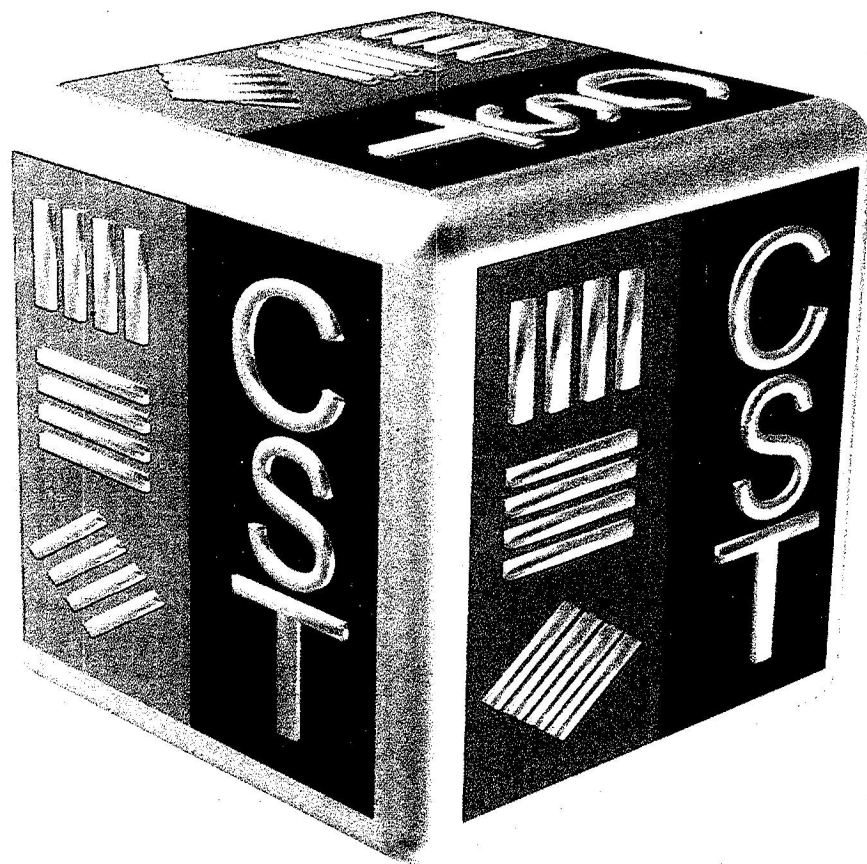




# La Salle de Spectacle Cinématographique

## **Guide d'Assistance Technique pour La Conception La Réalisation L'Exploitation**

*Nouvelle édition complétée - mai 2003*

---

*Rédaction : Alain Besse*

*Document édité par la Commission Supérieure Technique de l'Image et du Son • Paris*

# TABLE DES MATIERES

|                                                                  | Page      |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| Préambule                                                        | 1         |
| Table des matières                                               | 2         |
| Présentation de la CST                                           | 8         |
| La Chaîne Cinématographique : les Intervenants                   | 11        |
| <b>CHAPITRE 1 : LE CONFORT</b>                                   | <b>17</b> |
| Définition - Confort du Spectateur                               | 18        |
| <b>A • HISTORIQUE</b>                                            |           |
| ➤ A.1 Normalisation actuelle                                     | 19        |
| ➤ A.2 Protocole du 29 Juin 1989                                  | 19        |
| ➤ A.3 Perspectives d'avenir                                      | 20        |
| ➤ A.4 Cinéma Numérique                                           | 20        |
| ➤ Récapitulatif des caractéristiques dimensionnelles             | 21        |
| ➤ A.5 Salles de plein air - Drive In                             | 22        |
| ➤ A.6 Autres normalisations                                      | 22        |
| <b>B • LES PRINCIPES GENERAUX</b>                                |           |
| ➤ <b>B•1 L'écran</b>                                             | 23        |
| • B.1.1 Vision humaine                                           | 23        |
| • B.1.2 Limites de la Technique                                  | 25        |
| • B.1.3 Format d'écran                                           | 26        |
| • B.1.4 La forme de l'écran                                      | 27        |
| • B.1.5 Implantation                                             | 27        |
| ➤ <b>B•2 La salle</b>                                            | 27        |
| <b>C • NOUVELLES DEFINITIONS</b>                                 |           |
| ➤ <b>C•1 Implantation de l'écran</b>                             | 29        |
| • C.1.1 Rayon de courbure                                        | 29        |
| ➤ <b>C•2 Implantation des fauteuils</b>                          | 30        |
| • C.2.1 Distances à l'écran                                      | 30        |
| • C.2.2 Renversement des têtes                                   | 31        |
| • C.2.3 Pas d'implantation                                       | 32        |
| • C.2.4 Vision latérale                                          | 33        |
| • C.2.5 Orientation du plan des dossiers                         | 34        |
| • C.2.6 Dégagement des têtes                                     | 34        |
| • C.2.7 Plan supérieur d'implantation des fauteuils              | 36        |
| ➤ <b>C•3 Installation de la cabine de projection</b>             | 37        |
| • C.3.1 Distances de projection                                  | 37        |
| • C.3.2 Distorsion géométrique des images                        | 37        |
| • C.3.3 Hauteur libre sous le faisceau de projection             | 39        |
| • C.3.4 Décoration de salle                                      | 39        |
| • C.3.5 Cabine de projection                                     | 40        |
| • C.3.6 Hublot de projection                                     | 41        |
| ➤ <b>C•4 Cinéma numérique – Caractéristiques dimensionnelles</b> | 42        |
| <b>D • ACOUSTIQUE</b>                                            |           |
| ➤ <b>D•1 Définitions</b>                                         | 47        |
| ➤ <b>D•2 Bruit de fond</b>                                       | 49        |
| ➤ <b>D•3 Isolement acoustique entre salles</b>                   | 54        |
| ➤ <b>D•4 Traitement acoustique interne</b>                       | 57        |
| ➤ <b>D•5 Isolement acoustique vis-à-vis du voisinage</b>         | 61        |



|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| ➤ 2.1 • Caractéristiques Mécaniques                                 | 65  |
| • 2.1.01 Cadence de défilement                                      | 66  |
| • 2.1.02 Fluctuations de vitesse                                    | 66  |
| • 2.1.03 Temps de démarrage                                         | 67  |
| • 2.1.04 Fixité des images projetées                                | 67  |
| • 2.1.05 Filage                                                     | 68  |
| • 2.1.06 Dimensions des champs d'image projetée                     | 68  |
| • 2.1.07 Centrage des champs d'image projetées                      | 71  |
| • 2.1.08 Distorsion de proportion                                   | 71  |
| • 2.1.09 Distorsion géométrique                                     | 72  |
| • 2.1.10 Commande de cadrage                                        | 73  |
| • 2.1.11 Détérioration des copies                                   | 73  |
| ➤ 2.2 • Caractéristiques Photométriques                             | 75  |
| • 2.2.01 Luminance des images                                       | 76  |
| • 2.2.02 Répartition de luminance                                   | 77  |
| • 2.2.03 Uniformité de luminance                                    | 77  |
| • 2.2.04 Lumière parasite                                           | 78  |
| • 2.2.05 Distribution spectrale                                     | 79  |
| • 2.2.06 Rendu des densités                                         | 79  |
| ➤ 2.3 • Caractéristiques Optiques                                   | 81  |
| • 2.3.01 Définition des images                                      | 82  |
| • 2.3.02 Dédoubléments et aberrations chromatiques                  | 83  |
| • 2.3.03 Scintillement                                              | 83  |
| • 2.3.03 Pompage                                                    | 83  |
| ➤ 2.4 • Reproduction Sonore Optique Analogique                      | 85  |
| • 2.4.01 Niveau d'alignement                                        | 86  |
| • 2.4.02 Distorsion harmonique                                      | 87  |
| • 2.4.03 Rapport signal/bruit                                       | 87  |
| • 2.4.04 Diaphonie                                                  | 88  |
| • 2.4.05 Localisation                                               | 89  |
| • 2.4.06 Uniformité d'éclairement                                   | 90  |
| • 2.4.07 Caractéristique de transfert en fréquence - Lecteur sonore | 90  |
| • 2.4.08 Répartition des canaux                                     | 93  |
| • 2.4.09 Synchro son/image                                          | 93  |
| • 2.4.10 Lecteurs à filament – Lecteurs à diodes                    | 94  |
| • 2.4.11 Processeurs                                                | 97  |
| ➤ 2.5 • Source Sonore Numérique                                     | 98  |
| • 2.5.01 Observations sur le numérique                              | 99  |
| • 2.5.02 La dynamique                                               | 101 |
| • 2.5.03 Historique                                                 | 102 |
| • 2.5.04 Le son du cinéma numérique                                 | 102 |
| • 2.5.05 Contrôle Qualité                                           | 102 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| ➤ 3.1 • Descriptif de la chaîne B                     | 106 |
| • 3.1.01 Mono et multi-amplifications – Les filtrages | 106 |
| • 3.1.02 Chaîne B mono-amplifiée analogique           | 109 |
| • 3.1.03 Chaîne B bi-amplifiée tous formats           | 109 |
| • 3.1.04 Variantes                                    | 110 |
| ➤ 3.2 • Egalisation électroacoustique                 | 110 |
| ➤ 3.3 • Amplificateurs                                | 111 |
| ➤ 3.4 • Enceintes acoustiques                         | 112 |
| ➤ 3.5 • Gestion sonore des salles                     | 113 |
| ➤ 3.6 • Transfert électroacoustique                   | 114 |
| ➤ Recommandations d'installation                      | 115 |

**CHAPITRE 4. PROJECTION ELECTRONIQUE****117**

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| ➤ 4.1 • Historique                                                 | 118 |
| ➤ 4.2 • Rappels sur la qualité                                     | 119 |
| ➤ 4.3 • Prescription CST « Salle de type Cinéma numérique »        | 121 |
| ➤ 4.4 • Prescription CST « Salle de type Projection électronique » | 129 |
| ➤ 4.5 • Norme Afnor NF S 27 – 100 « salle de cinéma numérique »    | 135 |
| ➤ 4.6 • Le son du cinéma numérique                                 | 136 |

**CHAPITRE 5. ELEMENTS TECHNOLOGIQUES – DESCRIPTIFS****137**

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| ➤ 5.1 • Cabines de projection - Synoptiques                              | 138 |
| ➤ 5.2 • Eclairage de l'écran                                             | 140 |
| ➤ 5.3 • Puissance des brûleurs en projection 35 mm                       | 141 |
| ➤ 5.4 • Taille des images et flux lumineux (projection électronique)     | 142 |
| ➤ 5.5 • La chaîne image 35 mm                                            | 143 |
| ➤ 5.6 • La toile d'écran                                                 | 144 |
| ➤ 5.7 • La pellicule                                                     | 145 |
| ➤ 5.8 • Durée des films et autres grandeurs physiques                    | 146 |
| ➤ 5.9 • L'alimentation électrique                                        | 147 |
| ➤ 5.10 • L'alimentation électrique des brûleurs                          | 148 |
| ➤ 5.11 • Les formats d'image 35 mm                                       | 149 |
| ➤ 5.12 • Les formats son 35 mm                                           | 150 |
| ➤ 5.13 • L'image intermittente                                           | 150 |
| ➤ 5.14 • Pistes sonores : bleue, magenta, cyan (saga)                    | 152 |
| ➤ 5.15 • Les chaînes sonores – Synoptiques de base                       | 153 |
| ➤ 5.16 • Le chemin de film                                               | 156 |
| ➤ 5.17 • Les copies magnétiques                                          | 157 |
| ➤ 5.18 • Observation des défauts                                         | 158 |
| ➤ 5.19 • Equipements de maintenance                                      | 159 |
| ➤ 5.20 • Règle d'or de l'entretien des cabines                           | 160 |
| ➤ 5.21 • Equipements annexes                                             | 160 |
| ➤ 5.22 • Chaînes sonores – Installation                                  | 162 |
| ➤ 5.23 • Installation générale                                           | 162 |
| ➤ 5.24 • Entretien des cabines                                           | 162 |
| ➤ 5.25 • Distributeurs – Informations techniques sur les copies          | 163 |
| ➤ 5.26 • Billetteries informatisées                                      | 164 |
| ➤ 5.27 • Recommandation CST sur les niveaux sonores des pubs et des B.A. | 165 |
| ➤ 5.28 • La synchro son/image des copies d'exploitation                  | 170 |
| ➤ 5.29 • Alignement des niveaux sonores des processeurs                  | 172 |
| ➤ 5.30 • Lexique                                                         | 174 |
| ➤ 5.31 • Eclairage d'ambiance                                            | 175 |
| ➤ 5.31 • Catalogue CST                                                   | 176 |

**CHAPITRE 6. TABLEAUX RECAPITULATIFS****177**

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| ➤ 6.1 • Caractéristiques Dimensionnelles : Norme, Protocole, Label | 179 |
| ➤ 6.2 • Caractéristiques Mécaniques : 16, 35 et 70 mm              | 180 |
| ➤ 6.3 • Caractéristiques Images : 16, 35 et 70 mm                  | 182 |
| ➤ 6.4 • Caractéristiques Son : 16, 35 et 70 mm                     | 183 |
| ➤ 6.5 • Caractéristiques de transfert en fréquences                | 184 |
| ➤ 6.6 • Caractéristiques acoustiques – Bruit de fond               | 187 |
| ➤ 6.7 • Caractéristiques acoustiques – Isolation acoustique        | 189 |

## INFORMATIONS GENERALES

### UTILISATION DU GUIDE DE L'EXPLOITATION

Ce guide n'est ni une nouvelle norme, ni une proposition de nouvelle norme. Il est une explication de texte des normes et spécifications techniques en vigueur, et il réfléchit sur les actions à entreprendre, en tenant compte des évolutions observées ces dernières années. Le succès de la première édition nous a incité à le compléter dans le sens d'une meilleure pédagogie à l'attention de tous ces utilisateurs.

Les recommandations portées dans ce document ne doivent pas être prises comme des contraintes technocratiques, mais comme le fruit de l'expérience et du savoir-faire de tous les intervenants de la chaîne cinématographique, ceux-là même qui ont créé ou participé à la création du spectacle cinématographique.

Il est recommandé aux concepteurs de salles de créer, d'innover, de bousculer même parfois, l'évolution ne se générant que dans le mouvement, mais qu'ils n'oublient pas la fonction première de la salle de cinéma : UN INTERMEDIAIRE ENTRE LE CREATEUR ET LE PUBLIC.

Restons humbles, ne travaillons pas pour notre gloire personnelle, mais pour celle du spectacle que nous voulons mettre en valeur. D'autres technologies se proposent d'apporter la création audiovisuelle aux spectateurs. Faisons en sorte que la salle de spectacle cinématographique conserve, au-delà de ses valeurs de convivialité, sa dimension de qualité du spectacle.

### INFORMATIONS

1. Ce guide énumère l'ensemble des caractéristiques afférentes à la projection des images de type 2D issues d'œuvres artistiques traditionnelles, que le support soit chimique ou électronique, ainsi qu'à la diffusion des bandes sonores associées.
2. Les autres technologies appelées « Grands Formats » seront simplement évoquées.
3. Les schémas présentés dans ce document ne sont pas des plans de salles à recopier à la lettre. Ils apparaissent en illustration des exposés, et ne sont qu'indicatifs. En conséquence, il n'y a pas lieu d'affirmer qu'un élément quelconque de la salle (écran, fauteuil, etc...) doit être placé exactement comme sur ces schémas. Seules doivent être prises en compte les valeurs spécifiées. Dans le respect de ces valeurs, la libre créativité des concepteurs peut s'exprimer en toute quiétude.

### REFERENCES

Le présent document s'appuie bien évidemment sur l'ensemble des informations techniques diffusées par les différents organismes nationaux et internationaux, équivalent à la C.S.T. : ISO, DIN, ANSI, UER, SMPTE, BKSTS, etc...

Il bénéficie également de l'expérience importante acquise par les Ingénieurs de la CST dans l'ensemble de leurs contacts avec les concepteurs, réalisateurs et utilisateurs de salles d'exploitation cinématographique, depuis maintenant plus de 40 ans.

Il bénéficie enfin de l'expérience concrète que représente la mission confiée depuis 1980 à la CST par le Centre National de la Cinématographie, à savoir la visite sur place pour contrôle et assistance technique (dispositions architecturales et conditions techniques d'exploitation) de toute salle de cinéma nouvellement créée ou récemment rénovée, dans le cadre de la délivrance de l'Autorisation d'Exercice de l'exploitation cinématographique, Décision Réglementaire N° 12. S'est ajoutée à cette mission une seconde mission d'assistance technique auprès des salles existantes, afin d'assurer la mise à niveau ou la pérennité des équipements de projection des salles en cours d'exploitation.

C'est ainsi que depuis 1980, il a été procédé par la CST à l'établissement de plus 8000 rapports techniques décrivant les conditions techniques d'exploitation, constatant le bon et le moins bon, et assistant l'Exploitant dans sa recherche de la qualité, en indiquant les opérations d'amélioration à effectuer.

Ses bases techniques se trouvent également dans le dialogue permanent établi au sein des Départements de la CST, dans leurs réunions, échanges, conférences, présentations techniques, réalisés par les 700 membres actifs de l'Association.

C'est aussi au nom de ces expériences que nous offrons aujourd'hui aux différents intervenants de l'exploitation ces quelques réflexions sur la conception, la réalisation et l'utilisation des salles de cinéma, afin que la qualité du parc français, déjà excellente, se bonifie encore face aux concurrences effrénées que subit l'exploitation en salle.

## CONSEILS

Enfin, nous ne pouvons que conseiller une certaine modestie à chacun des intervenants sur les salles de cinéma. Nul ne peut tout savoir. Et surtout, la connaissance de ce document ne permet pas d'atteindre à une sagesse totale de l'exploitation cinématographique. Cette connaissance permettra principalement de prendre conscience des différents problèmes qui peuvent se poser. Il est fortement recommandé à tous les Maîtres d'Oeuvre et à tous les Maîtres d'Ouvrage d'avoir recours à un ou plusieurs spécialistes dans chacun des domaines d'activité à traiter.

Ces domaines portent principalement, en ce qui concerne les problèmes purement techniques, sur :

- Structure de gros oeuvre : Ingénieur béton, Acousticien
- Climatisation : Chauffagiste, Acousticien
- Décoration : Architecte décorateur, Acousticien
- Reproduction sonore : Installateurs spécialisés dans la reproduction sonore cinématographique
- Equipements de projection : Installateurs spécialisés dans les équipements de projection d'images de type cinématographique ou vidéo

En règle générale, tout en laissant leur chance aux entreprises nouvelles souhaitant s'implanter dans ce domaine d'activité, il est recommandé de faire superviser la réalisation par une personne ou une entreprise ayant déjà une expérience confirmée de qualité dans ce domaine très spécifique.

Lors des différentes étapes de l'étude et de la réalisation des chantiers, il est conseillé de faire référence aux indications de ce document, afin que tout le monde parle le même langage, et sache sur quelles bases communes travailler.

## SECURITE DU PUBLIC

Bien que des questions sur ce sujet nous soient fréquemment posées, ce domaine n'est pas du ressort des organismes techniques comme la CST, mais de celui des Commissions Départementales de Sécurité (Banlieue et Province) et de la Préfecture de Police pour Paris.

Les textes régissant ce domaine sont regroupés dans les brochures éditées par le Journal Officiel de la République Française, intitulées "Sécurité contre l'Incendie - Etablissements recevant du Public - Règlement du 23 Mars 1965 N° 1011 - Règlement du 25 Juin 1980 Dispositions Générales N° 1685 - Règlement du 25 Juin 1980 Etablissements spéciaux N° 1688".

## D • ACOUSTIQUE

L'avènement depuis 1980 de nouvelles technologies de reproduction sonore, de type optique avec réducteur de bruit, ou de type numérique, permet dorénavant de proposer aux spectateurs une bande sonore de haute qualité, notamment en matière de bruit de fond, de bande passante et de dynamique.

Mais la qualité de la reproduction sonore n'est pas seulement liée à la qualité de la chaîne électroacoustique. Les caractéristiques acoustiques de la salle sont primordiales. La meilleure chaîne sonore du monde ne pourra rien dans une salle dont l'acoustique n'est pas adaptée. Et tous les traitements électroacoustiques de compensation ne seront que des défauts compensant d'autres défauts.

Les points suivants sont à prendre en compte :

- Niveau de bruit de fond ambiant propre à la salle et à ses équipements
- Isolement acoustique
- Traitement acoustique de la salle

Le plus grand soin devra donc être apporté à ces sujets dès la conception de la salle, ou du complexe.

Nous préconisons ici des résultats. Il existe de multiples techniques pour les obtenir. Libre à chacun d'utiliser celle qui lui convient. Mais on doit toujours se rappeler la finalité : **la reproduction sonore cinématographique**. Les solutions les plus simples sont souvent les plus efficaces.

### DEFINITIONS

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ➤ <b>Le Son</b>                  | <p>On trouvera dans une littérature très riche des ouvrages traitant des définitions du son.</p> <p>On rappellera simplement ici que le son est lié à la mise en vibration des couches d'air. Il se propage dans l'air sous forme d'onde, comme les vagues à la surface de l'eau, mais dans les trois dimensions.</p> <p>Les grandeurs physiques caractérisant un son :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La fréquence (ou hauteur pour les musiciens), exprimée en Hz. L'oreille humaine moyenne entend les fréquences de 20 Hz à 20.000 Hz.</li> <li>➤ Le niveau sonore (voir ci-dessous)</li> <li>➤ Le timbre (richesse en fréquence d'un son complexe) que l'on représentera dans une courbe de représentation spectrale.</li> </ul> |
| ➤ <b>Décibel – Niveau sonore</b> | <p>Le Décibel n'est pas une unité. C'est l'expression d'un rapport entre deux valeurs : une valeur mesurée et une valeur de référence.</p> <p>La sensation sonore est liée à une pression exercée sur le tympan. En acoustique, la valeur de référence, c'est le seuil de perception moyen de l'oreille humaine. Elle s'exprime en Pascal (Pa) et vaut <math>2 \times 10^{-5}</math> Pa.</p> <p>Le niveau sonore exprimé en Décibel (<math>1/10^{\text{ème}}</math> de Bel) s'exprime donc, pour un niveau de pression acoustique P, selon la formule :</p> $L = 20 \text{ Log } (P / 2 \times 10^{-5})$ <p>L'oreille humaine peut percevoir des niveaux sonores compris entre 0 et 120 dB (valeurs moyennes)</p>                                   |
| ➤ <b>Niveau d'émission</b>       | <p>C'est le niveau mesuré en dB (Décibel) d'un signal sonore produit dans le local d'émission lors d'une mesure d'isolation acoustique. Aucune pondération n'est appliquée.</p> <p>Il peut s'agir d'un bruit rose, d'un bruit rose filtré, ou du bruit émis par un équipement quelconque utilisé durant les séances de spectacle cinématographique. La répartition spectrale de ce bruit doit être spécifiée.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ➤ <b>Niveau de bruit de fond</b> | <p>C'est le niveau de bruit de fond en dB (Décibel) relevé dans un local en dehors de la présence d'un signal "utile" issu de la bande sonore des films.</p> <p>Ce niveau peut être relevé tous équipements hors services, ou en présence d'un ou plusieurs équipements en fonctionnement (projecteur, traitement de l'air).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

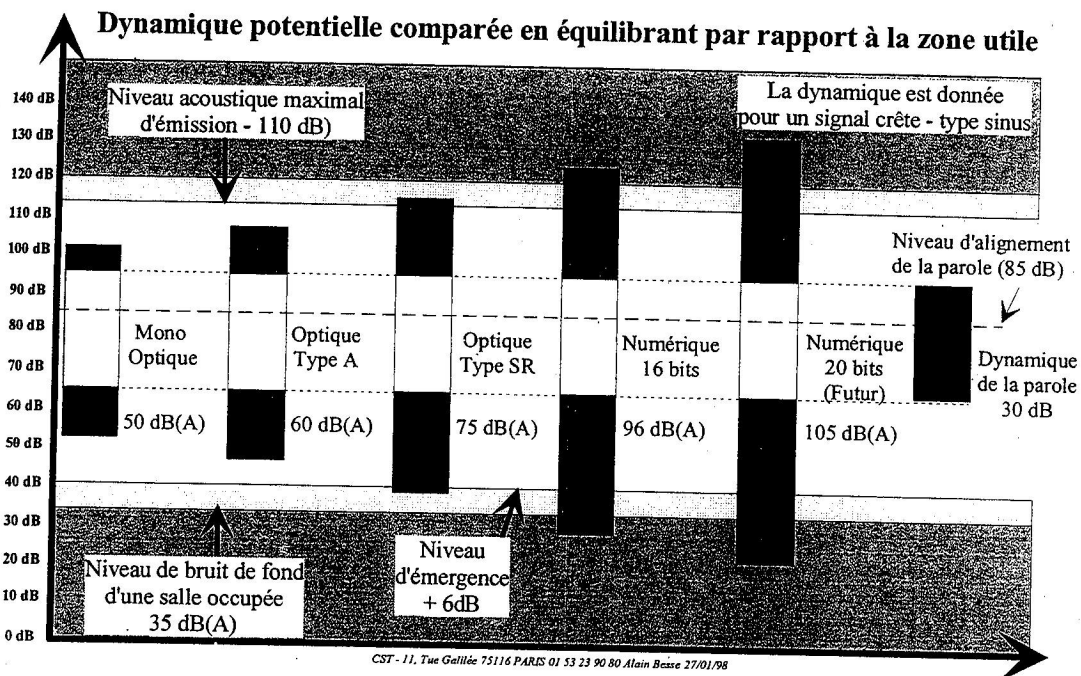


|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ➤ <b>Niveau de bruit de fond pondéré A</b> | Le même que précédemment, mais auquel est appliqué la pondération spectrale de type A, liée aux caractéristiques physiologiques de l'oreille humaine aux bas niveaux acoustiques (courbes d'isosensibilité Fletcher et Munson).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ➤ <b>Indices NR d'évaluation de bruit</b>  | Il s'agit d'un réseau de courbes de référence permettant d'évaluer l'impact d'un bruit résiduel. Son utilisation n'a de sens que si l'on précise la répartition spectrale du bruit mesuré.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ➤ <b>Critères de bruit NC</b>              | Ces critères de bruit ont été définis par THX dans son cahier des charges. L'utilisation est basée sur le même principe que les indices NR (évaluation de l'impact d'un bruit résiduel). Ils intègrent les paramètres directement liés à l'utilisation cinématographique (caractéristiques de transfert, composition spectrale des bandes sonores et des bruits ambiants, etc...). Ils ne s'appliquent qu'aux mesures des sources parasites liées à l'exploitation de la salle (traitement de l'air, projecteur).<br><br>Ils ont été repris dans une recommandation SMPTE et sont désormais universellement reconnus et utilisés en reproduction sonore cinématographique. |
| ➤ <b>Niveau de réception</b>               | Le niveau brut mesuré dans le local de réception. Il peut être exprimé en global, par bande d'octave ou de 1/3 d'octave.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ➤ <b>Niveau de réception normalisé</b>     | C'est le niveau de réception corrigé en fonction du coefficient d'absorption moyen du local de réception.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ➤ <b>Isolement brut</b>                    | C'est la différence entre le niveau d'émission et le niveau de réception.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ➤ <b>Isolement normalisé</b>               | C'est l'isolement brut pondéré du coefficient d'absorption moyen du local de réception.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ➤ <b>Temps de réverbération</b>            | Durée de la décroissance du son entre le niveau moyen au moment de la coupure et le même niveau moins 60 dB.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ➤ <b>STI</b>                               | Coefficient d'intelligibilité dont l'échelle va de 0 à 1 (1 étant le meilleur). Ce coefficient est calculé par ordinateur à partir de la réponse impulsionnelle de la salle. Le RASTI est une version simplifiée et plus rapide à calculer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ➤ <b>EDT</b>                               | Early Decay Time : temps de réverbération calculé sur les 10 premiers décibels de la décroissance, permettant une première évaluation de l'intelligibilité du message sonore.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ➤ <b>Caractéristique spectrale</b>         | Il s'agit du spectre (registre pour les musiciens) des fréquences utilisées dans la reproduction sonore.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ➤ <b>Dynamique d'un signal sonore</b>      | Ce rapport concerne le signal sonore utile (l'ensemble des éléments artistiques constituant la bande sonore) et est exprimé en décibel entre le niveau le plus fort et le niveau le plus faible de la bande sonore.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ➤ <b>Rapport signal/bruit</b>              | Ce rapport concerne les équipements de reproduction sonore et est exprimé en décibel entre le niveau maximal que peut transmettre sans distorsion la chaîne sonore et le niveau de bruit de fond de cette même chaîne sonore.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

A toutes fins utiles, on trouvera dans les documents cités ci-dessous de nombreuses références de normes ou de recommandations développant ces points.

- **ISO 1996/1 : Acoustique** - Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement - Grandeurs et méthodes fondamentales
- **ISO 1996/3 : Acoustique** - Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement - Application aux limites de bruit
- **ISO/R 1996: Acoustique** - Extrait : indice NR d'évaluation de bruit (reprise par NF S 30 010)
- **ISO 1999 : Acoustique** - Estimation de l'exposition au bruit durant le travail en vue de la protection de l'audition
- **ISO 9568 : Cinématographie** - Niveau de bruit de fond acoustique dans les théâtres cinématographiques, salles de vision et auditoria
- **ISO 179** : annexe Courbes de pondération A, B, C et tolérances (également CEI 651)
- **ISO 2969 : Cinématographie** - Réponse électroacoustique de la chaîne B des salles de contrôle et d'exploitation cinématographique - Spécifications et mesurages
- **NF S 31057 : Acoustique** - Vérification de la qualité acoustique des bâtiments
- **THX** : Recommandations liées au Cahier des Charges
- **NRA** : Nouvelle Réglementation Acoustique du Ministère du Logement
- **Conseil National du Bruit** : Etablissements produisant de la musique à haut niveau sonore - Recommandations relatives à l'isolation acoustique des logements du voisinage vis-à-vis des bruits produits à l'intérieur des bâtiments
- **Décret du 15 Décembre 1998 n° 98-1143**, du Ministère de l'Aménagement du territoire portant sur la limitation des niveaux sonores dans lieux diffusant des musiques amplifiées.

Pour information, nous rappellerons également ici les caractéristiques de base de la reproduction sonore cinématographique en termes de niveaux sonores et de dynamique.



**Fig 24 : Dynamique des pistes sonores et possibilités des salles**

On constate dans ce tableau un point très simple : le niveau maximal de 110 dB ne pouvant être dépassé (réserve de 10 dB avant seuil de douleur à 120 dB), on ne pourra réellement profiter des gains en dynamique de la reproduction numérique que si l'on réduit le niveau de bruit de fond ambiant (climatisation, isolement acoustique principalement).

Comme pour l'ensemble des sujets traités dans ce Guide, nous n'entrerons pas dans le détail des développements scientifiques comme les coefficients  $\alpha$  Sabine, les Rasti, STI ou autres diagrammes de phase. Une nombreuse littérature sur ces sujets existe déjà. Nous nous contenterons d'évoquer l'application de ces données scientifiques pour les besoins de la diffusion sonore cinématographique.

## **D. 2 BRUIT DE FOND**

Les relevés de niveau de bruit de fond se font dans une salle vide de tout spectateur. On verra plus loin l'impact de la présence des spectateurs. Hors spectateur, on relèvera trois types de niveau de bruit de fond :

- Tous les équipements de la salle hors services
- Les équipements "mécaniques" en fonctionnement : climatisation, projecteur
- La chaîne sonore en fonctionnement

Le premier relevé permettra de faire apparaître les émergences de sources parasites non liées au fonctionnement de la salle : circulation, avion, bâtiments mitoyens par exemple. Ces sources ne sont pas maîtrisables par l'exploitant. Il devra donc s'en protéger.

Le second relevé permettra d'identifier les nuisances apportées par les équipements de la salle, indépendamment de la chaîne de reproduction sonore. Ces sources sont maîtrisables par l'exploitant. Les équipements doivent être réglés en conséquence.

Le troisième relevé permettra de faire apparaître des défauts annexes de la chaîne de reproduction sonore (résiduelle alternative, souffle). Ces sources sont maîtrisables. Les réglages et les matériels retenus doivent être performants.

### **UNITES**

La palette d'outils est vaste. L'utilisation de l'un ou l'autre des outils est fonction du but recherché.

#### **A/ Niveau global brut**

C'est l'unité de base. Nous utiliserons en règle générale cette unité, indépendante de toute interprétation.

### B/ Niveau global pondéré A

Cette unité est théoriquement utilisée en correction physiologique pour des niveaux sonores inférieurs à 60 dB. Certains documents officiels l'utilisent pour des niveaux supérieurs, rendant son interprétation équivoque. C'est l'unité la plus proche de la sensation perçue par l'oreille humaine.

### C/ Indices NR de bruit

Elle indique de façon précise, sous réserve de présenter la courbe de répartition spectrale, le niveau d'émergence d'une source parasite au-dessus d'un bruit de fond. Elle intègre certaines données de la perception physiologique de l'oreille humaine.

### D/ Critères NC de bruit

Ces critères de bruit sont définis pour déterminer précisément la nuisance apportée dans les salles de cinéma par les équipements techniques de la salle (traitement de l'air, projecteur), à l'exclusion de toute autre source de bruit (y compris salle mitoyenne, chaîne sonore, etc...).

### E/ Niveaux par bande d'octave ou 1/3 d'octave

Une représentation assez précise et très courante, elle donne la répartition de l'énergie spectrale, élément fondamental dans la perception psycho-acoustique du niveau sonore.

## **D 2.1 - METHODOLOGIE**

Les recommandations utilisées à ce jour (ISO/R 1996 ou AFNOR S 30-010) demandent que, lorsque la salle est vide, et que les équipements techniques sont en fonctionnement (projecteur, extraction, climatisation), aucun point de la caractéristique de bruit de fond ne doit dépasser les valeurs de la courbe d'évaluation de bruit NC 27, sur la bande 31 - 8000 Hz.

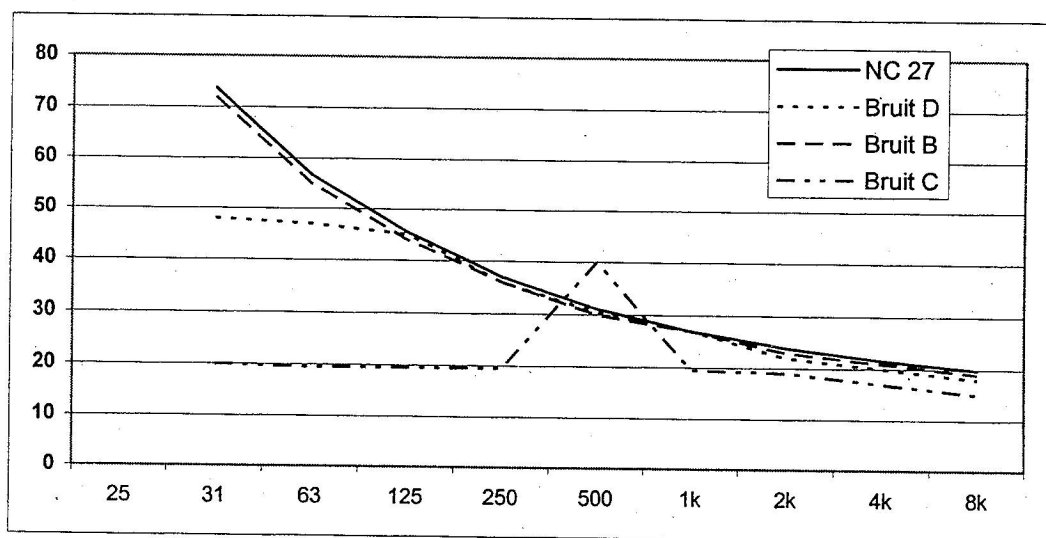


Fig. 25 : Courbes de bruit de fond, réf. NC 27

Suivant la nature du bruit et la bande de fréquences analysée, l'interprétation des niveaux de bruit de fond peut varier. Dans la figure 25 sont présentés trois types de bruit de fond B, C et D.

**Le bruit de fond B :** tangent sur tout le spectre à la courbe NC 27. Il est donc exprimé comme respectant le critère d'évaluation du bruit NC 27.

**Le bruit de fond D :** est tangent en au moins un point à la courbe NC 27. Il sera également exprimé comme respectant le critère d'évaluation du bruit NC 27.

**Le bruit de fond C :** représente un bruit de fond dans lequel une fréquence seulement est prédominante (bruit de sifflement de type bruit d'hélice ou de moteur). Dans l'exemple, ce bruit est exprimé comme respectant le critère d'évaluation NC 38.

| Type de bruit | Spectre (Hz) | Niveau NC | Niveau dB(A) |
|---------------|--------------|-----------|--------------|
| Bruit B       | 31 - 8000    | 27        | 37,7         |
| Bruit D       | 31 - 8000    | 27        | 32,9         |
| Bruit B       | 125 - 8000   | 27        | 34,5         |



|         |           |    |      |
|---------|-----------|----|------|
| Bruit C | 31 – 8000 | 38 | 35,1 |
|---------|-----------|----|------|

On voit donc que l'écart de valeur entre la courbe NC et le niveau de bruit de fond varie en fonction de la largeur de bande de fréquences étudiée, et du type de bruit.

Sur la bande de fréquences 125 - 4000 Hz, on utilise par convention de calcul une différence de 5 dB. En conséquence, un bruit de fond estimé à NC 27 sur cette bande de fréquence peut être évalué à 32 dB(A). Plus on agrandira la largeur de bande étudiée, plus la valeur d'écart sera élevée. Les abaques de calculs apparaissent dans différents documents cités en annexe Bibliographie.

Concernant les bandes d'octave de fréquences inférieures à celle centrée sur 125 Hz, une étude par bande d'octave devra être entreprise pour une expression des résultats en dB(A). Pour ces bandes de fréquences, les valeurs indiquées dans le tableau de la figure 25 seront prises comme valeurs maximales à ne pas dépasser. Pour une estimation en 1/3 d'octave, il faudra retrancher 5 dB(A) (précisément 4,77 dB(A)) à ces valeurs.

**En résumé, le gabarit du critère de bruit NC 27 s'applique bien sur l'ensemble de la bande de fréquences 31,5-8000Hz.**

Il est à noter qu'une étude statistique de présence de signal dans la bande 31,5 Hz serait à réaliser, les calculs de niveau de bruit équivalent  $L_T$  à ces fréquences très basses, auxquelles l'oreille est peu sensible, faisant apparaître que les niveaux résiduels y sont souvent peu gênants. A ce titre, il est rappelé que les mesures sont effectuées à partir d'une source de bruit rose, pour lequel un facteur de crête de  $\pm 14$  dB est appliqué à ces fréquences. La méthode de mesure précise également que le temps d'émission dans la bande considérée doit couvrir 95 % de la durée de mesure. C'est le cas pour la source de bruit rose. Ce n'est certainement pas le cas pour les bandes sonores des films dans la bande d'octave centrée sur 31,5 Hz. Il pourrait donc être utile de pondérer le niveau d'isolement à cette fréquence en fonction du temps d'exposition, qui n'excède pas 50% du temps total d'une projection.

A ces études devra également être ajoutée celle du niveau de bruit de fond ambiant en séance (bruit de respiration, de frottement, de chuchotement, de papier) dont l'influence dépendra principalement des caractéristiques de temps de réverbération acoustique de la salle (faible en salle absorbante, importante en salle réverbérante). Cependant, l'effet de masque généré par ce bruit émanant des spectateurs n'agira que dans les fréquences médium et aigues, mais peu dans les fréquences basses.

Les relevés sont effectués sur l'ensemble de la zone d'implantation des fauteuils.

| CRITERE N° 11                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Niveau de bruit de fond selon méthode des critères de bruit (tous équipements en service) | < NC 27    |
| Niveau de bruit en dB(A) (tous équipements en service)                                    | < 32 dB(A) |
| Niveau de bruit de fond selon méthode des critères de bruit (aucun équipement en service) | < NC 25    |

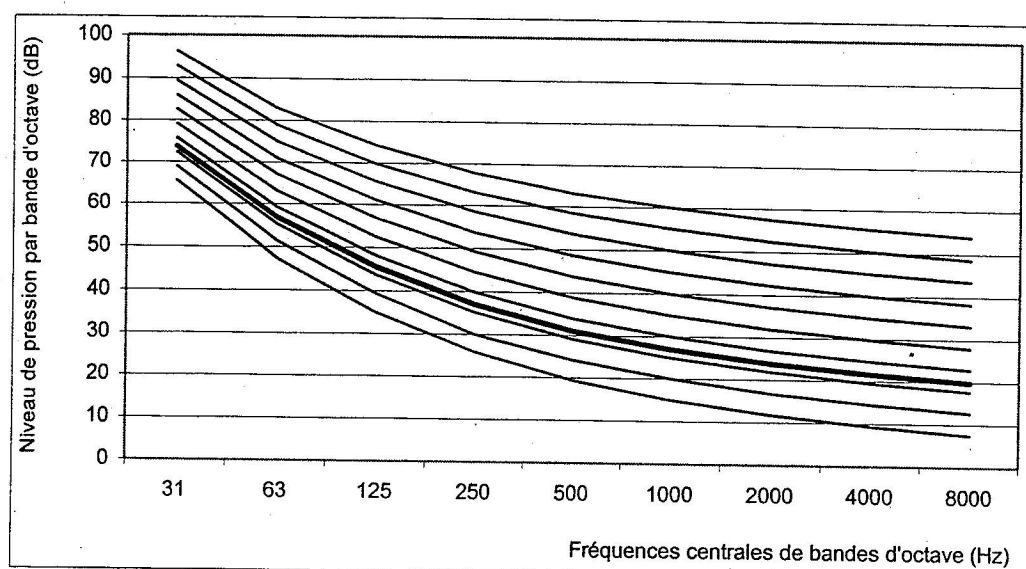


Fig. 26 : Courbe d'évaluation de bruit NC

| Courbes NC   | 31          | 63          | 125         | 250       | 500         | 1000      | 2000        | 4000        | 8000        |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| NC 60        | 96.3        | 82.9        | 74.2        | 67.8      | 63.2        | 60        | 57.4        | 55.4        | 53.8        |
| NC 55        | 92.9        | 78.9        | 69.8        | 63.1      | 58.4        | 55        | 52.3        | 50.3        | 48.6        |
| NC 50        | 89.4        | 75          | 65.5        | 58.5      | 53.5        | 50        | 47.2        | 45.2        | 43.5        |
| NC 45        | 86          | 71          | 61.1        | 53.6      | 48.6        | 45        | 42.2        | 40          | 38.3        |
| NC 40        | 82.6        | 67.1        | 56.8        | 49.2      | 43.8        | 40        | 37.1        | 34.9        | 33.2        |
| NC 35        | 79.2        | 63.1        | 52.4        | 44.5      | 38.9        | 35        | 32          | 29.8        | 28          |
| NC 30        | 75.8        | 59.2        | 48.1        | 39.9      | 34          | 30        | 26.9        | 24.7        | 22.9        |
| <b>NC 27</b> | <b>73.8</b> | <b>56.8</b> | <b>45.5</b> | <b>37</b> | <b>31.1</b> | <b>27</b> | <b>23.9</b> | <b>21.6</b> | <b>19.8</b> |
| NC 25        | 72.4        | 55.2        | 43.7        | 35.2      | 29.2        | 25        | 21.9        | 19.5        | 17.7        |
| NC 20        | 69          | 51.3        | 39.4        | 30        | 24.3        | 20        | 16.8        | 14.4        | 12.6        |
| NC 15        | 65.6        | 47.3        | 35          | 25.9      | 19.4        | 15        | 11.7        | 9.3         | 7.4         |

| Courbes NC     | 31   | 63   | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| NC 27 en dB    | 73.8 | 56.8 | 45.5 | 37   | 31.1 | 27   | 23.9 | 21.6 | 19.8 |
| NC 27 en dB(A) | 34.4 | 30.6 | 29.4 | 28.4 | 27.9 | 27   | 25.1 | 22.6 | 18.7 |

Dans le second tableau, la seconde ligne indique la courbe d'évaluation de bruit NC 27 telle que définie dans les normalisations internationales. La troisième ligne indique les valeurs correspondantes de niveau de bruit exprimées en dB(A) par bande d'octave, pour un bruit dont le spectre de fréquences correspond à celui du critère de bruit.

## D.2.2 - NIVEAU DE BRUIT DE FOND AMBIANT

Le bruit de fond ambiant en salle provient essentiellement des équipements de la salle, à savoir les systèmes de climatisation et les systèmes de projection. Des précautions doivent également être prises quant aux installations de distributeurs de boisson ou les systèmes de tringleries de rideaux de scène ou d'écran.

### a/ La climatisation

Quel que soit le système retenu, climatisation, ventilation, renouvellement d'air, chauffage par convection, etc., les mises en place et les réglages doivent être effectués de façon méticuleuse. Les emplacements des systèmes générateurs, le placement et la forme des bouches d'arrivée d'air, ou de reprise, doivent être étudiés de façon à ne pas provoquer de nuisance spécifique, ni localement pour quelques sièges, ni globalement. Les sections des gaines et les matériaux de traitement interne devront être appropriés, afin d'éviter les mises en vibration mécanique.

Accessoirement, il est rappelé que les arrivées et les reprises d'air ne doivent en aucun cas être situées de telle sorte que le flux d'air balaye la surface d'écran, sous peine de détérioration rapide de celui-ci.

De même, il sera utile, lors des positionnements des bouches d'arrivée d'air chaud, notamment en plafond, de veiller à ce que le flux d'air chaud n'intercepte pas immédiatement le faisceau de projection. En effet, il est fréquemment constaté que les volumes d'air chaud se mouvant dans le faisceau de projection provoquent des ombres portées donnant une sensation de flou dans les zones d'image considérées.

Il est rappelé que les nuisances sonores issues des systèmes de climatisation sont principalement de deux ordres :

- Bruit de moteur : les vibrations du bloc moteur, la rotation de l'hélice de sortie sont directement transmises en salle. Outre le réglage des systèmes (utilisation de silent block, réglage des axes de rotation), l'isolement du local clim par rapport au bloc salle doit être étudié de façon minutieuse. On évitera les positionnements au-dessus des salles ou contre des murs mitoyens s'ils ne sont pas doublés. Des « pièges à son » dans les gaines de liaison sont également très utiles.
- Bruit de déplacement d'air. Ce bruit peut provenir d'au moins quatre sources :
  - Déplacement de l'air dans la gaine : l'intérieur des gaines ne doit pas rester nu, le frottement de l'air pouvant générer une mise en vibration ou en résonance. Un calfeutrage est souvent utile.
  - Déplacement de l'air dans les coudes des gaines : autant que faire se peut, les changements de directions, outre qu'ils augmentent la mise en charge des systèmes, devront être limités et adoucis au maximum. Là aussi, un calfeutrage s'impose.

- Déplacement de l'air sur les grilles de sortie : les ailettes des grilles de sortie seront choisies et orientées de façon à limiter au maximum le bruit de sifflement. Notamment, on évitera les fentes fines, qui génèrent d'importants sifflements selon la vitesse de déplacement de l'air.
  - Gestion de la vitesse de déplacement de l'air : les diamètres de gaines et les débits des systèmes de traitement de l'air seront étudiés de façon à limiter la vitesse de déplacement de l'air dans les gaines et sur les bouches de sortie. A vitesse lente, niveau de bruit réduit.
- Mise en charge des volumes : il arrive souvent que les mises en charge des volumes génèrent des différences importantes de pression entre le volume salle et les circulations d'accès. Cela provoque des fermetures incomplètes des portes, et donc des sifflements sur ces portes. Sans que les pressions soient nécessairement équilibrées, les différentiels doivent être réduits aux minima réglementaires pour la sécurité.
- Reprise : les systèmes de reprise d'air doivent également être traités afin de limiter les niveaux sonores. Bruits de moteur et bruits de déplacement de l'air sont également en cause.
- Technologies de traitement de l'air : tous les systèmes dont le traitement de l'air se fait en salle (climatiseurs indépendants, chauffages soufflants, etc) **SONT A PROSCRIRE** dans les salles de cinéma, les niveaux de bruit de ces systèmes étant prohibitifs.

#### *b/ La projection*

Les sources de bruit de la projection proviennent essentiellement du battement de la pellicule dans le chemin de film, de l'extraction de lanterne, des vibrations du redresseur ou du dérouleur. Le niveau de bruit émis par un projecteur, relevé 1,00 m devant, est environ de 65 dB. Le spectre de fréquence est plutôt dans le registre médium (150 – 1000 Hz).

Tous les éléments du projecteur doivent être entretenus et réglés de façon à limiter le niveau de bruit du défilement de la pellicule.

Les systèmes d'extraction d'air chaud de la lanterne ne doivent pas utiliser des extracteurs trop bruyants.

Les redresseurs de courant alimentant les brûleurs et les dérouleurs doivent être convenablement réglés et mécaniquement ajustés, et doivent être placés sur des supports souples isolant mécaniquement du sol.

Les cloisons de séparation entre cabine et salle doivent être hermétiques. Le mur ne doit pas être percé, les éventuelles gaines passant de la cabine à la salle doivent être isolées, les hublots de projection et de visée doivent posséder des huisseries étanches. Il sera souhaitable que ces huisseries soient ouvrantes, pour des raisons d'entretien de la vitre notamment. Les épaisseurs des vitres devront être suffisantes, mais ne pas excéder 10 mm afin de ne pas induire de défauts optiques.

#### *c/ Autres sources*

Les portes d'accès doivent être suffisamment hermétiques pour isoler correctement des circulations communes et des circulations extérieures. L'utilisation de sas, appropriée également pour les lumières parasites, est fortement conseillée. Les huisseries doivent disposer de joints assurant une fermeture totale.

Vis-à-vis de l'extérieur, il y a notamment lieu de soigner la réalisation des trappes de désenfumage et des sorties de secours. Par expérience, les simples portes ne sont pas efficaces pour protéger des nuisances sonores extérieures, et accessoirement pour protéger le voisinage des émissions sonores en salle. Un travail d'étude précis et rigoureux doit systématiquement être mené sur ces points. Les parois doivent également être correctement réalisées, et traitées au besoin afin de parfaire leurs propriétés isolantes.

Concernant les trappes de désenfumage, tout en respectant les contraintes de bon fonctionnement des déclenchements d'ouverture, le jointolement et la structure même de la plaque de fermeture seront étudiés afin de ne pas créer de point de faiblesse dans l'isolement acoustique vis-à-vis de l'extérieur.

## D • 3 – ISOLEMENT ACOUSTIQUE ENTRE SALLES

Le volume de salle doit être correctement isolé des sources sonores extérieures. Ces sources peuvent provenir des autres salles du complexe, des circulations communes, des bâtiments mitoyens ou de l'extérieur.

Toutes les cloisons doivent être étudiées afin de limiter les transmissions des sons, de telle sorte que le niveau de bruit résiduel en salle ne dépasse pas la valeur définie en critère n°11.

Un soin particulier doit être apporté à la réalisation des cloisons mitoyennes avec d'autres salles. Aucun pont acoustique ne doit subsister. Les jonctions avec les autres parois doivent être particulièrement soignées. Les passages de gaines doivent être proscrits. Les murs mitoyens doivent être prolongés suffisamment haut dans les faux-plafonds, et de préférence de plancher à plancher.

### D 3.1 - METHODOLOGIE

Il est défini que les mesures d'isolation acoustique entre deux salles sont effectuées à partir de l'installation sonore cinématographique. Ce point est important, car c'est la seule source importante de nuisances entre salles, et l'emplacement des sources, ainsi que leurs caractéristiques acoustiques et électroacoustiques sont fondamentales dans l'interprétation des résultats d'isolement.

Il est d'abord procédé à la validation des réglages électroacoustiques de la chaîne de diffusion, en référence aux normes et recommandations en terme de transfert en fréquences (Norme ISO 2969) et d'équilibrage de niveau entre voies (recommandations constructeurs). Pour ces points on se reportera au chapitre « Reproduction Sonore » du présent Guide. S'il apparaît dans le relevé de transfert en fréquences de la salle d'émission d'importantes variations par rapport à la courbe ISO 2969 X, ces variations devront pondérer les résultats obtenus en salle de réception.

Un bruit rose est émis au travers de la chaîne B, sur l'ensemble des canaux de reproduction sonore. En reproduction sonore numérique, le niveau global d'émission sur l'ensemble des canaux devra au moins atteindre 105 dB(C). Si des fuites acoustiques sont observées, une mesure complémentaire sera effectuée par canal, afin de déterminer l'origine de ces fuites. Dans ce cas, le niveau par canal sera de 100 dB(C). Faire attention de ne pas lancer directement le bruit rose à ce niveau, car il y aurait risque de détérioration des amplificateurs ou des haut-parleurs. Débuter à un niveau moyen, puis monter progressivement en s'assurant que le système de diffusion ne sature pas.

Les relevés sont effectués sur la bande de fréquences 31 Hz – 8000 Hz. Par rapport aux relevés normalisés dans les mesures de type « bâtiment », la bande est étendue vers les fréquences graves, car les bandes sonores sont parfois riches dans ces fréquences (explosions, effets spéciaux, musiques, etc).

Les niveaux d'émission seront donc :

|   |                                                                    |                           |           |
|---|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------|
| 1 | Salle d'émission équipée en reproduction sonore optique analogique | Tous canaux simultanément | 95 dB(c)  |
| 2 | Salle d'émission équipée en reproduction sonore optique analogique | Canal seul                | 90 dB(c)  |
| 3 | Salle d'émission équipée en reproduction sonore numérique          | Tous canaux simultanément | 105 dB(c) |
| 4 | Salle d'émission équipée en reproduction sonore numérique          | Canal seul                | 100 dB(c) |

### D 3.2 – CRITERES D'ISOLATION

Les isolements normalisés (au sens acoustique) minimum par bande d'octave seront :

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |        |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Fréquence (Hz)    | 31   | 63   | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Global |
| Emission (dB(c))  | 95,5 | 95,5 | 95,5 | 95,5 | 95,5 | 95,5 | 95,5 | 95,5 | 95,5 | 105    |
| Réception (dB(A)) | 34,4 | 30,6 | 29,4 | 28,4 | 27,9 | 27   | 25,1 | 22,6 | 18,7 | NC 27  |
| Isolement (dB(A)) | 61,1 | 64,9 | 66,1 | 67,1 | 67,6 | 68,5 | 70,4 | 72,9 | 76,8 |        |

*Isolement par bande d'octave, émission à 105 dB(c) de bruit rose, salle émettrice équipée en numérique*

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |        |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Fréquence (Hz)    | 31   | 63   | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Global |
| Emission (dB(c))  | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 95     |
| Réception (dB(A)) | 34,4 | 30,6 | 29,4 | 28,4 | 27,9 | 27   | 25,1 | 22,6 | 18,7 | NC 27  |
| Isolement (dB(A)) | 51,1 | 54,9 | 56,1 | 57,1 | 57,6 | 58,5 | 60,4 | 62,9 | 66,8 |        |

*Isolement par bande d'octave, émission à 95 dB(c) de bruit rose, salle émettrice équipée en Stéréo SR*

On trouvera dans les annexes de ce guide des graphiques illustrant ces critères, et intégrant les calculs sans la pondération A en réception (calcul d'un isolement brut).



### D.3.3 – QUELQUES CAUSES D'INSUFFISANCES

#### *a/ La conception des parois*

Les problèmes de fuite acoustique se rencontrent surtout dans le registre des fréquences basses ou bas-médium. Ceux rencontrés dans les fréquences médium ou aigues sont faciles à résoudre.

Dans le registre des fréquences basses, on émet beaucoup d'énergie, souvent sous forme d'impulsion, avec donc des facteurs de crêtes importants.

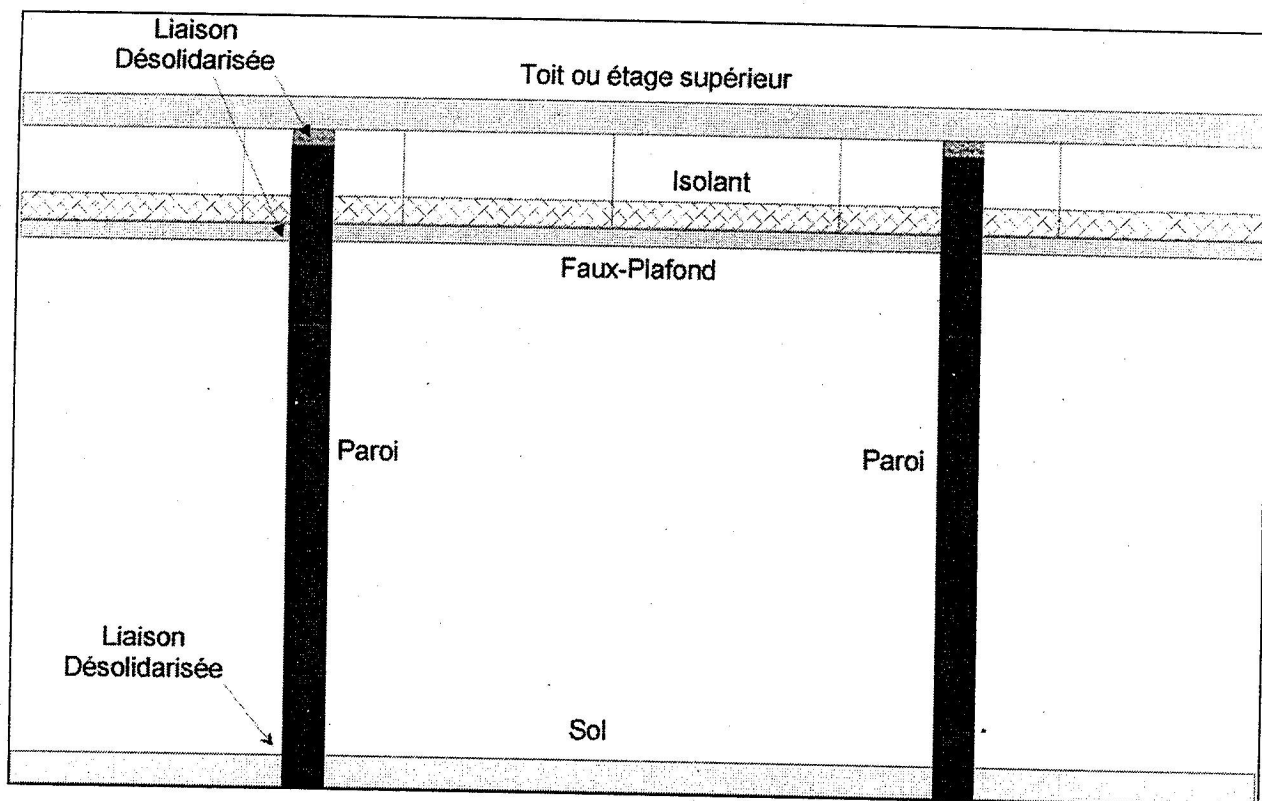
La meilleure option pour bloquer cette énergie, c'est la masse. Souvent, les parois sont prévues au plus juste, et avec une efficacité limitée en fréquence au-dessus de 125 Hz (fréquence basse des mesures « bâtiment »). **On doit bien rappeler dans la conception des salles que l'on émet beaucoup d'énergie jusque dans la bande 31 Hz.** Si une structure de masse (mur béton épais) est retenue, il est important de s'assurer que la densité du béton est homogène sur l'ensemble du mur. S'il s'agit de béton banché, les trous de banche doivent être minutieusement colmatés. Un doublage de cette cloison béton avec au moins une épaisseur de plaque de plâtre de chaque côté sera bénéfique.

Des solutions à base de structure « mille-feuilles » (structure associant des plaques de plâtre, de la laine minérale, des lames d'air) peuvent également être efficaces. Le montage doit en être méticuleux. En particulier, aucun pont acoustique dans le montage de la structure de base ne doit apparaître. Le système peut être efficacement amélioré en insérant un voile béton léger au milieu.

#### *b/ Les plafonds*

Les structures de plafond sont souvent en cause dans les problèmes d'isolation acoustique entre salles. Plusieurs précautions sont à prendre.

- La structure du plafond doit être absorbante. Les plafonds suspendus (plaques, BA13) sont efficaces si les fixations sont bien isolées des structures communes à toutes les salles
- Les parois latérales doivent monter le plus haut possible dans le faux-plafond, si possible jusqu'au plafond supérieur, mais sans liaison mécanique rigide avec celui-ci.



*Fig. 27 : Gestion des toits*

#### *c/ Les angles et jonctions de parois*

Les finitions sur ces points sont souvent défectueuses. On doit simultanément réaliser des liaisons hermétiques et étanches, mais également des liaisons non rigides mécaniquement, afin de limiter les ponts acoustiques.

#### *d/ Les ouvertures*

Les portes d'accès doivent être suffisamment hermétiques pour isoler correctement des circulations communes. L'utilisation de sas, appropriée également pour les lumières parasites, est fortement conseillée. Les huisseries doivent disposer de joints assurant une fermeture totale.

Les hublots de projection posent souvent problème. Les huisseries doivent en être correctement jointées. Il est très préférable, pour des raisons optiques, de n'utiliser que des hublots simple vitre. Les doubles vitrages sont certes efficaces acoustiquement, mais déplorables optiquement (diffraction, propreté, etc - voir note technique en fin de Guide). Les surfaces ne doivent pas être trop importantes. Il vaut mieux plusieurs hublots, plutôt qu'un seul grand. Des tailles supérieures à 1 m<sup>2</sup> sont souvent problématiques. Pour le hublot simple vitre, les épaisseurs de verre, par ailleurs traitées optiquement, pourront atteindre au maximum 10 mm (raisons optiques).

#### *e/ La fixation d'éléments*

Un point fondamental est la fixation des enceintes acoustiques. Il est impératif que soit prévue une désolidarisation mécanique entre l'enceinte acoustique et son support, et si possible entre son support et le mur. Des cales silent block, des fixations désolidarisées sont souvent efficaces.

Il faut éviter de la même façon que les cadres d'écran résonnent. Plusieurs procédés permettent d'éviter ce phénomène (mousse injectée dans les tubes par exemple).

Pour les enceintes acoustiques d'ambiance, les fixations sur les parois latérales et mitoyennes sont souvent dramatiques. Une suspension par support amorti directement sur le plafond (pas le faux-plafond !) sera efficace. Cependant, ce type de fixation doit être utilisée avec précaution, car il ne faut pas qu'elles génèrent un point de faiblesse acoustique entre le volume salle et l'extérieur, notamment par percement inapproprié du faux-plafond.

#### *f/ Les gaines de climatisation*

La distribution, le positionnement et le traitement des gaines de climatisation devront être étudiés de façon à ne créer aucun pont acoustique entre les salles. Les gaines communes à plusieurs salles, ou devant passer par une autre salle devront impérativement comporter des pièges à sons aux lieux des jonctions entre salles. Les passages de gaines dans les parois seront également correctement jointés.

#### *g/ Les passages de câble*

De même, tous les passages de câbles, alimentation électrique, éclairage, liaisons vers les enceintes acoustiques, informatiques, vidéos, audio, etc, ne devront créer aucun point de faiblesse dans l'isolation acoustique entre volumes.



#### 4- TRAITEMENT ACOUSTIQUE INTERNE

Même à l'ère du multicanal, où les sources sonores se multiplient à l'infini, l'objectif premier de la reproduction sonore cinématographique reste l'intelligibilité du message sonore, et notamment du dialogue.

Par ailleurs, la répartition et l'équilibre entre les pistes du multicanal sont soigneusement dosés lors du mixage des bandes sonores, afin de recréer un espace sonore cohérent.

Il est donc impératif que les caractéristiques acoustiques internes de la salle ne perturbent pas les points suivants :

- **Intelligibilité du message** : le dialogue notamment doit pouvoir rester clair en toutes circonstances, que l'acteur ait une diction lente et claire ou rapide et brouillonne. Il existe aujourd'hui plusieurs méthodes d'évaluation de l'intelligibilité d'un système de diffusion sonore, plus précises que la simple expression du temps de réverbération acoustique en fonction de la fréquence et du volume de salle : STI, EDT, RASTI, qui remplacent les logatomes des décennies 1940-1960. Ces méthodes utilisent pour la plupart l'analyse des premières décroissances et des premières réverbérations. Il n'y a pas encore de réelle normalisation sur ces thèmes. Les valeurs proposées ici le sont donc à titre indicatif, et demanderont confirmation. Dans une salle répondant aux critères de temps de réverbération préconisés par la CST, le STI et le RASTI ne doivent pas descendre en dessous de 0.65.
- **Positionnement des sources sonores** : le mixage définit précisément la localisation des sources sonores, ainsi que les transitions entre les points de diffusion (déplacement des images sonores). Des perturbations acoustiques auront tendance à grossir exagérément la zone de diffusion autour de la source même (effet de caisse de résonance, ou d'imprécision de localisation).
- **Equilibre en niveau sonore entre les sources** : le traitement acoustique doit être homogène sur l'ensemble de la salle, afin d'éviter des déséquilibres de niveau ou de spectre en fréquences entre des sources placées en zone réverbérante et des sources placées en zone mate.

Là encore, comme pour l'isolation acoustique entre salles, il est primordial que les études acoustiques intègrent au plus près les caractéristiques de la chaîne B (chaîne électroacoustique). Ce chapitre est développé plus précisément dans le chapitre « Reproduction Sonore » plus loin dans ce Guide. Nous rappellerons juste pour mémoire ici les positionnements des sources sonores tels qu'ils ont été définis au fil des âges et de la conception des systèmes multicanaux. Ces positionnements prennent leur origine dès l'époque des premiers systèmes multicanaux (Fantasound notamment pour le film *Fantasia* en 1942), et ont été ensuite répandus avec l'avènement du 70 mm 6 pistes magnétiques (années 50 et surtout 60), puis des systèmes 35 mm multicanaux (Dolby principalement dans les années 70-80). Ces dispositions sont celles retenues par les auditoria de mixage et doivent donc être totalement respectées en salle afin de respecter les mixages des bandes sonores.

Tout système de diffusion sonore qui ne reprendrait pas les dispositions adoptées lors du mixage des films ne pourrait être considéré comme respectueux de la création artistique. Son implantation, ainsi que les conséquences sur la gestion acoustique de la salle, ne peut donc être tolérée tant qu'il n'a pas reçu l'aval des concepteurs des bandes sonores.

Il est enfin rappeler que le spectre en fréquences de la diffusion sonore cinématographique, défini notamment dans la norme ISO 2969, s'étend sur la bande 40 – 12500 Hz. Mais le canal renfort de basses peut parfois émettre jusqu'à 20 Hz, voire même dans les infra-sons en sous-harmonique.

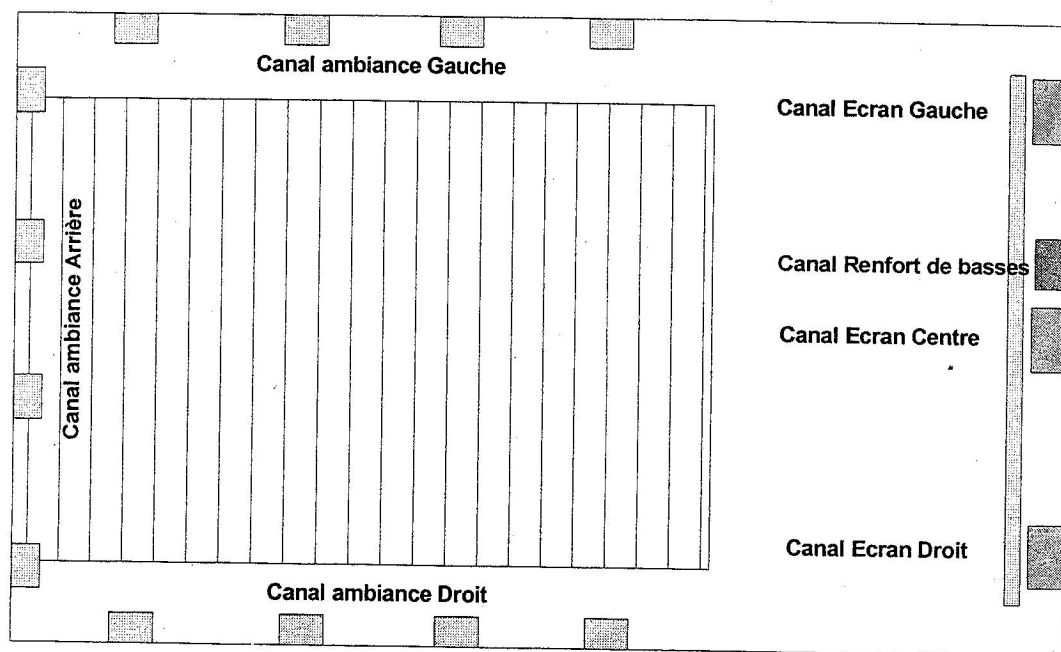


Fig. 28 : Disposition des sources sonores dans la salle

## **D 4.1 – OBJECTIFS**

Nous allons décrire chaque zone de la salle.

### **a/ La zone derrière l'écran**

Le dialogue est à 90% diffusé par le canal centre. On trouve depuis l'avènement du son numérique de plus en plus de scène où la parole va se déplacer avec l'acteur. Pour la cohérence du son à l'image et pour l'intelligibilité du dialogue, cette zone doit être absolument neutre acoustiquement, sans résonance, mise en vibration, interférences.

Pour obtenir ce résultat, plusieurs solutions sont possibles :

- Isoler ce volume du reste de la salle, en construisant un mur acoustique juste derrière l'écran, les enceintes acoustiques étant encastrées dans ce mur. C'est la solution proposée par THX notamment. Elle est bien efficace, mais est assez onéreuse, en coût et en volume, la construction d'un mur acoustique (caractéristiques du mur très précises décrites dans le cahier des charges THX) n'étant pas toujours aisée dans les volumes de salle d'aujourd'hui. Cela sera souvent aux dépens d'un rang en moins.
- Traiter acoustiquement en matériau absorbant efficace toutes les parois de cette zone (mur arrière, mur latéraux, plafond). Des laines minérales de 80 mm au moins conviendront. Ces matériaux absorbants seront aussi placés derrière les enceintes acoustiques.
- Dans tous les cas, il est très important de placer les enceintes acoustiques le plus près possible de la toile d'écran, notamment pour les haut-parleurs d'aigu. Plusieurs essais, menés notamment par la CST, mais aussi par d'autres, ont démontré que les meilleurs résultats de transfert en fréquences, en phase, en réponse impulsionnelle, en localisation, sont obtenus lorsque le diffuseur est situé au plus près de la toile. L'enceinte acoustique pouvant par ailleurs être placée au plus près du mur arrière, sans en être solidaire mécaniquement, le volume derrière l'écran pourra être réduit au maximum. Les enceintes acoustiques seront aussi désolidarisées mécaniquement de leurs supports, afin d'atténuer d'éventuelles mises en vibration de ces supports.

### **b/ Parois latérales entre l'écran et le 1<sup>er</sup> rang**

Cette zone est sans doute la seule sur laquelle une certaine « brillance » acoustique peut être admise, à savoir que ces surfaces peuvent être utilisées, notamment dans les grandes salles, pour aider à « porter » le son jusqu'au fond de la salle.

Toutefois, de nombreuses erreurs sont à éviter :

- Le parallélisme parfait des parois latérales est souvent générateur d'ondes stationnaires (écho flottant). Cet écho est souvent directement perçu pour les deux voire trois premiers rangs, mais il a aussi d'incontestables conséquences sur la diffusion du son au-delà de la zone. Ainsi, la phase, la réponse impulsionnelle et en conséquence l'intelligibilité peuvent éventuellement être notablement altérées. La présence des voix, notamment en gros plan, et donc l'équilibre du mixage, peuvent être modifiés, voire « perdus ».
- Une réverbération trop importante sur ces zones peut donner un effet de volume des voies gauche et droite, et créer ainsi un déséquilibre avec le canal centre.
- Le parallélisme du plafond et du sol est rédhitoire. En effet, ces deux surfaces sont en général relativement réverbérantes, et les ondes stationnaires y sont souvent légion. Il est très conseillé de « casser » ce parallélisme, par l'inclinaison, même légère, d'une des deux surfaces.

### **c/ Zone d'implantation des fauteuils**

Plusieurs approches sont possibles pour gérer le contrôle de l'énergie sonore reçue par ces parois. Si l'on absorbe trop, les fréquences élevées n'atteindront pas les spectateurs du fond. Si l'on n'absorbe pas assez, l'importante énergie dans le registre des fréquences basses ne sera pas correctement maîtrisée, ainsi que les éventuels retours d'onde sur le mur du fond de salle. Le plus souvent, il sera utile de prévoir un traitement progressif entre l'avant et le fond de la salle, en fonction des proportions du volume.

La réduction de l'énergie sonore réémise par les parois peut être gérée soit par absorption (matériau absorbant), soit par diffraction sur une structure en relief.

Le mur arrière devra être très neutre, soit par absorption, soit par diffraction sur des surfaces complexes.

### **d/ Plafond**

Le plafond est souvent utilisé pour aider à porter le son vers le fond de la salle, sous réserve qu'il ne soit pas trop haut par rapport aux fauteuils, notamment en modulant les matériaux et la forme du plafond en fonction de l'absorption spectrale que l'on veut obtenir.

Dans une salle type « multiplexe » (gradinage important, plafond juste en haut de l'écran, hauteur de plafond réduite en haut des gradins), des plafonds en staff sont globalement corrects, sauf pour la zone devant l'écran où les résonances avec le sol doivent être traitées.

Pour les salles où le plafond est relativement élevé par rapport à un sol assez plat ou en pente légère ne nécessitant pas notamment un gradinage, la partie haute de la salle, souvent située au-dessus du haut de l'écran, doit être traitée de façon à maîtriser l'énergie s'accumulant sous forme de résonances perturbatrices souvent constatées dans ces volumes hauts.

#### *e/ Ouvertures dans les cloisons*

Il existe au moins trois types d'ouvertures dans les cloisons des salles, qui doivent être intégrées à l'étude acoustique :

- Les vitres des hublots de cabine : ces vitres ne doivent pas avoir des surfaces trop importantes, afin de ne pas être des causes de retour d'onde arrière vers les spectateurs (accessoirement aussi afin de ne pas provoquer de lumière parasite issue de la cabine vers la salle !).
- Les portes d'accès ou de sortie : situées en fond de salle, elles peuvent parfois être sources de retour d'onde arrière localisée, lorsqu'elles sont dans l'axe direct d'une des enceintes acoustiques d'écran. Leur surface devra alors être traitée absorbante.  
Situées sur les parois latérales près de l'écran, elles peuvent créer un déséquilibre de rendu acoustique entre les voies latérales et le centre, voire une délocalisation ou un détimbrage de la source d'écran la plus proche.
- Trappes de désenfumage : notamment lorsqu'elles sont situées derrière l'écran, elles peuvent créer une zone de brillance créant détimbrage ou délocalisation de source. La surface interne doit donc être traitée absorbante, sans en gêner le fonctionnement.

#### *f/ Autres cas critiques*

Enfin, il existe quelques cas de réverbérations parasites aisément évitables à la conception :

- Les gaines de climatisation sont souvent placées derrière l'écran. Ce sont souvent des gaines métalliques, magnifiques caisses de résonance. Elles doivent impérativement être calfeutrées extérieurement. Egalement, et on le constate malheureusement parfois, ces gaines ne doivent en aucun cas servir de support aux enceintes acoustiques. Si elles doivent être placées dans la zone basse derrière l'écran, elles seront impérativement isolées de la partie haute (dalle par exemple).
- Les couloirs de sortie ou d'accès placés près de l'écran (dessous, derrière, ou dans les parois latérales) sont parfois des caisses de résonance importantes. Les portes d'accès doivent être globalement isolante, et les premiers mètres au moins de ces volumes doivent être traités en absorbant, au même coefficient que les parois de salle dans cette zone. Il faut notamment privilégier les portes directement sur les murs de la salle, plutôt qu'au fond d'un renforcement ou d'un début de couloir.

### **D 4.2 – TEMPS DE REVERBERATION ACOUSTIQUE RT60**

Si en matière de spectacle vivant, l'acteur peut moduler son débit de parole en fonction des propriétés acoustiques de la salle, plus lentement si le TR60 est long, plus rapide s'il est court, le débit de parole de l'acteur de cinéma est figé une fois pour toutes. L'acoustique de salle devra donc permettre de comprendre un débit lent comme un débit rapide.

Pour ces raisons, le temps de réverbération acoustique (TR60) doit rester relativement faible en fonction du volume de la salle.

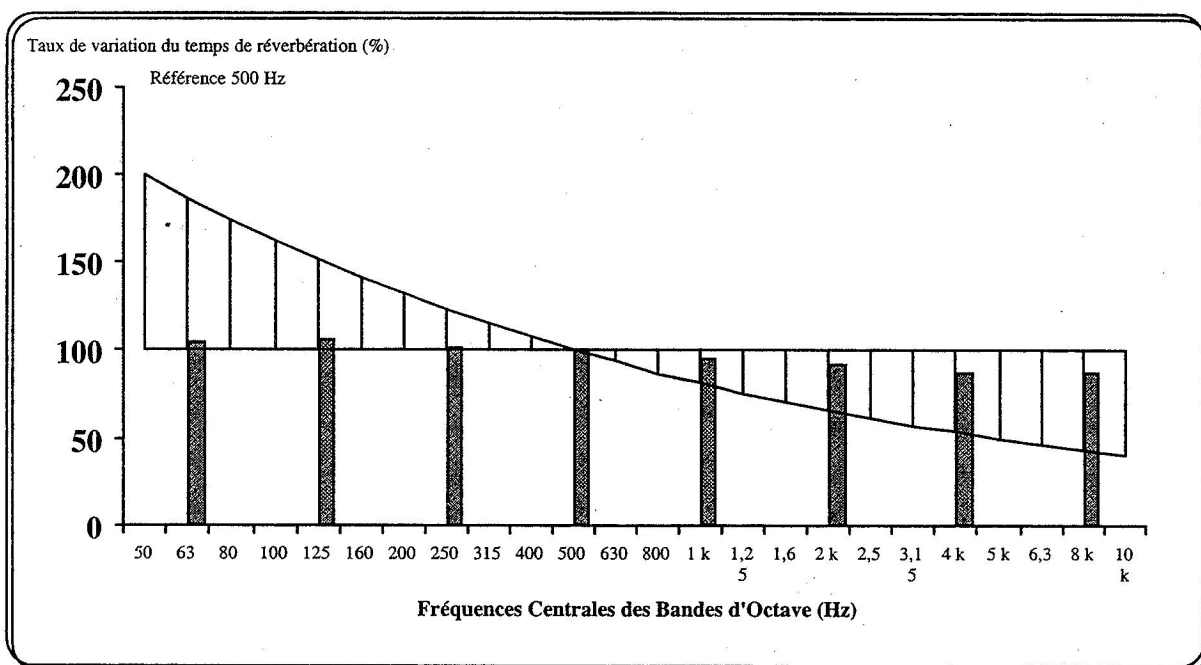
Il sera par ailleurs souhaitable que les traitements spécifiques permettent d'obtenir une certaine homogénéité en fonction de la fréquence, l'expérience montrant qu'une salle présentant un même temps de réverbération à toutes les fréquences est généralement mieux appréciée.

Enfin, il y aura lieu de veiller à ce que le temps de réverbération acoustique soit homogène sur l'ensemble de la surface d'implantation des fauteuils, et qu'aucune surface particulière ne crée de zone de réflexion ou de résonance particulière. Les parois concaves régulières ou les parois parallèles en matériau peu absorbant devront notamment être proscrites.

Des méthodes simples de traitement acoustique, à base de matériaux absorbants judicieusement positionnés, permettront d'obtenir des résultats satisfaisants. Les parois à traiter sont principalement les parois verticales. Le plafond sera étudié afin d'éviter des focalisations, des réflexions trop précises et des mises en résonance. Le sol revêt une importance moins importante, étant donné la présence des fauteuils et des spectateurs. Seule la partie avant de la salle, là où il n'y a pas de fauteuil, sera traitée plus précisément, afin d'éviter des "cages" de résonance pouvant créer des impédances de charge acoustique déstabilisantes.

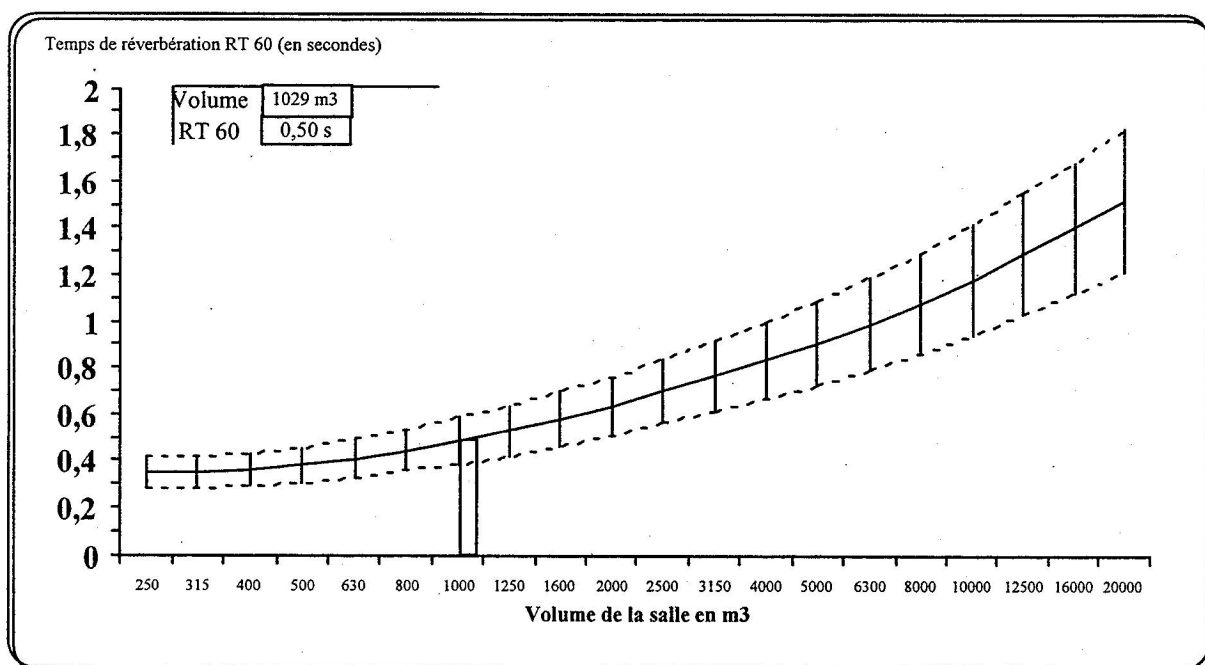
## CRITERE N° 12

Temps de réverbération acoustique RT60 en fonction de la fréquence (référence à 500 Hz)



## CRITERE N° 13

Temps de réverbération acoustique RT60 à la fréquence 500 Hz en fonction du volume de la salle



## **D.5 - ISOLEMENT ACOUSTIQUE VIS-A-VIS DU VOISINAGE**

Depuis quelques années, de nombreuses réflexions sont menées sur la limitation des niveaux sonores dans les lieux diffusant des sons amplifiés. Les raisons en sont au moins :

- Protection de l'audition pour les spectateurs
- Protection des nuisances sonores sur le voisinage

### **D.5.1 - HISTORIQUE**

- En 1992, le Conseil National du Bruit avait édité un premier document, intitulé : « Etablissements produisant de la musique à haut niveau sonore - Recommandations relatives à l'isolation acoustique des logements du voisinage vis-à-vis des bruits produits à l'intérieur des établissements », et qui a fait jurisprudence dans le domaine.
- En 1998, la CST a édité une recommandation technique définissant une première méthodologie de contrôle des niveaux des bandes sonores des films pour les publicités et les bandes annonces. Cette recommandation, portant sur la reproduction sonore analogique type SR, a été une première étape dans la prise de conscience du besoin de limitation des niveaux sonores des bandes.
- Le 15 Décembre 1998, le Ministère de l'Aménagement du Territoire faisait publier au Journal Officiel de la République Française le décret n°98-1143, utilisant le principe de la mesure des niveaux équivalents (Leq), et définissant des valeurs de niveaux acoustiques crêtes et Leq à ne pas dépasser, ainsi que des limitations dans les nuisances sonores et les émergences acoustiques vis-à-vis du voisinage.
- En 2002, la CST éditait une nouvelle recommandation portant sur le contrôle de l'énergie sonore des bandes annonces et des publicités en son numérique (CST - RT - 003 - S - 2001).

Ces niveaux sont de 120 dB en niveau crête et de 105 dB Leq(A).

Ces dispositions ne sont pas contraignantes pour l'exploitation cinématographique qui n'atteint pas ces valeurs dans une exploitation « normale » des films (chaîne sonore étalonnée, bande sonore maîtrisée, validation du niveau de diffusion en salle pour chaque nouveau film, etc), de nombreuses expertises notamment menées par la CST l'ayant démontré. Cependant, l'esprit de ce décret est très intéressant et peut être très utilement pris en compte dans la réflexion lors de la conception d'un site cinématographique.



# **CHAPITRE 3**

## **REPRODUCTION SONORE**

### **CHAÎNE B**

#### **SPECIFICATIONS TECHNIQUES**

Ce chapitre traite de l'ensemble des caractéristiques de la **CHAÎNE B** de reproduction sonore, telle qu'elle est définie dans la norme ISO 2969. Ces données englobent les caractéristiques de transfert électroacoustique, ainsi que toutes les données concernant les caractéristiques acoustiques de la salle.

### 3. 1 DESCRIPTIF DE LA CHAÎNE B

La chaîne B regroupe l'ensemble des équipements techniques permettant d'assurer la diffusion en salle des pistes sonores décodées et dématricées. Ces équipements comprennent :

- Le potentiomètre de niveau global en salle
- Les amplificateurs de puissance
- Les filtres actifs ou passifs
- Les enceintes acoustiques
- Le traitement acoustique de la salle

Dans les équipements actuels, la disposition de ces équipements est très variable. En effet, les égaliseurs ou les filtres peuvent être intégrés au processeur, ou bien extérieurs.

Nous donnons ci-dessous un synoptique global de la chaîne sonore, sans tenir compte de l'endroit physique où se trouvent les éléments.

Par ailleurs, les installations de chaîne B doivent être aujourd'hui capables de diffuser sans altération les pistes sonores issues indifféremment d'enregistrements analogiques ou numériques. En effet, renouveler aujourd'hui une chaîne B sans intégrer la possibilité dans un avenir proche de diffuser des sources de type numérique serait inadapté aux besoins du marché. Le taux d'installations numériques est en constante augmentation (plus de 50% des salles en 2002, tous systèmes confondus), alors que le taux de films avec pistes numériques approche les 100%. Par ailleurs, les pistes sonores associées à la projection numérique seront-elles de qualité numérique, et nécessiteront donc des systèmes de diffusion très performants.

On a vu en page 86 le descriptif de tous les canaux aujourd'hui disponibles selon les sources.

Comme toujours dans ce guide, il ne s'agit pas de proposer un descriptif des technologies. Un ouvrage est en cours de préparation sur ce sujet. On peut par ailleurs se reporter aux diverses documentations fournies par les constructeurs. Nous décrirons simplement les synoptiques généraux d'installation de ces équipements dans les salles.

**POSTULAT : Tous les spectateurs de la salle ont droit au même spectacle. Les caractéristiques dimensionnelles (voir chapitre « Confort ») ont défini la zone d'implantation des fauteuils. Pour toutes les places de cette zone, on doit faire en sorte que la reproduction des sources sonores soit la plus homogène possible sur au moins les trois critères suivants :**

- Niveau sonore constant sur la zone
- Caractéristique de transfert en fréquences constante sur la zone
- Localisation des sources respectée quelle que soit la place

#### 3.1.01 MONO ET MULTI-AMPLIFICATION

Un des principaux problèmes de l'amplification électroacoustique, c'est de disposer de systèmes permettant de couvrir un spectre de fréquences suffisamment étendu par rapport aux types de sources sonores présentes dans les bandes sonores des films, et par rapport à l'audition humaine.

Il n'existe pas à ce jour un modèle de haut-parleur qui couvre à lui seul cette bande de fréquences (à minima 50 - 12500Hz). On est donc obligé d'utiliser plusieurs haut-parleurs, que l'on insère dans une enceinte acoustique.

Au point de vue énergie, cela ne pose pas de problème d'insérer un signal de fréquence élevée dans un haut-parleur prévu pour la diffusion des fréquences basses. En effet, cette énergie est faible en rapport de la masse à déplacer. En fait, au-delà d'une certaine fréquence, il n'y a même plus de signal audible.

A contrario, il faut beaucoup d'énergie pour mettre en mouvement un haut-parleur de basses. Si on envoie cette énergie dans un haut-parleur d'aigu, beaucoup plus léger et fragile, on le détériorera systématiquement.

Pour cette raison, et pour quelques autres secondaires, il est nécessaire de filtrer le spectre de fréquences issu de la source sonore, afin d'envoyer sur chaque haut-parleur la bande de fréquences qui lui est destinée.

Plusieurs solutions sont utilisables. On retiendra le filtrage passif et le filtrage actif.

#### **Filtrage Passif**

C'est un filtrage qui ne fonctionne qu'en atténuation. Le spectre est en général séparé en 2 bandes de fréquences par filtres passe-bas et passe-haut. Il n'y a pas de réglage de gain. Sur certains filtres, un réglage du niveau d'atténuation des

aigus est disponible, afin d'adapter les niveaux de restitution des deux bandes, notamment en fonction du rendement des amplificateurs ou des haut-parleurs.

La fréquence de coupure est en général située entre 500 et 1000 Hz, selon les modèles de haut-parleurs. Cette fréquence de coupure est estimée lorsque le signal est à  $-3$  dB du niveau d'entrée du filtre.

La pente du filtre donne le niveau d'atténuation par bande d'octave (une bande d'octave est le spectre de fréquences compris entre une fréquence est son double (2000 est la fréquence à l'octave de 1000 Hz). Pour les filtres passifs, cette pente varie de 6 dB/oct pour les moins bons, à 18 dB/oct pour les meilleurs.

La fréquence de coupure sera émise par les deux haut-parleurs à  $-3$  dB du niveau d'entrée. La somme des deux signaux acoustiques résultants permettra d'aligner le niveau de cette fréquence sur le reste du spectre.

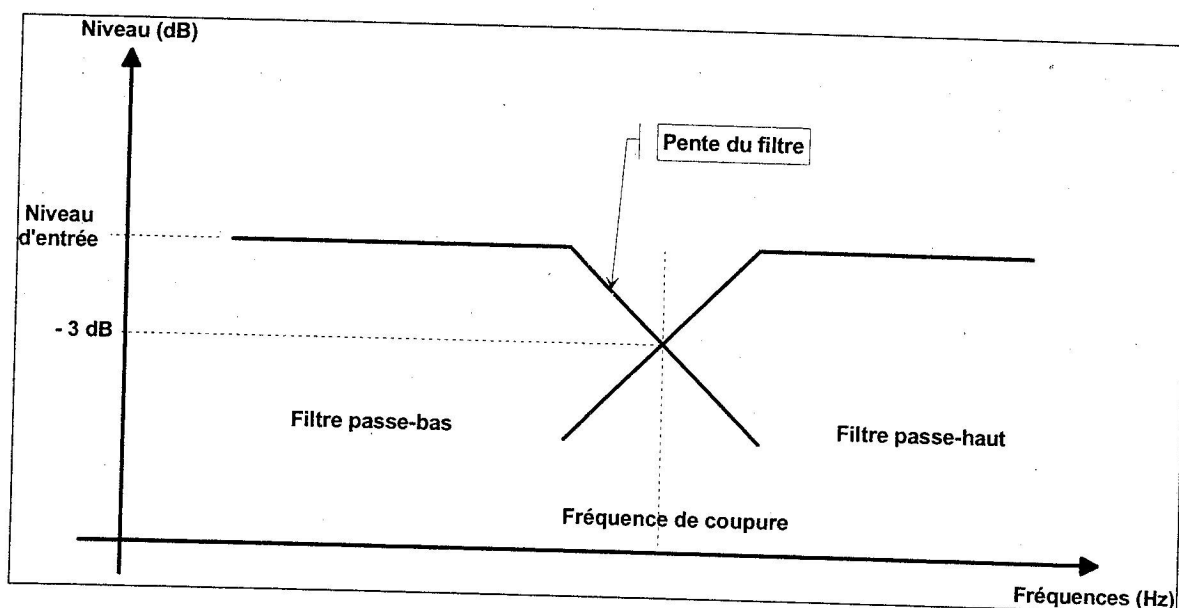


Fig. 41 : Filtrage passif

#### Filtrage Actif

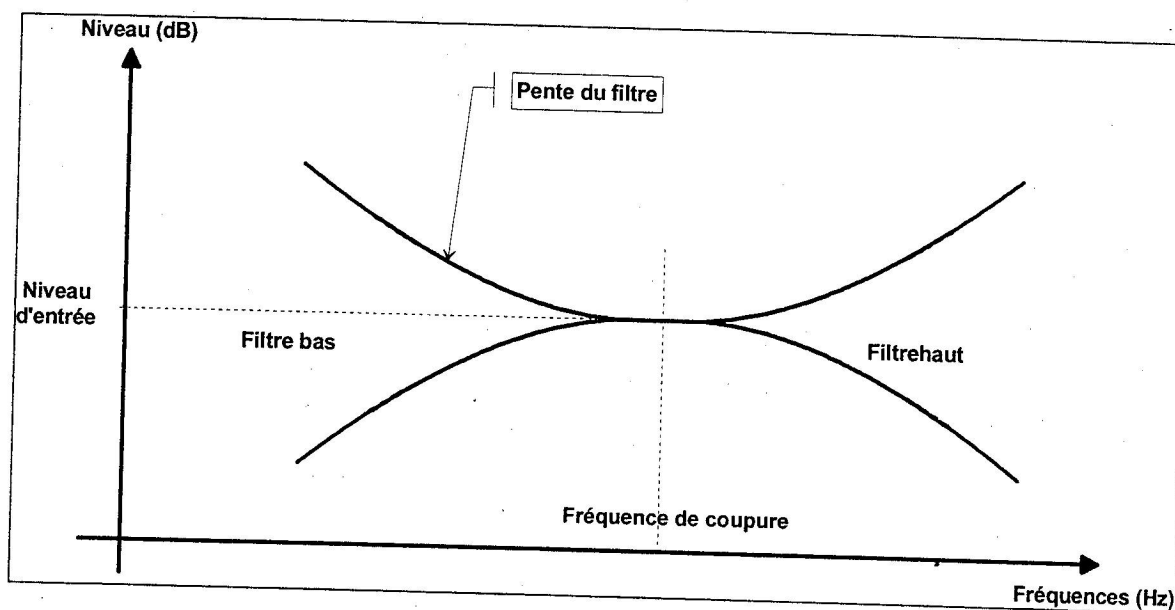


Fig. 42 : Filtrage actif

Ce filtrage regroupe plusieurs fonctions :

- Séparation en deux ou plusieurs bandes de fréquences
- Réglage de gain et d'atténuation sur chacune des bandes filtrées
- Réglage et compensation interne des déphasages du au filtrage (voir ci-dessous § Phase)

### ➤ Réglage de la pente du filtre

Avec toutes ces possibilités et la précision de réglage qui en découle, ce type de filtrage est beaucoup plus performant. Ce type de filtrage est utilisé dans les chaînes bi-amplifiées (voir ci-dessous), mais on peut aussi l'utiliser sur des chaînes tri ou quadri-amplifiées (voir § « 3.1.04 Variantes » ci-dessous).

Ce type de filtrage est très fortement conseillé dans les salles reproduisant des pistes sonores numériques.

### Phase

Dans le filtrage passif, il est un paramètre qui est souvent négligé, c'est le respect de la phase du signal entre les deux signaux issus du filtrage. Le principe même du filtrage implique une dérive de cette phase entre le signal d'entrée et le signal de sortie. De plus, le déphasage ne sera pas le même en fonction de la fréquence, donc pas le même pour le filtre passe-bas et pour le filtre passe-haut, si ce n'est en valeur, du moins en signe.

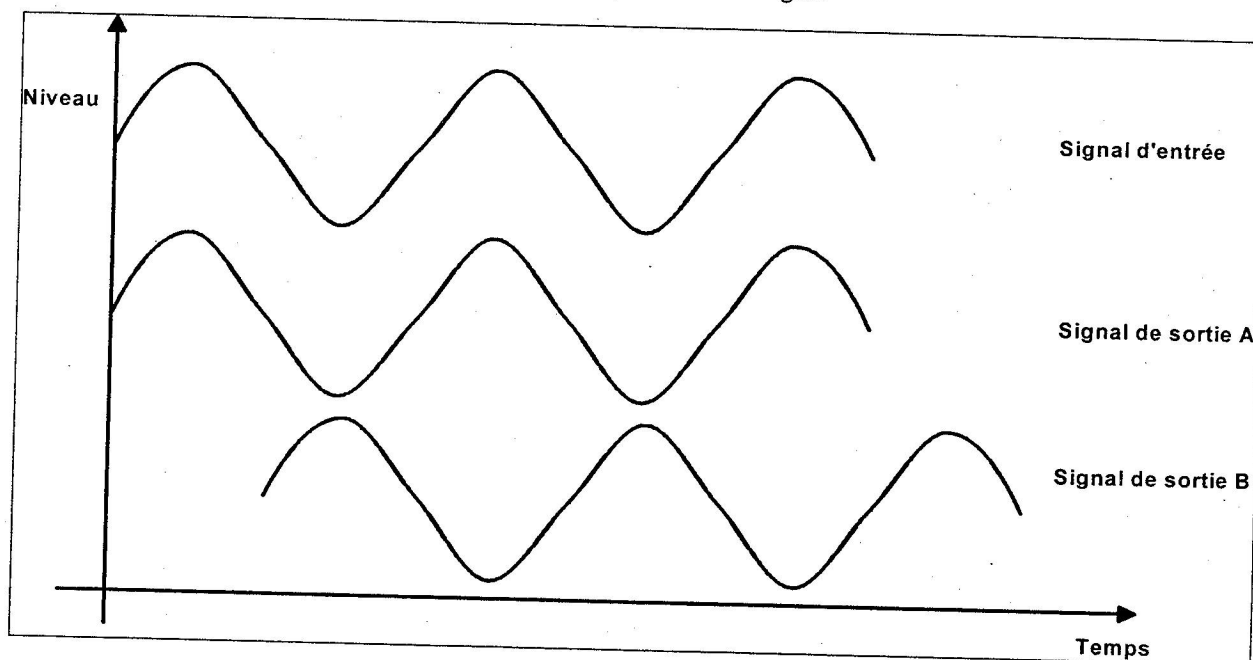


Fig 43 : Phase

Dans la figure 42 ci-dessus, le signal de sortie A est en phase avec le signal d'entrée. La somme des deux signaux donnera un signal de valeur double.

Par contre, le signal B est en opposition de phase avec le signal A. La somme des deux signaux donnera un signal quasi nul.

Il est donc important de s'assurer de la bonne mise en phase du système. C'est un travail qui incombe principalement aux installateurs d'équipements. Ils devront s'assurer de trois paramètres de mise en phase, décrits ci-dessous.

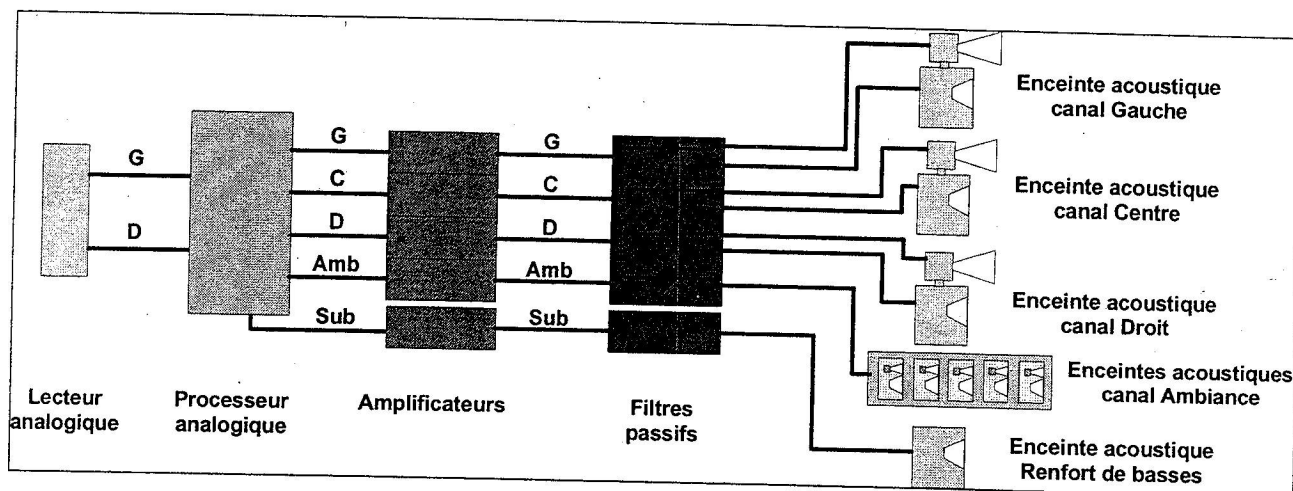
- **Mise en phase électrique** : deux fils par canal sortent du filtre, un pour le point chaud, l'autre pour le point froid (masse). Le sens de déplacement de la membrane du haut-parleur est fonction du sens du signal (sur la figure 21, le signal est montant au début, le haut-parleur ira dans un sens prédéfini ; lorsque le signal devient descendant, cela inverse le sens de déplacement du haut-parleur). Si l'on branche correctement un des haut-parleurs et que l'on inverse l'autre, les deux haut-parleurs se déplaceront dans des sens contraires, et le signal résultant sera quasi nul.
- **Dérive de phase des filtres** : comme il a été dit plus haut, le signal se déphase en fonction de la fréquence. Il est important de s'assurer de l'importance de cette valeur de décalage, et de la compenser soit par l'insertion d'une ligne à retard sur une des voies, pour la recaler avec l'autre, soit par positionnement d'un haut-parleur par rapport à l'autre (phase acoustique – voir ci-dessous).
- **Phase acoustique** : si deux haut-parleurs sont placés dans le même plan, et qu'on leur envoie le même signal au même moment, les deux ondes acoustiques émises seront synchrones pour un observateur placé devant. Si un des haut-parleurs est reculé par rapport à l'autre, le signal qu'il émettra sera en retard par rapport à l'autre, donc décalé dans le temps, donc déphasé. Il est important de s'assurer que le positionnement des haut-parleurs permet un parfait synchronisme des deux haut-parleurs.

➤ **Méthode de mesure :**

Comme décrit ci-dessus, seul un installateur ou un acousticien équipé d'appareil de mesures idoines pourra contrôler convenablement la mise en phase. La pratique la plus courante est d'émettre une impulsion très brève, et de relever via un logiciel adéquat notamment équipé de filtrages précis l'évolution de la phase en fonction de la fréquence.

Le contrôle de la phase doit être réalisé entre les deux haut-parleurs d'une même enceinte acoustique, mais également entre les haut-parleurs de même spectre des différentes enceintes acoustiques (centre par rapport à gauche et à droite notamment).

### 3. 1.02 CHAÎNE B MONO-AMPLIFIÉE ANALOGIQUE



*Fig. 44 : Chaîne B mono-amplifiée analogique*

Dans ce type de chaîne sonore, on retient les critères suivants :

- 3 voies d'écran
- 1 canal d'ambiance monophonique : un ou plusieurs amplificateurs répartissent le signal ambiance mono sur l'ensemble de la salle. L'impédance de charge des amplificateurs doit être respectée. Le niveau acoustique sur la salle doit être homogène
- Le canal renfort de basses diffuse les fréquences inférieures à 80 Hz
- Les filtres de type passifs sont intégrés aux enceintes acoustiques, y compris pour le canal d'ambiance

### 3. 1.03 CHAÎNE B BI-AMPLIFIÉE TOUS FORMATS

Dans ce type de chaîne sonore, on retient les critères suivants :

- 3 voies d'écran bi-amplifiées (filtre actif deux voies, un amplificateur pour les fréquences basses, un pour les aigus)
- 1 canal d'ambiance trois canaux : utilisant le principe du matriçage EX (Dolby ©) ou ES (DTS ©), il permet de reproduire trois canaux d'ambiance distincts à partir des deux canaux de l'ambiance stéréo numérique
- Le canal renfort de basses diffuse les fréquences inférieures à 80 Hz
- Les filtres de type actifs insérés entre le processeur et les amplificateurs des voies d'écran



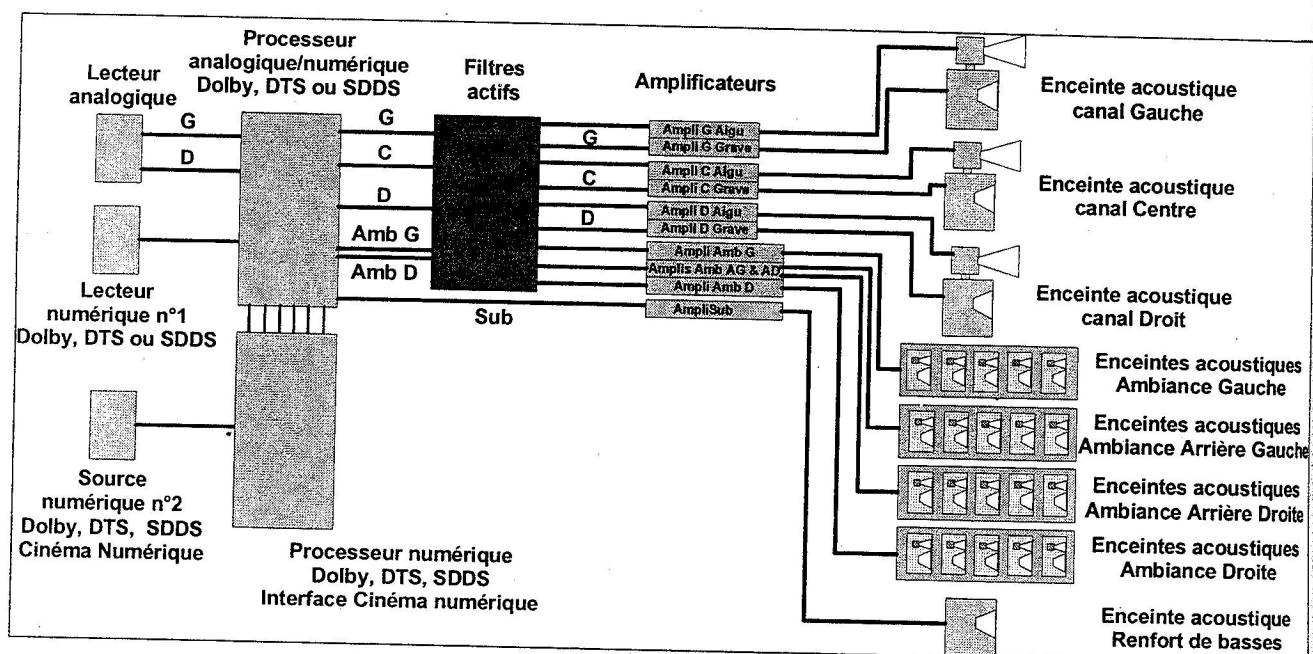


Fig. 45 : Chaîne B bi-amplifiée analogique/numérique avec ambiance trois canaux

### 3. 1.04 VARIANTES

Les deux solutions proposées ci-dessus sont les deux implantations les plus fréquemment rencontrées. Il existe d'autres variantes que l'on peut décrire succinctement. On trouvera notamment :

- **Tri-amplification** : utilisée pour les très grosses installations, nécessitant de la puissance sonore, il s'agit de séparer le spectre de fréquences en trois bandes, judicieusement choisies, et de les diffuser via trois amplificateurs et trois haut-parleurs. Le plus souvent, on utilisera une bande basse fréquence, une bande médium large (150 – 2500 Hz) et fréquences aiguës. Les limites de ce système sont qu'il est délicat de trouver un bon haut-parleur sur le spectre médium, et que les haut-parleurs d'aigu limités à ces fréquences ont une portée limitée, sauf à saturer les spectateurs du premier rang.
- **Tri-amplification passive** : certains systèmes appliquent le principe de la bi-amplification active entre basses et médium/aigu, complétée par un filtrage passif entre médium et aigu.

## 3. 2 EGALISATION ELECTROACOUSTIQUE

Ce point est assez délicat. En effet, la plupart des processeurs cinéma disposent d'égaliseurs internes. Cet outil est à manier avec beaucoup de précaution.

En premier lieu, il faut bien comprendre que ces systèmes d'égalisation ne sont là qu'en complément, pour compléter et affiner l'ensemble des réglages. Ils ne doivent en aucun être considérés comme les outils de la qualité sonore. Une bonne chaîne de reproduction sonore doit intégrer :

- Des sources et des lecteurs correctement alignés
- Des processeurs de traitement disposant des fonctions nécessaires au traitement des données
- Des composants de la chaîne B (filtres, amplificateurs, enceintes acoustiques) adaptés aux besoins de la reproduction sonore cinématographique (bande passante, dynamique, niveau de bruit, réponse impulsionnelle, etc)
- Une acoustique de salle également adaptée aux besoins de la reproduction sonore cinématographique (voir chapitre Acoustique page 33)

Une fois que ces conditions ont été remplies, il peut être admis d'utiliser les égaliseurs afin de compenser les éventuelles insuffisances résiduelles.

En tout état de cause, l'opérateur de réglage doit systématiquement s'interroger sur la qualité de base de la chaîne de reproduction s'il est obligé de sur-utiliser les réglages de l'égaliseur.

**IMPORTANT : les haut-parleurs, c'est de la mécanique. Les membranes se déforment, les suspensions mollissent. Il est primordial de réaliser régulièrement une révision des réglages d'égalisation électroacoustique (au moins une fois par an), et de procéder sans retard au remplacement des haut-parleurs à la moindre défectuosité.**

### 3.3 AMPLIFICATEURS

Les chaînes de reproduction sonore numérique comprennent un minimum de trois canaux d'écran et d'un canal d'ambiance (systèmes 4.1) et un maximum de quatre canaux d'écran et de 3 canaux d'ambiance (systèmes 7.1 voies).

Les canaux de base sont :

- Voie d'écran Gauche
- Voie d'écran Centre
- Voie d'écran Droite
- Voie d'ambiance

Ils peuvent être complétés par :

- Voie d'écran de renfort de basses
- Ambiance stéréo
- Ambiance trois canaux

Enfin, certains systèmes, reprenant les principes de la reproduction sonore 70 mm sur grands écrans, peuvent utiliser des canaux inter-gauche et inter-droit, situés entre les enceintes acoustiques des canaux gauche et droit et l'enceinte acoustique du canal centre. Ce système permet notamment d'éliminer les « vides sonores » entre les sources latérales et la source centrale, notamment lors d'effet. Ce système ne sera utilisable que pour des films dont le mixage de la bande sonore a été réalisée avec ce type d'écoute. A ce jour, seuls les films mixés en 70 mm, ainsi que certains films SDDS © disposent de ce type de mixage. Dolby© est en cours de développement d'une solution pour les films 35 mm.

Concernant les voies d'écran, il y a lieu de prévoir un amplificateur indépendant par canal (mono-amplification) ou deux amplificateurs (ou un amplificateur double) en cas de bi-amplification.

Pour le canal ambiance, il est aujourd'hui nécessaire de prévoir un amplificateur (au moins) par canal d'ambiance, attribués comme suit :

- Un amplificateur (au moins) pour les ambiances gauche
- Un amplificateur (au moins) pour les ambiances arrière gauche
- Un amplificateur (au moins) pour les ambiances arrière droite
- Un amplificateur (au moins) pour les ambiances droite

Le nombre exact d'amplificateur sera déterminé en fonction du nombre de haut-parleurs à alimenter. On doit tenir compte du volume de salle à sonoriser, du rendement des haut-parleurs et des amplificateurs. On doit également respecter les critères d'impédance de charge des amplificateurs en connectant les enceintes acoustiques via des liaisons série-parallèle.

Enfin, pour le canal renfort de basse, le nombre d'amplificateurs, comme le nombre de haut-parleurs, sera déterminer en fonction du volume de la salle.

Distorsions et bruit de fond doivent être proscrits pour ces équipements.

Il est souhaitable d'utiliser le même type d'amplificateur sur les deux voies de chaque canal, et plus généralement sur l'ensemble des voies d'écran. Les puissances électriques sont fonction des rendements des haut-parleurs et des volumes de salle à sonoriser. Elles ne doivent cependant pas être inférieures à 100 W.

Enfin, les puissances des amplificateurs, ainsi que les rendements des enceintes acoustiques, devront être sélectionnés de façon à retransmettre sans distorsion ni amputation l'ensemble du message sonore, notamment en réponse en fréquence et en dynamique. Concernant la dynamique, il est cependant conseillé de ne pas surévaluer les puissances disponibles : abondance de bien nuit à la pérennité des tympans!

### 3.4 LES ENCEINTES ACOUSTIQUES

Concernant les modèles d'écran, ils seront au minimum de type 2 voies.

Pour les fréquences basses, il y aura lieu de prendre des haut-parleurs de dimensions adaptées aux volumes des salles et aux niveaux sonores à obtenir. Il ne faudra pas hésiter si nécessaire à doubler les haut-parleurs pour les très grandes salles, en veillant bien au respect de la mise en phase entre les haut-parleurs. De même, la réponse impulsionnelle des systèmes devra permettre de rendre convenablement les effets sonores des bandes sons.

Concernant les fréquences aiguës, la principale difficulté consiste à essayer de diffuser loin sans distorsion harmonique. Plusieurs techniques de haut-parleur sont disponibles.

- **La chambre de compression** : elle a l'avantage de la robustesse mais présente de légères insuffisances en matière de distorsion harmonique notamment. Les résultats sont cependant globalement satisfaisants.
- **Le tweeter** : il apporte une meilleure finesse dans la définition sonore, mais présente l'inconvénient d'une certaine fragilité, alliée à des insuffisances de diffusion aux grandes distances.
- **Le tweeter à ruban** : encore plus fin et plus précis que le tweeter à dôme, il a le même inconvénient pour l'instant de ne pouvoir être utilisé à grande distance (supérieure à 15 – 20 m).

Concernant les rendements, la diffusion d'un signal modulé à 80% du signal de fréquence 1000 Hz maximal enregistrable sur le support doit permettre d'obtenir en salle un niveau acoustique pour chaque canal de 100 dB(c) sur toute la zone d'implantation des fauteuils.

Enfin, concernant le positionnement des enceintes acoustiques, il y a plusieurs principes à respecter :

#### *Voies d'écran*

Les enceintes acoustiques devront être placées le plus près possible de la toile d'écran. Des essais récents réalisés à la CST ont montré que ce positionnement offrait les meilleurs résultats en terme de réponse en fréquence, de réponse impulsionnelle, de directivité, de réponse en phase.

Les supports doivent être amortis mécaniquement, afin de limiter toute transmission mécanique des vibrations (mise en résonance, fuite acoustique vers d'autres salles, etc).

En hauteur, les enceintes acoustiques seront le plus souvent placées de telle sorte que l'axe acoustique du haut-parleur d'aigu soit placé entre le centre de l'image et le 1/3 supérieur de l'image. Les trois enceintes seront impérativement placées à la même hauteur.

Le haut-parleur d'aigu sera orienté en inclinaison verticale de telle sorte que son axe acoustique vise le 1/3 arrière de la zone d'implantation des fauteuils.

#### *Renforts de basses*

Placés derrière l'écran, leur positionnement n'est pas a priori un gros problème. Toutefois, certains principes doivent être suivis, comme :

- le respect de la phase acoustique avec les haut-parleurs de basses des voies d'écran
- le regroupement dans le cas d'utilisation de plusieurs haut-parleurs
- l'isolation mécanique des supports

#### *Ambiance*

Ce canal est au départ un canal d'ambiance. Au fur et à mesure des évolutions technologiques, et notamment avec l'apparition du numérique, il devient autant un canal d'ambiance qu'un canal d'effets.

Toutefois, un principe fondamental reste valable : il ne doit pas être possible pour le spectateur de localiser un haut-parleur. Il ne doit pouvoir percevoir (pour l'instant !!!) qu'une zone d'émission, pas un point précis.

Il est donc nécessaire de prévoir un nombre suffisant d'enceintes acoustiques (espacement maximum entre enceintes : 3,00 m). Il n'est pas nécessaire d'en placer trop à l'avant de la zone d'implantation des fauteuils, afin que pour l'ensemble des spectateurs, il y ait une réelle séparation entre ce qui vient de l'écran et ce qui vient du canal ambiance. Enfin, elles seront placées en hauteur de façon à ce que le niveau acoustique émis par chaque canal d'ambiance soit le plus homogène possible sur l'ensemble de la salle. Un positionnement aux 2/3 de la hauteur du mur, avec un minimum de 2,50 m, est une solution généralement satisfaisante.

Il peut être admis, pour les salles avec orchestre sous cabine ou sous balcon, que des modèles d'enceintes acoustiques moins puissantes, avec réglage de niveau séparé (et amplificateur séparé) soient installées sur cette zone.

### 3.5 OBSERVATIONS SUR LA GESTION SONORE DES SALLES

L'utilisation de sources sonores numériques nécessite des caractéristiques de chaîne capables de reproduire sans altération tous les niveaux sonores inscrits sur les pistes sonores (dans la limite du supportable), car la qualité intrinsèque des sources numériques ne tolère pas d'approximation dans la diffusion, sous peine de déceptions importantes.

Afin de bien comprendre les nouvelles difficultés qu'apportent les sources numériques, on se rappellera les éléments publiés dans le Dossier Technique n°7 de la CST, en 1998, et illustrant les rapports de dynamique sonore des sources numériques en regard des rapports signal sur bruit acoustique que peuvent proposer les salles.

Dans le 1<sup>er</sup> tableau ci-dessous, on trouvera la comparaison entre les dynamiques possibles des systèmes de reproduction sonore et la « dynamique » acoustique des salles de cinéma. On y constate que les systèmes numériques ont des possibilités qui vont bien au-delà de ce qu'il est nécessaire, en bande passante, mais surtout en dynamique. On voit qu'en numérique, il y a risque soit de saturation des niveaux, soit de perte des niveaux dans le bruit de fond. Cette notion doit être comprise dès le mixage, bien sûr par les mixeurs, qui doivent protéger leurs oreilles, mais également par les "décideurs". On a constaté récemment des films pour lesquels les niveaux des effets étaient excessifs, nécessitant de diminuer le niveau général de diffusion, et ainsi de descendre le niveau du dialogue dans des zones inaudibles.

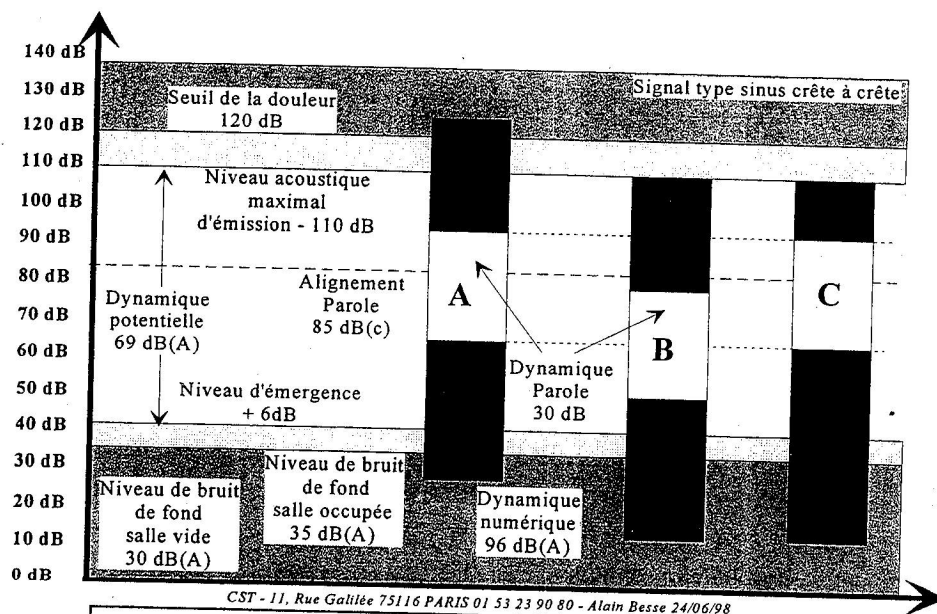
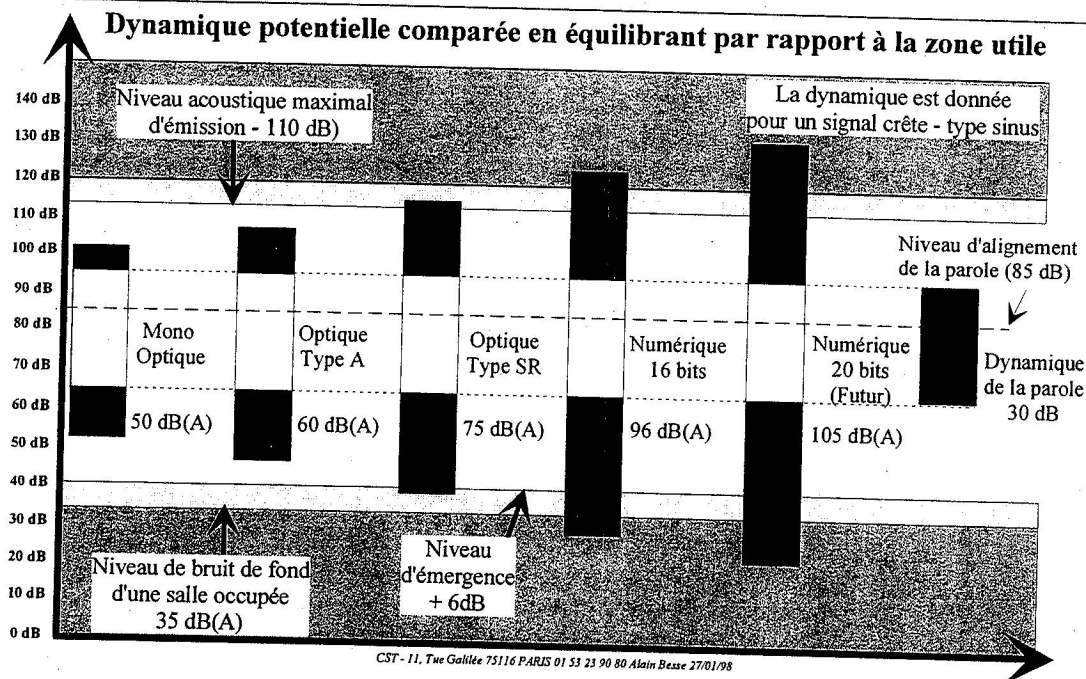


Fig. 46 : Dynamique et rapports signal/bruit



Dans le second tableau, on voit en position B ce qui se passe lorsque l'opérateur baisse le niveau pour faire rentrer les niveaux forts dans les limites supportables : les niveaux des voix sont affaiblis, les niveaux faibles renvoyés dans le bruit de fond.

Des études ont été menées afin de limiter les niveaux sonores lors du mixage. Ils ont abouti à la rédaction d'une recommandation CST sur la limitation des niveaux sonores des bandes annonces et des publicités, en utilisant lors du mixage un système de contrôle de l'énergie spectrale (utilisation du processeur Dolby 737 pour la mesure de niveaux équivalents pondérés m (Leq(m)). Recommandation Technique CST RT S 003, disponible sur le site de la CST.

### 3.6 TRANSFERT ELECTROACOUSTIQUE

➤ **Objet :**

La reproduction sonore en salle doit être dépourvue de coloration spécifique de la bande sonore. Celle-ci doit être restituée dans son intégralité.

➤ **Matériel de mesure :**

- Un film d'essai de bruit rose type 3 (installations monophoniques)
- Un générateur de bruit rose (le plus souvent intégré au processeur audio)
- Un analyseur de fréquence en temps réel

➤ **Méthode de mesure :**

**Reproduction monophonique :** le film est lu dans le lecteur sonore dans les conditions normales de défilement du film. Le niveau acoustique minimal restitué en salle doit atteindre 85 dB(c), sans avoir atteint le seuil de distorsion de la chaîne sonore (A + B).

**Reproduction stéréophonique :** le générateur extérieur est inséré à l'endroit adéquat dans le préamplificateur, ou le générateur interne du processeur est actionné. Le niveau acoustique minimal restitué pour les voies d'écran doit être de 85 dB(c), sans avoir atteint le seuil de distorsion de la chaîne sonore. Les niveaux acoustiques des canaux doivent être équilibrés selon les prescriptions des différents concepteurs de processeurs multiphoniques. La règle habituelle prévoit que les trois voies d'écran sont à des niveaux acoustiques équivalents, la voie d'ambiance mono 3 dB au-dessus et le canal renfort de basse 5 dB en-dessous du canal centre. Une normalisation globale à tous les systèmes est en cours d'élaboration et sera mise en ligne sur le site de la CST.

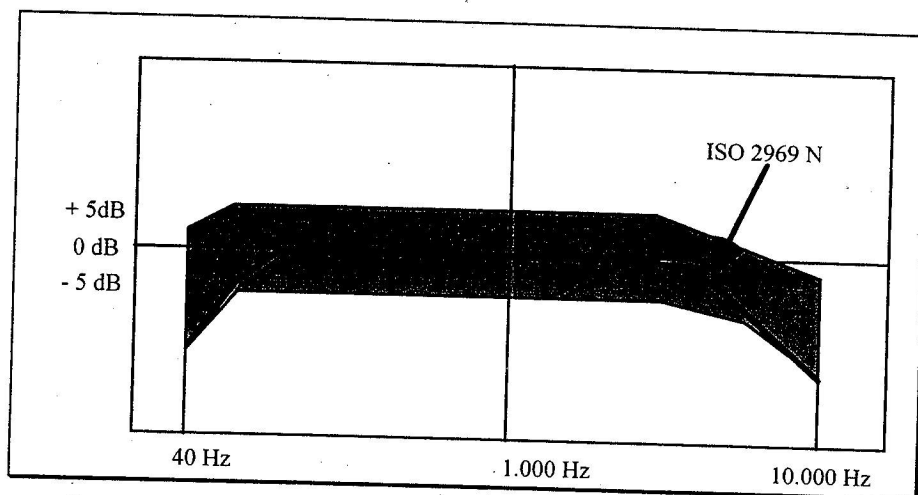
➤ **Causes de défaut :**

Mauvais réglage des correcteurs électroniques disponibles, amplificateurs défectueux, haut-parleurs et enceintes acoustiques défectueux, positionnement des enceintes acoustiques incorrect, acoustique de salle incorrecte, mise en phase acoustique incorrecte entre les haut-parleurs.

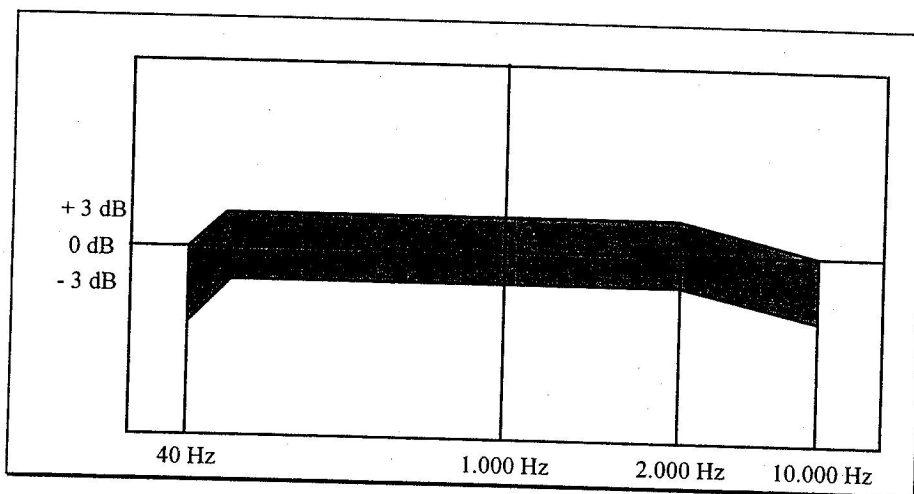
Il est fortement déconseillé d'utiliser plusieurs enceintes acoustiques pour la diffusion d'un des canaux d'écran, des problèmes de mise en phase entre les haut-parleurs induisant invariablement des irrégularités, voire des atténuations importantes à certaines fréquences. Il est impératif que si plusieurs enceintes acoustiques sont utilisées pour la diffusion d'un seul canal, elles soient placées les unes contre les autres (distance entre enceintes négligeables par rapport à la distance au spectateur le plus proche).

➤ **Valeurs spécifiées :**

|                                     | NOMINAL             | TOLERANCE   |
|-------------------------------------|---------------------|-------------|
| Optique monophonique (Film type 3)  | ISO 7831 A+B Type 3 | Voir fig.46 |
| Optique Stéréophonique et numérique | ISO 2969 courbe X   | ± 3 dB      |



*Fig.47 : Transfert électroacoustique monophonique, film type 3*



*Fig. 47bis : Transfert électroacoustique stéréophonique et numérique*

De plus, le niveau acoustique global ne doit pas varier dans des proportions de plus de 2 dB pour toute la zone d'implantation des fauteuils, y compris entre orchestre et balcon.

### 3.7 RECOMMANDATIONS D'INSTALLATION

Un certain nombre de critères d'installation des équipements de reproduction sonore doivent être respectés afin de garantir un rendement optimal des matériels et des systèmes de traitement du signal, ainsi que le rendu des effets sonores créés par les réalisateurs et les ingénieurs du son.

#### CHAÎNE A

Les processeurs doivent être placés le plus près possible des projecteurs, la liaison entre cellule et préamplificateur devant être la plus courte possible (niveau électrique faible).

Le rack recevant les processeurs devra être correctement ventilé afin d'éviter des échauffements excessifs pouvant occasionner des pannes.

Les alimentations électriques seront correctement isolées. Les circuits de masse seront spécialement étudiés afin d'éliminer tout risque de boucle de masse.

Les systèmes radio-émetteurs (portables, micros HF) seront éloignés des processeurs.

#### CHAÎNE B

##### *Amplificateur*

Le rack recevant les amplificateurs devra être correctement ventilé.



La puissance électrique des amplificateurs devra être adaptée aux rendements des enceintes acoustiques et au volume de salle. Il n'est pas souhaitable d'utiliser des puissances surévaluées, l'amplificateur ne fonctionnant plus dans sa gamme linéaire. Des puissances sous évaluées entraîneront des phénomènes de distorsion du signal.

#### ***Enceintes acoustiques d'écran***

Pour les salles possédant un balcon, un doublement du transducteur d'aigu devra être envisagé.

#### ***Enceintes acoustiques d'ambiance***

Les câbles de raccordement des enceintes d'ambiance devront être ramenés séparément en cabine afin de faciliter le câblage et la mise en impédance des amplificateurs.

## 5.15 – LES CHAINES SONORES

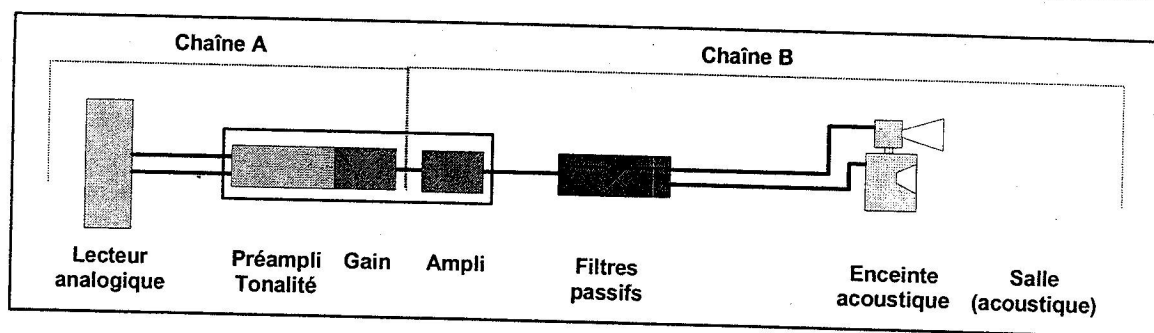


Schéma 15 : La Chaîne sonore monophonique

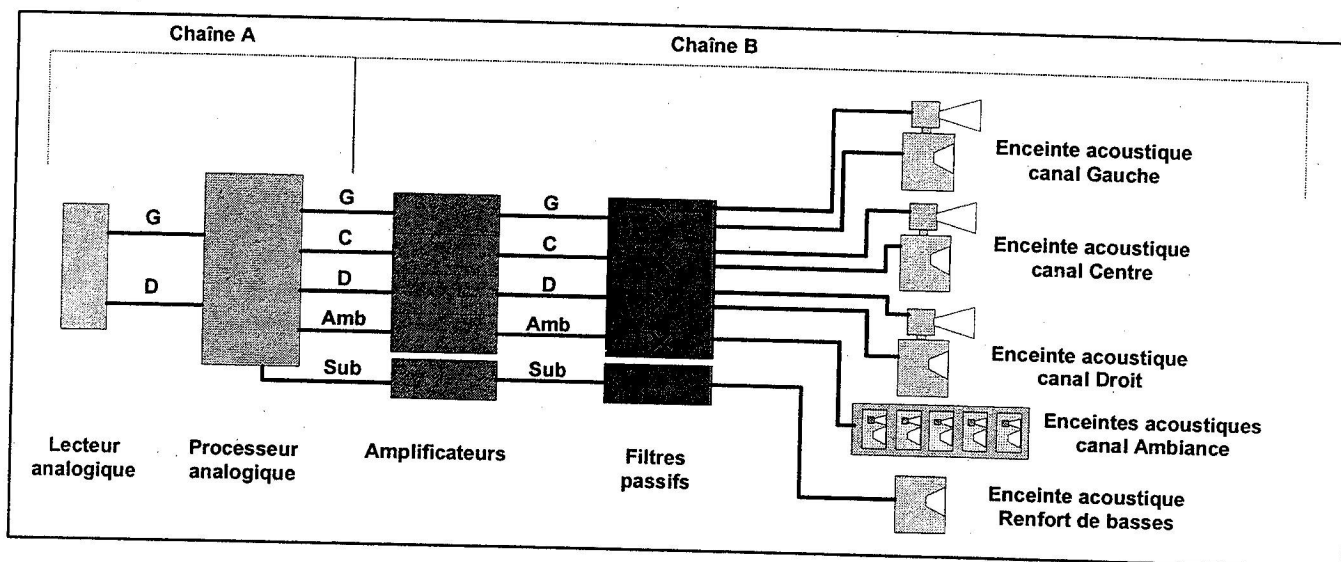


Schéma 16 : La Chaîne sonore analogique multicanal 4.1

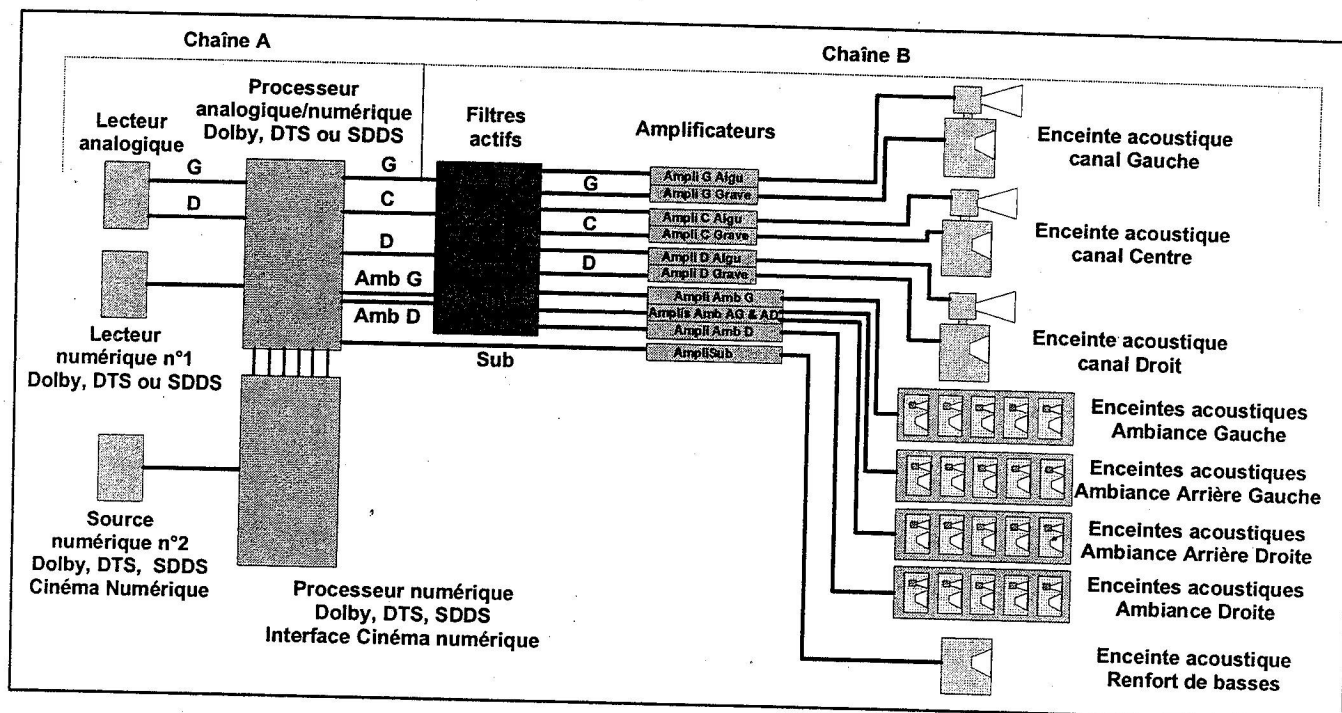
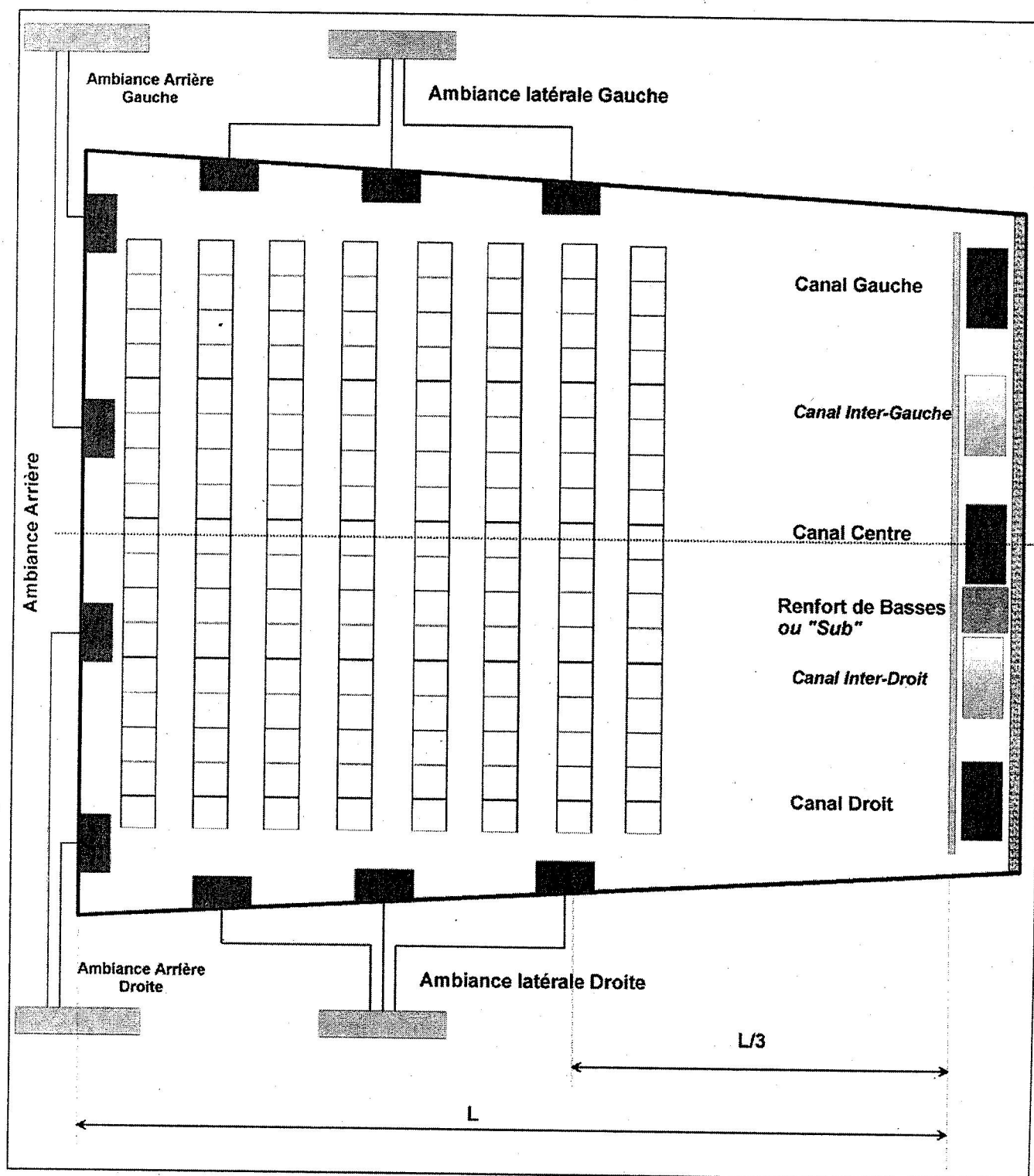


Schéma 17 : La Chaîne sonore analogique/numérique multicanal 7.1



**Schéma 18 : Implantation des systèmes électroacoustiques**

#### ENCEINTES D'ECRAN

Implantées le plus près possible de la toile d'écran (réponse en fréquence, réponse impulsionnelle, directivité améliorées)

Haut-parleur d'aigu au-dessus du basse, axe du HP d'aigu situé entre le centre et 1/3 supérieur de l'écran, orienté vers le 1/3 arrière de la salle

#### ENCEINTES D'AMBIANCE

- 1<sup>ère</sup> enceinte environ à 1/3 de la longueur de la salle (2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> rang environ) en partant de l'écran
- Espacées de 3,00 m environ
- Placées en hauteur environ au 2/3 de la hauteur du mur à l'endroit de la pose, avec une hauteur minimale de 2,50 m
- Chaque liaison d'enceinte est ramenée sur un bornier en cabine (gestion plus aisée du câblage série-parallèle d'impédance)

## AFFECTATION DES ENCEINTES D'AMBIANCE

Il existe aujourd'hui trois types d'ambiance en reproduction sonore cinématographique (en attendant d'autres !!!) :

### ➤ *Ambiance monophonique*

Utilisée en reproduction sonore analogique, toutes les enceintes acoustiques diffusent le même signal. Il est important que le spectateur ne puisse localiser les sources (canal ambiance et non canal d'effets), d'où le besoin d'un nombre élevé de petites enceintes acoustiques.

L'ambiance monophonique a aussi été utilisée sur les premiers films numériques.

### ➤ *Ambiance stéréophonique Gauche-Droite*

L'ambiance Gauche est composée des ambiances latérales gauche et arrière gauche (voir Sch. 17).

L'ambiance Droite est composée des ambiances latérales droite et arrière droite (voir Sch. 17).

### ➤ *Ambiance trois canaux type EX (Dolby ©) ou ES (DTS ©)*

L'ambiance gauche est limitée au canal latéral gauche (voir Sch. 17).

L'ambiance droite est limitée au canal latéral droit (voir Sch. 17).

L'ambiance arrière est composée du canal arrière gauche et du canal arrière droit (voir Sch. 17).

Bien sûr, une installation type trois canaux doit pouvoir diffuser une ambiance stéréo ou une ambiance mono (format défini en post-production). C'est pour cela que l'on est obligé de créer des canaux arrière gauche et arrière droit. La combinaison de ces canaux entre eux ou avec les latéraux permet de gérer les différents formats.

## RENFORT DE BASSES

Il est en général placé derrière l'écran, le plus près possible de l'enceinte acoustique du canal centre. Si plusieurs enceintes acoustiques sont nécessaires (grandes salles), ces enceintes doivent être placées l'une contre l'autre (gestion de la phase acoustique entre les haut-parleurs).

## PRECAUTIONS D'INSTALLATION

Toutes les enceintes acoustiques doivent être isolées mécaniquement des parois les supportant (transmission mécanique des vibrations vers les autres salles notamment).

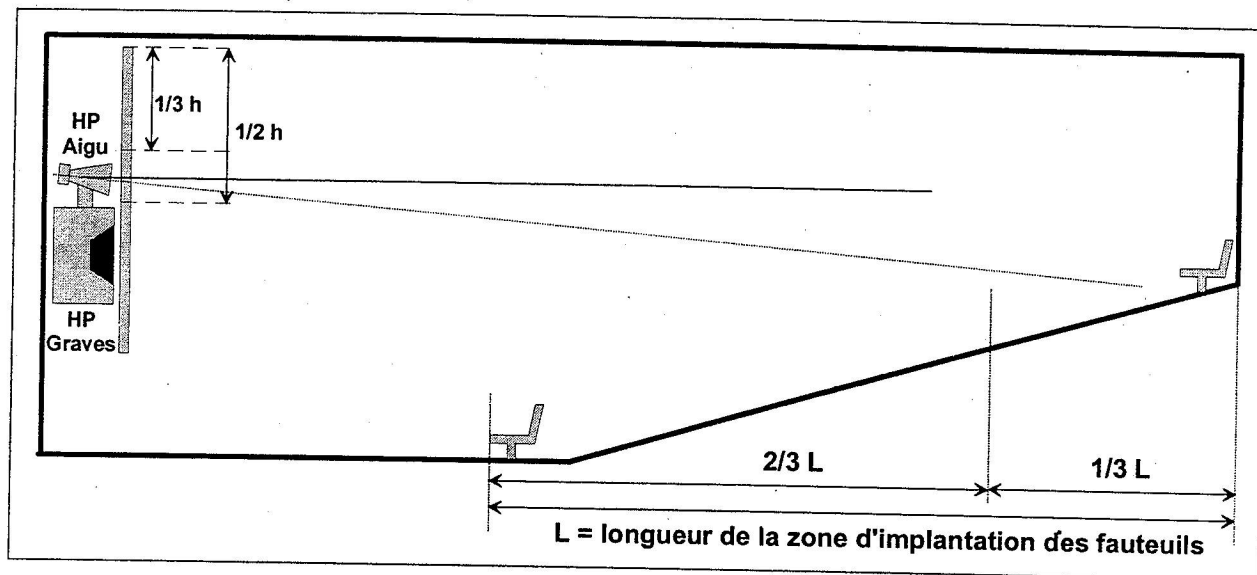


Schéma 19 : Orientation du transducteur d'aigus

## 6.7 - ISOLEMENT ACOUSTIQUES

### NIVEAU D'EMISSION CONSTANT PAR BANDE D'OCTAVE

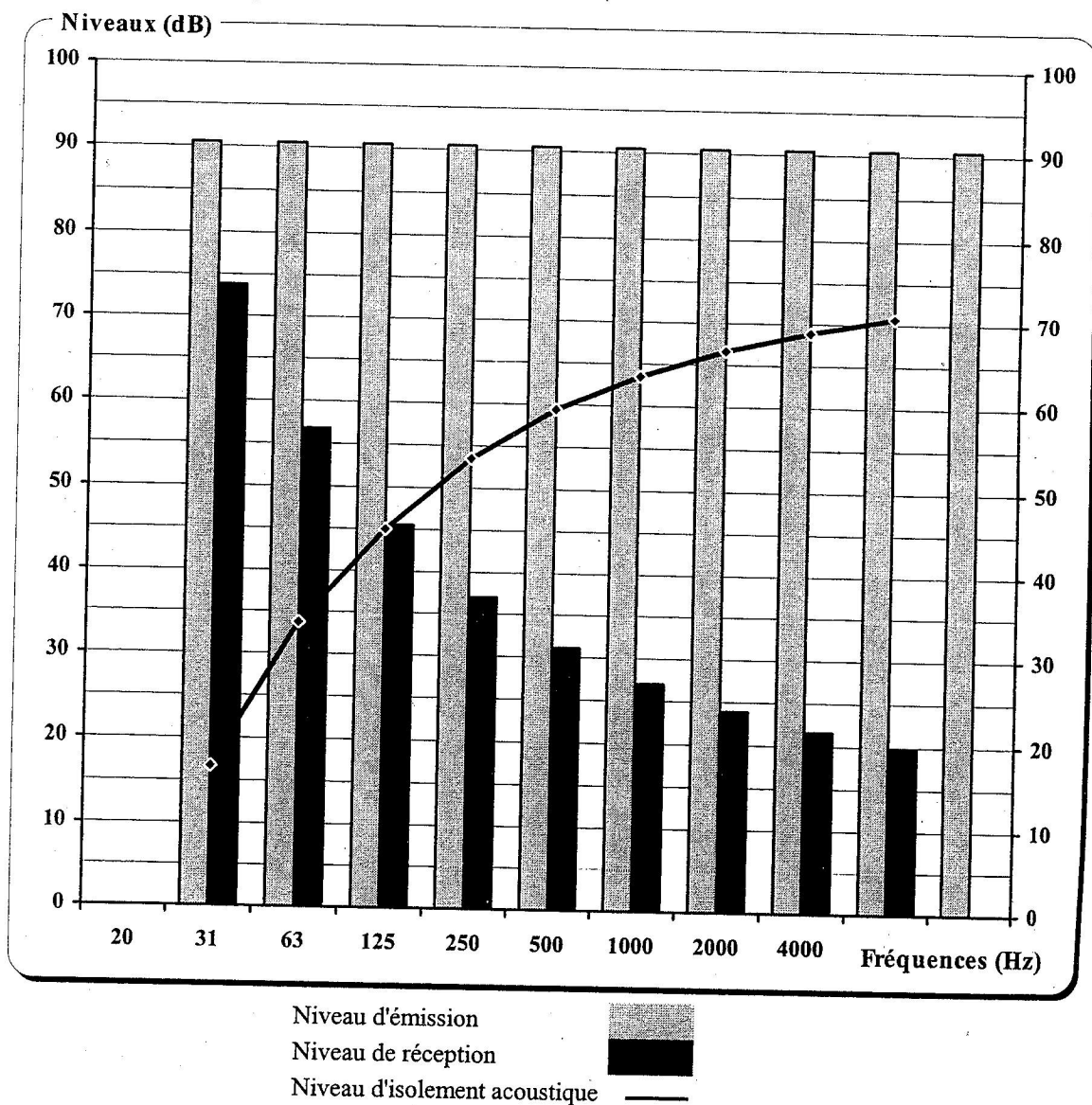
Isolement Acoustique vis à vis d'une salle équipée d'une reproduction sonore numérique

| Fréquence (Hz) | 20 | 31   | 63   | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 12500 | Global |
|----------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Emission (dB)  |    | 90.5 | 90.5 | 90.5 | 90.5 | 90.5 | 90.5 | 90.5 | 90.5 | 90.5 | 90.5  | 100 dB |
| Réception (dB) |    | 73.8 | 56.8 | 45.5 | 37   | 31.1 | 27   | 23.9 | 21.6 | 19.8 |       | NC 27  |
| Isolement (dB) |    | 16.7 | 33.7 | 45   | 53.5 | 59.4 | 63.5 | 66.6 | 68.9 | 70.7 |       |        |

**Procédure :** les niveaux sont relevés au centre de chaque salle testée.

**Précaution :** le facteur de crête d'un bruit rose étant de 14 dB dans les fréquences basses, le niveau acoustique peut atteindre 105 dB crête par bande d'octave. Des précautions doivent donc être prises afin de ne pas détériorer les équipements de reproduction sonore.

**Fréquences :** la bande de fréquence utilisée s'étend de 31 Hz à 12500 Hz, fréquences utilisées en reproduction sonore cinématographique.





# ISOLEMENT ACOUSTIQUE • SALLE DE CINEMA

## NIVEAU D'EMISSION PAR BANDE D'OCTAVE SELON GABARIT ISO 2969 X

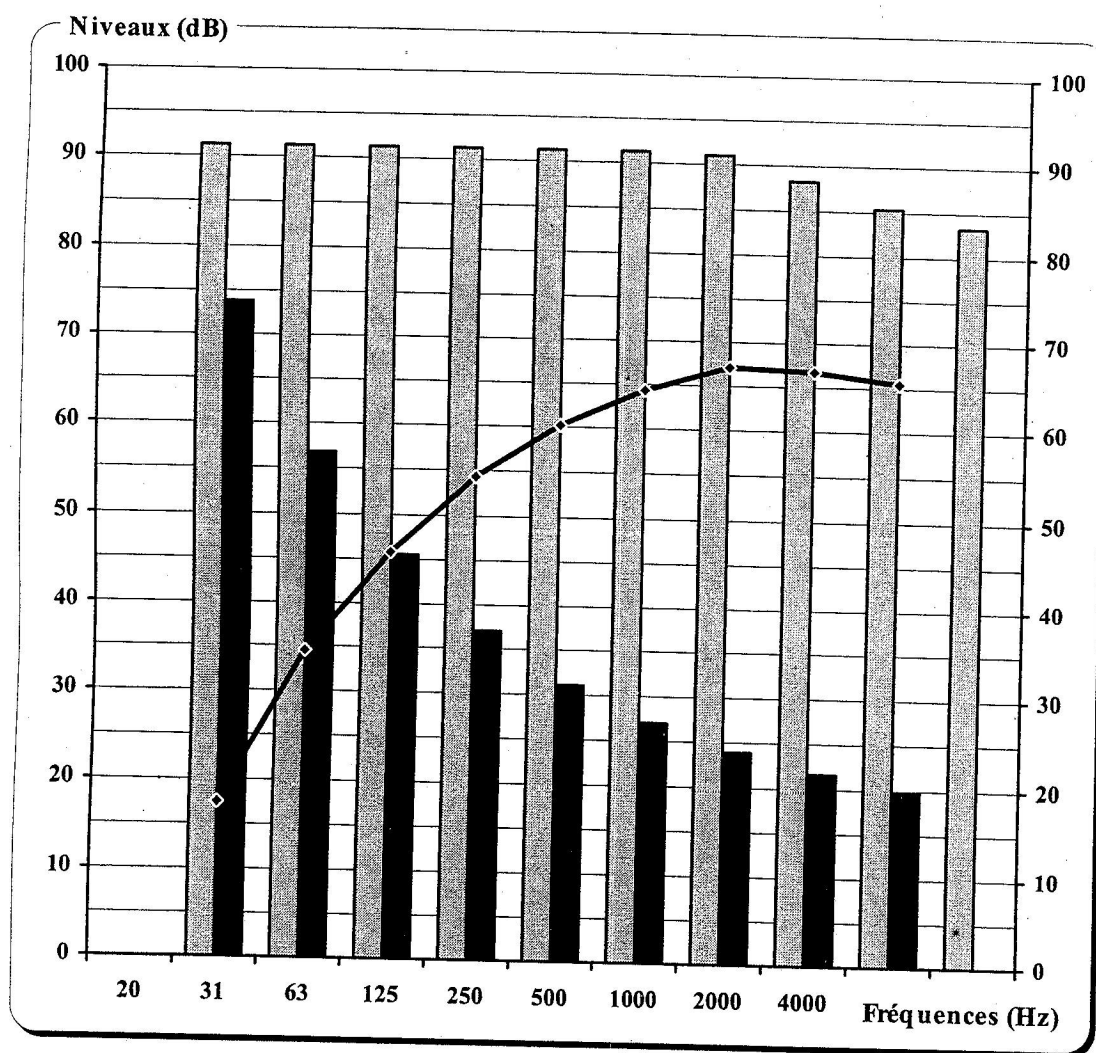
Isolement Acoustique vis à vis d'une salle équipée d'une reproduction sonore numérique

| Fréquence (Hz) | 20 | 31   | 63   | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 12500 | Global |
|----------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Emission (dB)  |    | 91.3 | 91.3 | 91.3 | 91.3 | 91.3 | 91.3 | 91   | 88.3 | 85.3 | 83.3  | 100 dB |
| Réception (dB) |    | 73.8 | 56.8 | 45.5 | 37   | 31.1 | 27   | 23.9 | 21.6 | 19.8 |       | NC 27  |
| Isolement (dB) |    | 17.5 | 34.5 | 45.8 | 54.3 | 60.2 | 64.3 | 67.1 | 66.7 | 65.5 |       |        |

**Procédure :** les niveaux sont relevés au centre de chaque salle testée.

**Précaution :** le facteur de crête d'un bruit rose étant de 14 dB dans les fréquences basses, le niveau acoustique peut atteindre 105 dB crête par bande d'octave. Des précautions doivent donc être prises afin de ne pas détériorer les équipements de reproduction sonore

**Fréquences :** la bande de fréquence utilisée s'étend de 31 Hz à 12500 Hz, fréquences utilisées en reproduction sonore cinématographique. La courbe d'émission n'est pas pondérée selon ISO 2969 X dans les fréquences basses, pour tenir compte de l'utilisation spécifique au cinéma de canaux de renforts de basses.



# ISOLEMENT ACOUSTIQUE • SALLE DE CINEMA

## NIVEAU D'EMISSION CONSTANT PAR BANDE D'OCTAVE

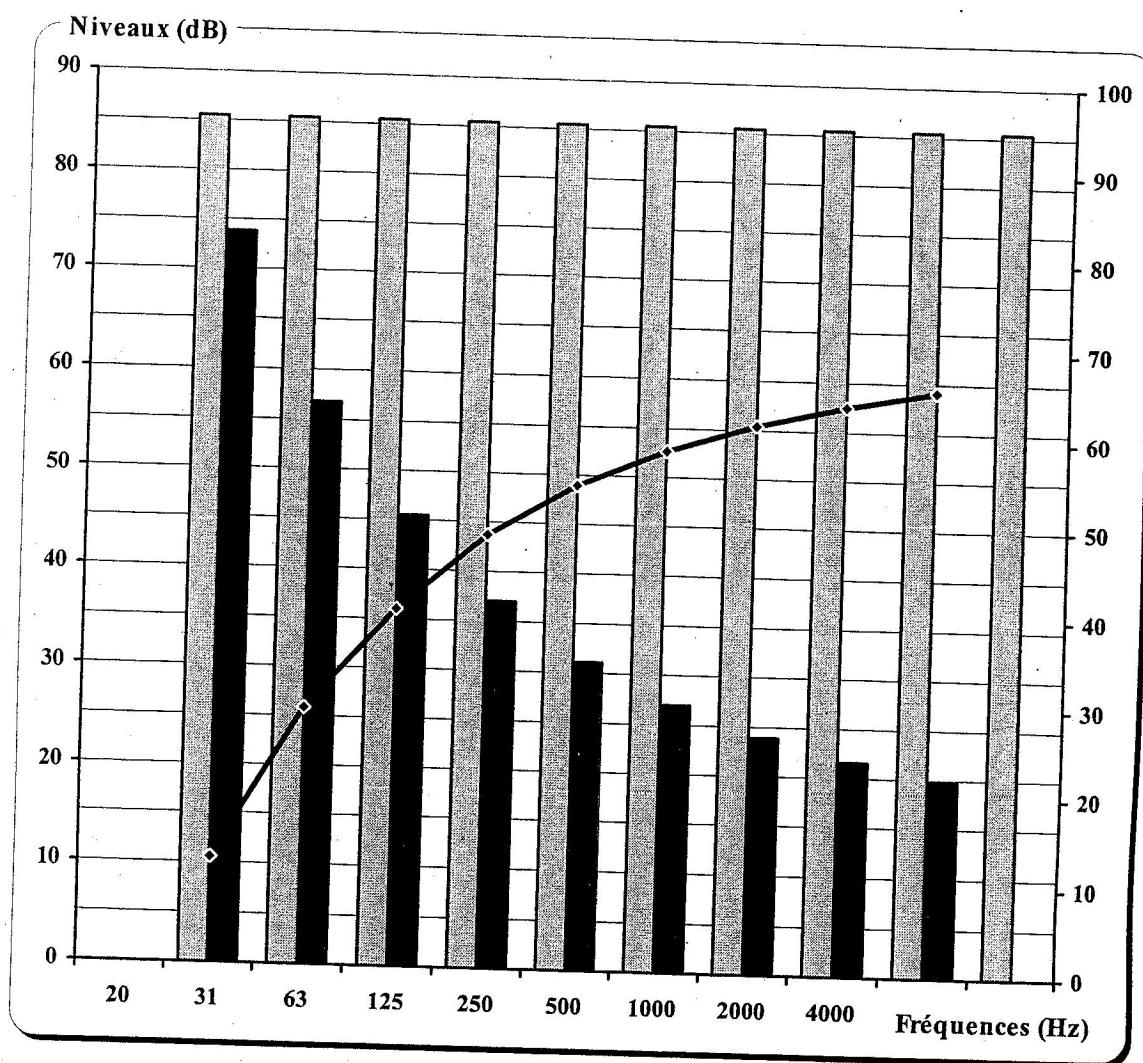
Isolement Acoustique vis à vis d'une salle équipée d'une reproduction sonore optique

| Fréquence (Hz) | 20 | 31   | 63   | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 12500 | Global |
|----------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Emission (dB)  |    | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 85.5  | 95 dB  |
| Réception (dB) |    | 73.8 | 56.8 | 45.5 | 37   | 31.1 | 27   | 23.9 | 21.6 | 19.8 |       | NC 27  |
| Isolement (dB) |    | 11.7 | 28.7 | 40   | 48.5 | 54.4 | 58.5 | 61.6 | 63.9 | 65.7 |       |        |

**Procédure :** les niveaux sont relevés au centre de chaque salle testée.

**Précaution :** le facteur de crête d'un bruit rose étant de 14 dB dans les fréquences basses, le niveau acoustique peut atteindre 100 dB crête par bande d'octave. Des précautions doivent donc être prises afin de ne pas détériorer les équipements de reproduction sonore

**Fréquences :** la bande de fréquence utilisée s'étend de 31 Hz à 12500 Hz, fréquences utilisées en reproduction sonore cinématographique



Niveau d'émission  
Niveau de réception  
Niveau d'isolement  
acoustique



# ISOLEMENT ACOUSTIQUE • SALLE DE CINEMA

## NIVEAU D'EMISSION PAR BANDE D'OCTAVE SELON GABARIT ISO 2969 X

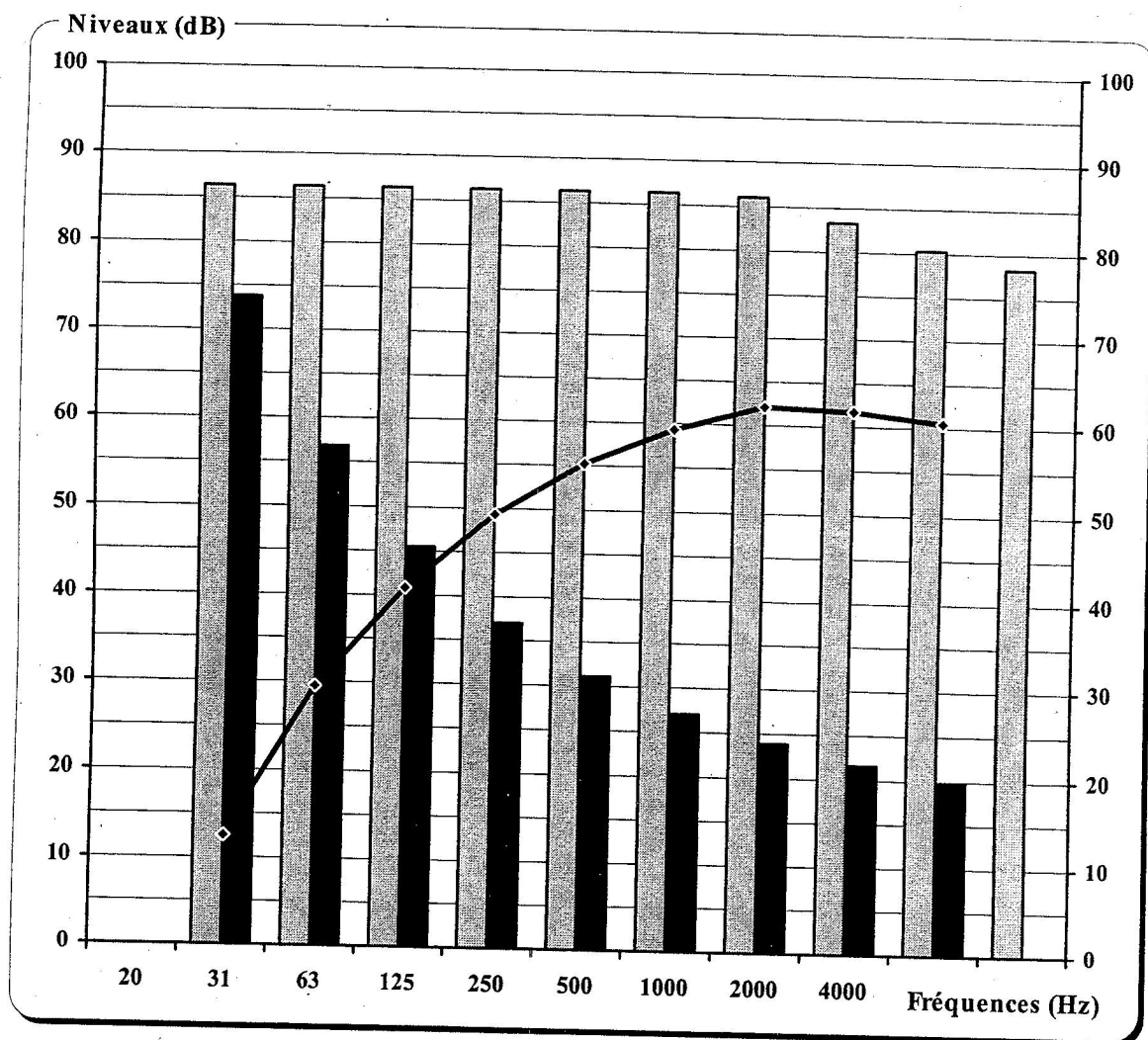
Isolement Acoustique vis à vis d'une salle équipée d'une reproduction sonore optique

| Fréquence (Hz) | 20 | 31   | 63   | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 12500 | Global |
|----------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Emission (dB)  |    | 86.3 | 86.3 | 86.3 | 86.3 | 86.3 | 86.3 | 86   | 83.3 | 80.3 | 78.3  | 100 dB |
| Réception (dB) |    | 73.8 | 56.8 | 45.5 | 37   | 31.1 | 27   | 23.9 | 21.6 | 19.8 |       | NC 27  |
| Isolement (dB) |    | 12.5 | 29.5 | 40.8 | 49.3 | 55.2 | 59.3 | 62.1 | 61.7 | 60.5 |       | -118.2 |

**Procédure :** les niveaux sont relevés au centre de chaque salle testée

**Précaution :** le facteur de crête d'un bruit rose étant de 14 dB dans les fréquences basses, le niveau acoustique peut atteindre 105 dB crête par bande d'octave. Des précautions doivent donc être prises afin de ne pas détériorer les équipements de reproduction sonore.

**Fréquences :** la bande de fréquence utilisée s'étend de 31 Hz à 12500 Hz, fréquences utilisées en reproduction sonore cinématographique. La courbe d'émission n'est pas pondérée selon ISO 2969 X dans les fréquences basses, pour tenir compte de l'utilisation spécifique au cinéma de canaux de renfort de basses



Niveau d'émission  
Niveau de réception  
Niveau d'isolement  
acoustique

