAINT-ANDRE	JEAN PERRIN	RUE DU LYCEE	97440
974	REUNION	SAINT-JOSEPH	PAUL LANGEVIN	6 ALLEE DES HIBISCUS	97480
02B	HTE-CORSE	BASTIA	SCAMARONI	RUE DU 4EME D M N	20600

Afin de mieux satisfaire le besoin d'information sur ces formations, il convient de se reporter au site internet ci-après du ministère de l'Education nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche :

<http://www.cerfet.education.gouv.fr>

2. B. NIVEAU III DE FORMATION : B.T.S. AUDIOVISUELS DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Pour toutes les questions relatives à ces formations, il convient de se référer au site internet précédemment cité du CERFET (Centre d'études et de ressources pour les professeurs de l'enseignement technique).

3. NIVEAU II DE FORMATION (UNIVERSITÉ)

Diplômes universitaires de l'audiovisuel:

Parmi les établissements assurant cette formation :

- Université de BREST
Faculté des Sciences et techniques
6, avenue de la Gorgue
BP 809
29285 BREST CEDEX
Tél : 02.98.01.69.48
- Université de VALENCIENNES
Faculté des lettres, langues, arts et sciences humaines
Département arts et communication
Rue des Archers
BP 311
59304 VALENCIENNES CEDEX
Tél : 03.27.14.76.50

4. FORMATION CONTINUE

Des actions de formation continue spécifiques à l'usage des techniciens d'exploitation de matériel audiovisuel peuvent être définies selon les niveaux souhaités, en concertation avec les services de formation continue des universités ou avec les GRETAS.

Pour en savoir plus...

Indépendamment des établissements institutionnels de l'éducation nationale, (collèges, lycées, etc.), on se référera utilement aux sites des différentes régions, et notamment, à titre d'exemples, à certains sites de la région Ile de France, particulièrement bien équipée en centres de formation à l'audiovisuel.

Sites de la Région Ile de France :

- www.iledefrance.fr/

Le portail principal de la Région, avec de nombreux contenus thématiques, le fonctionnement et les travaux du conseil régional, des services pratiques (démarches et agenda de sorties...), liens utiles etc.

- www.jeunesiledefrance.fr

L'espace "jeunes" pratique aborde les multiples aspects de la vie des jeunes lycéens, apprentis et étudiants en Ile-de-France.

- www.lesmetiers.net

Pour tout savoir sur les métiers et les formations en Ile-de-France, avec des vidéos de présentation et un univers animé interactif, lesmetiers.net est devenu un outil de référence en matière d'information et d'aide à l'orientation des jeunes. Proposé par la Région en association avec le Réseau régional des métiers, ce site offre aux 12-25 ans un service public gratuit, complet, interactif et original. Lors de sa consultation, le jeune visiteur peut partir à la découverte de 440 métiers grâce à des présentations synthétiques, des vidéos de professionnels en action ou en parcourant une « ville animée » des métiers.

- www.cfarif.net

l'apprentissage en Ile de France. Tous les métiers, toutes les formations, tous les CFA (centre de formations d'apprentis)



- Pour vous informer sur l'apprentissage en Île-de-France, composez le numéro Azur du lundi au samedi, de 9 heures à 19 heures.

ANNEXE 2

LES ORGANISMES PROFESSIONNELS

- 1 - FIECC** Fédération Nationale des Industries électriques, électroniques et de la communication.
17, rue Hamelin
75016 PARIS
Tél : 01.45.05.70.70
- 2 - SIMAVELEC** Syndicat des industries de matériels audiovisuels électroniques.
17, rue Hamelin
75016 PARIS
Tél : 01.45.05.70.70
Fax : 01.45.05.71.72
- 3-FICIME** Fédération des entreprises internationales de la mécanique et de l'électronique
25/27, rue d'Astorg
75008 PARIS
Tél : 01.44.54.14.60
Fax : 01.42.65.39.49
- 4 SECIMAVI** Syndicat des entreprises de commerce international des matériels audio, vidéo, informatiques.
25/27, rue d'Astorg
75008 PARIS
Tél : 01.44.54.14.60
Fax : 01.42.65.39.49
- 5- AFNOR** Association française de normalisation.
Tour Europe
92049 PARIS la Défense Cedex
Tél : 01.42.91.55.55
Fax : 01.42.91.56.56

ANNEXE 3

RENSEIGNEMENTS SUR LE GROUPE D'ÉTUDE DES MARCHÉS AMEUBLEMENT, ET ÉQUIPEMENT DE BUREAU ET ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT (GEM/AB)

- Président
Monsieur Jacques TREFFEL
Inspecteur général de l'éducation nationale
Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche.
Direction des affaires financières
GEM/AB
96 Bd Bessières 75017, PARIS.
Tél : 01.55.55.14.00
Fax : 01.55.55.35 68
- Président du Comité P
Monsieur Clément-Marc MENU
Ingénieur Conseil
27, rue Clodoald
92210 SAINT-CLOUD
Tel. : 01.47.71.18.53
Mèl : cmmenu@aol.com
- Coordonnateur
Monsieur Christian SAMY
Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie.
Direction des affaires juridiques - Sous-direction de la Commande publique – Observatoire économique de l'achat public
Immeuble CONDORCET
6, rue Louise WEISS
75703 PARIS Cedex 13
Tel : 01.44.97.30.51 Fax : 01.44.97.06.50
Mèl : christian.samy@finances.gouv.fr
- Secrétariat
Monsieur Bernard EMONT, Secrétaire général du GEM AB
Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche – Direction des affaires financières.
GEM/AB
96 Bd Bessières
75017 PARIS
Tél : 01.55.55.35.60. Fax : 01.55.55.35.68
Mèl : bernard.emont@education.gouv.fr
- Madame Mireille de VAUCHER
Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche – Direction des affaires financières. GEM/AB
96 Bd Bessières
75017 PARIS
Tel : 01.55 55.38.59 Fax : 01.55.55.35.68
Mèl : mireille.de-vaucher@education.gouv.fr

ANNEXE 4

REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur MENU, Président du comité P, et les membres dont les noms suivent pour le concours dévoué qu'ils ont apporté à la rédaction de ce document.

M. Philippe CHAIX	Direction des lycées – Conseil Régional Rhône-Alpes 78, route de Paris B.19 69751 CHARBONNIERES-LES-BAINS Cedex
M. Thierry CORREARD	Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie 12, Rue Villiot 75572 PARIS Cedex 12 ; thierry.correard@industrie.gouv.fr
M. Jérôme DIACRE	Société LEM industries 26, av. des Pépinières – Parc Médicis – 94832 FRESNES Cedex jerome.diacre@lemindus.com
M. Bertrand ETEVE	SECIMAVI 25-27, Rue d'Astorg 75008 PARIS eteve@ficime.fr
Christophe MARCHAND	INTERCONGRES – 12, av de Verdun 92250 LA GARENNE-COLOMBES ; christophe.marchand@intercongres.fr
Mme Isabelle FRANCHI	Direction de la Commande Publique – Marché Publics – Observatoire de l'Investissement – Hôtel de Ville – Centre administratif municipal – 47, rue du Général Leclerc , 92131 ISSY-LES-MOULINEAUX isabelle.franchi@ville-issy.fr
M. Patrick HOUDEYER	INTERCONGRES – 93, Rue de Félifeu 95100 ARGENTEUIL patrick-houdeyer@neuf.fr
M. Robert KAPLAN	MIC SYSTEMES – 7 av de la baltique 91953 COURTABOEUF robert.kaplan@micsystemes.com
Mme Brigitte LAURENT	Conseil Régional d'Ile de France – 35 bd des Invalides 75007 PARIS brigitte.laurent@iledefrance.fr
M. Alain LE CALVE	SIMAVELEC – 17, Hamelin 75783 PARIS Cedex 16 a.lecalve@simavelec.fr
M. Patrick MORAS	Société BARCO – 6 bd de la Libération 93206 SAINT-DENIS patrick.moras@barco.com
M. Serge SENEAL	Société BOSCH – Security Systeme Atlantique, 361, av du Général de Gaulle, 92147 CLAMART Cedex serge.senecal@fr.bosch.com
M. Christophe MATERNE	SENNHEISER 128 bis Av. jean Jaurès 94851, Ivry sur seine christophe.materne@sennheiser.fr
M. Antoine YOUNAN	Société MERLAUD ; 9, rue de la Briquetterie 95334 DOMONT merlaud@merlaud.com