

régie culturelle régionale



a.b.c.
de la sonorisation



Sommaire

ÉDITORIAL	7
------------------	---

I. PRATIQUE

1. LE RÔLE DU SONORISATEUR	10
2. LA FICHE TECHNIQUE	11
3. LA VALISE DU SONORISATEUR	13
4. EXEMPLES PRATIQUES DE SONORISATION	14
Discours en intérieur : la voix	16
Cérémonie extérieure : influence dans l'air	18
Sonorisation des rues : la ligne 100 Volts	20
Au théâtre	22
Sonorisation d'une chorale	24
Concert de musique classique : Reprise de solistes	28
Sonorisation d'un quartet de jazz	30
Concert de musiques actuelles	32

II. PHYSIQUE

1. LE SON	
Définition du son	38
Caractéristiques d'un son	40
Vitesse du son	42
Longueur d'onde	42
Phase	43

Réflexion	44
Ondes stationnaires	45
Réverbération	46

2. LA PERCEPTION DU SON

L'ouïe	48
L'oreille	49

3. DÉCIBELS DB ET MESURES ACOUSTIQUES

Les mesures acoustiques	52
Relation de puissance	54
Relation de tension, courant	54
Relation où intervient la distance	55
Addition de niveaux en dB	55

III. TECHNOLOGIE

1. LA CHAÎNE ÉLECTROACOUSTIQUE

LES MICROPHONES	58
• Principaux types	59
• Directivité	65
• Impédance	66
• Effet de proximité	67
LA TABLE DE MIXAGE	68
• Voie d'entrée	68
• Section des sorties	72
• Consoles numériques	74

L'AMPLIFICATEUR	75
• Caractéristiques techniques	75
• Connexions	76
HAUT-PARLEURS ET ENCEINTES	77
• Haut-parleurs	77
• Enceintes	79
EN PRATIQUE	80
• Comment et où installer les enceintes ?	80
• Peut-on brancher plusieurs HP sur un ampli ?	81
• Dans quel ordre allumer et éteindre les équipements son ?	81
2. CÂBLAGE ET CONNECTEURS	
DIFFÉRENTS NIVEAUX ÉLECTRIQUES	82
La polarité, la phase	86
L'alimentation électrique	87
Les boucles de masse et problèmes de ronflette	88
3. DOSSIERS TECHNIQUES	
FILTRES ET CORRECTEURS	90
Effet Haas, ligne à retard et rappel délayé	94
Prise de son stéréo	96
Micros sans fil, HF	98
Compression	100
Numérisation	102

IV. LÉGISLATION & SÉCURITÉ

1. LA SÉCURITÉ DANS L'INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS DE SONORISATION	108
2. LÉGISLATION EN MATIÈRE DE NIVEAUX SONORES	110
Décret et arrêté n° 98-1143 : résumé	110
Qui est concerné ?	111
Décret n° 2006-892 : résumé	112
Opération <i>Trop Puissant</i>	114

DROITS D'AUTEURS, RESSOURCES	116
-------------------------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE	118
----------------------	-----

GLOSSAIRE	122
------------------	-----

I. pratique

1.
Le rôle du
sonorisateur

2.
La fiche
technique

3.
La valise du
sonorisateur

4.
Exemples
pratiques de
sonorisation



1. Le rôle du sonorisateur



Le sonorisateur

C'est un technicien travaillant au sein de l'équipe technique. Il a la responsabilité de diffuser un message sonore dans des salles aux acoustiques parfois difficiles avec des matériels de sonorisation pas toujours adaptés et des musiciens utilisant leurs **amplificateurs** quelques fois de manière débridée.

Le rôle du sonorisateur

Il est :

- chargé d'amplifier et de diffuser divers instruments de musique, des voix, une bande son, un film...
- au service de l'artiste : un bon technicien se doit de respecter l'œuvre musicale, la nature du son de l'instrument de chaque musicien et d'être au service du public : il doit rendre agréable l'écoute d'un spectacle, et ce, à tout endroit de la salle (de manière équilibrée du premier au dernier rang).
- organisé : prêt à l'heure ou avant l'heure, il aura installé et réglé l'ensemble des équipements de sonorisation avant l'arrivée des artistes. Rien de plus agaçant pour des artistes arrivant dans une salle pour la **balance** son, que d'entendre le technicien dire "un, deux ; un, deux" ou écouter son disque favori à pleine puissance !
- constamment à l'écoute de ce qui se passe sur

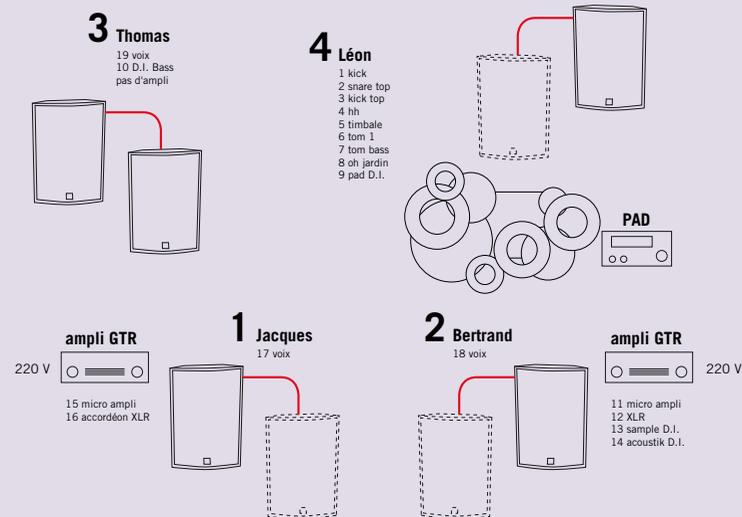
le plateau et doit réagir en conséquence.

Il doit connaître et reconnaître ses limites : ne pas hésiter à demander au musicien de quelle manière il a l'habitude de sonoriser son instrument ; ou encore s'il peut baisser légèrement son ampli parce que, à lui tout seul, c'est déjà trop fort dans la salle. Une complicité et une relation de confiance doivent naître entre techniciens et musiciens.

Le technicien du son peut être polyvalent ou plus spécialisé :

- mixeur **façade** : responsable du son dans la salle
- mixeur **retours de scène** : chargé de la diffusion sur scène
- câbleur ou **patcheur** : installe et connecte les microphones
- spécialiste dans l'installation et le réglage de systèmes de diffusion.

2. La fiche technique



// EXEMPLE DE PLAN DE SCÈNE

C'est un document réalisé par l'équipe technique de l'artiste et joint au contrat d'engagement.

Elle indique le type de matériel son, lumière et plateau à fournir par l'organisateur, les temps de montage et répétition nécessaires, ainsi que les besoins en personnel.

En général, lorsqu'un organisateur achète un spectacle, il s'engage à mettre à disposition de l'artiste les moyens techniques et humains demandés par cette fiche technique.

En cas de manquement important, l'artiste pourrait annuler sa représentation et conserver son cachet.

Attention donc à la complexité technique des spectacles que l'on souhaite programmer.

Le programmateur doit demander aux responsables techniques de la salle si tel ou tel spectacle pressenti peut se produire dans leur lieu, ou si une adaptation est possible et à quel coût.

Les moyens techniques à fournir

Ce sont les moyens souhaités par l'équipe technique de l'artiste.

Bien souvent ces moyens peuvent être adaptés aux lieux et des équivalences entre différents produits peuvent être utilisées.

Lorsqu'il faut louer, avant de suivre à la lettre la liste du matériel demandé, il est indispensable de prendre contact avec un responsable technique de l'artiste pour discuter des compromis possibles et lui donner des précisions sur la salle où se produira le spectacle.

La fiche technique SON comprend généralement :

- une liste des besoins matériel (son-backline...)
- une liste des besoins humains : nombre et qualification des techniciens (assistants, régisseurs façade et retours...)
- un plan d'implantation scénique
- une liste de câblage des micros et lecteurs
- un planning de travail
- la liste des contacts techniques

Ces éléments permettent à la structure d'accueil de préparer au mieux l'installation et l'accueil des artistes et techniciens.

3. La valise du sonorisateur

Patch	Instruments	Micros	Traitements	Pieds
1	Grosse caisse	Beta 52 ou MD 421 ou SM 91	Gate	Petit
2	Caisse claire dessus	SM 57 ou BEYER TGX10 ou AKG419	Compress	Petit
3	Caisse claire dessous	SM 57 ou BEYER TGX10 ou AKG419		Petit
4	Charley	AKG 391 ou Stalex		Petit
5	Timbale	SM 57 ou BEYER TGX10		
6	Tom aigu	SM 57 ou BEYER TGX10	Gate	Petit
7	Tom basse	MD 421 ou BETA 52		Petit
8	Over head	AKG 391 ou STATEX ou AKG 414		Grand
9	Pad drum	DI box		
10	Basse	DI box	Compress	
11	Guitare cour	SM 57 ou MD 421		Grand
12	Guitare cour	XLR direct		
13	Sample gtr cour	DI box		
14	Électroacoustique	DI box		
15	Ampli jardin	SM 57 ou MD 421		Fourni
16	Accordéon	XLR direct		
17	Voix Jacques	HF Shure UH ou PGX 4 ou UT4	Compress	Grand
18	Voix Bertrand	SM 58 ou AKG 535	Compress	Grand
19	Voix Thomas	SM 58 ou AKG 535		Grand

// EXEMPLE DE FICHE TECHNIQUE

Façade

Diffusion : minimum 4 kW de bonne qualité (type L-Audio, Amadeus...) avec égaliseur 2*31 bandes la console et de puissance adaptée au lieu.

Console : 24/4/2 (Soundcraft, pas de console numérique)

6 auxiliaires minimum s'il n'y a pas de console retour

Traitement : 2 noise-gates et 4 compresseurs (BSS – DBX – DRAWNER)

Effets : 1 multi-effets type SP 990 Yamaha – MX 400 Lexicon

1 réverb PCM ou M-one

Prévoir 1 aux pour un delay fourni

Retour

Minimum 5 retours type L-Audio, EAW sur **4 circuits égalisés** 31 bandes et 8 retours soit 2 par musicien sur une grand scène.

Le bassiste n'a pas d'ampli donc prévoir des retours en fonction.

S'il y a une console retour, prévoir 2 gates, 2 compresseurs, 1 réverb, 1 PFL.

Merci de nous **prévenir s'il y a une régie retour** car, dans ce cas, nous viendrons à deux techniciens.

Prévoir également un retour supplémentaire.



Afin de parer à toute éventualité, un technicien du son devra se munir de quelques outils et accessoires :

- 1 CD de signaux de test ou un CD que l'on connaît très bien (pour se donner une idée de la restitution d'un système)
- 1 casque
- 1 rouleau de papier adhésif, un feutre indélébile (pour les marquages sur la console et ses **périphériques**)
- 1 lampe de poche (lors du spectacle, les lumières de service sont coupées et il fait souvent sombre dans un théâtre !)
- 1 appareil de mesure (tension et continuité)
- 1 lot de tournevis plats et cruciformes, sans oublier les "minis"
- 1 jeu de clé six pans
- 1 fer à souder, de l'étain
- 1 échantillon de fusibles pour appareillages électroniques et coffrets d'**alimentation**
- 1 lot de pinces : coupante, à dénuder, plate
- 1 rouleau d'adhésif électricien
- quelques raccords : inverseurs de **phase**, **XLR** – XLR sans **masse** (pour couper les boucles de masses), etc...
- 2 ou 3 piles 9 Volts, 1 blister de LR03 et LR06.



Les cas de figure dans le domaine de la sonorisation sont évidemment nombreux et variés. Nous vous proposons une liste non exhaustive des principales situations.

Il s'agit de **8 exemples d'installation** accompagnés de dossiers sur la voix, l'influence de l'air, les types de musiques.

Chaque lieu de spectacle est différent, comme chaque concert, pièce de théâtre ou interprète. Le technicien du son devra utiliser son expérience pour évaluer et tenir compte des spécificités.

Discours en intérieur : la voix



Objectifs

Nous allons rechercher à transmettre ici un message sonore avec un maximum d'**intelligibilité** pour une écoute agréable. La compréhension du texte est primordiale.

Le temps de **réverbération** de la salle devra être court : 0,8 seconde maximum.

Au-delà, les syllabes se chevauchent et l'intelligibilité diminue.

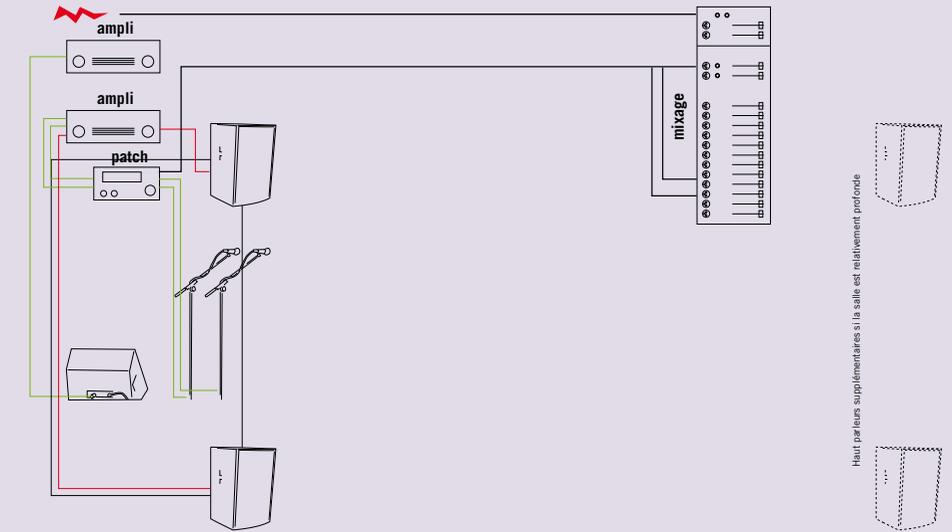
L'énergie produite par la parole est très faible. Ce sont les fréquences basses qui contiennent la plus grande partie de l'énergie. Le maximum d'énergie se situe autour de 100 - 125 Hz pour un homme et 200 - 250 Hz pour une femme.

L'intelligibilité de la parole dépend de plusieurs facteurs :

- l'énergie vocale (puissance)
- la vitesse d'élocution
- la qualité vocale de l'orateur (articulation)
- la qualité acoustique du local
- le bruit ambiant.

Contrairement à l'énergie, l'intelligibilité de la parole se situe dans les fréquences aiguës.

Si l'on coupe avec un **filtre passe-haut** les fréquences graves, on ne note aucun effet sur la compréhension ; par contre, si l'on coupe avec un filtre **passe-bas** les **fréquences** aiguës, l'énergie ne change pas mais le message devient incompréhensible.



// SCHEMA D'INSTALLATION

Matériel nécessaire

- 1 ou 2 micros avec grille ou **bonnette** anti-vent (pour réduire les **occlusives** "pops")
- 2 pieds de micro ou attaches spéciales pour pupitre
- 1 console de **mixage**
- 2 haut-parleurs sur pieds ou davantage si la taille du lieu le nécessite
- 1 ou 2 petits **retours** de scène
- 2 amplificateurs
- 1 **multipaire** pour véhiculer les modulations micros et **amplificateurs** de la régie vers la scène
- rallonges secteur et boîtiers multiprises
- éventuellement lecteur CD, enregistreur K7
- câblage complet.

Schéma d'installation

Dans le cas d'une salle très longue, on pourra installer deux haut-parleurs supplémentaires en rappel. Ces haut-parleurs devront être alimentés avec une modulation retardée selon la distance parcourue (env. 3 milli-secondes de retard par mètre)

On préférera installer la console de mixage dans la salle à sonoriser afin de pouvoir régler les niveaux et corriger le timbre de l'orateur.

On utilisera soit un seul micro centré devant la bouche de l'orateur, soit deux micros placés de part et d'autre du pupitre. Cette dernière solution permet davantage de mouvement de l'orateur et libère la vue de son visage. Lorsque l'orateur n'est pas coutumier du micro, le rôle du sonorisateur est de lui expliquer comment se positionner par rapport à celui-ci, afin d'éviter les conséquences de mouvements et écarts sur la prise de son (donc de la compréhension de son message).

Les micros à utiliser sont de type :

- statiques ou à **électret** : l'AKG 647 propose une **directivité** hyper **cardioïde** (plus de **gain** avant **Larsen**) tout comme l'AKG 535.
- ou **dynamiques** : SM 58, Beyer M81, etc...

L'utilisation d'un appareil de **compression** peut aider à limiter certains excès de voix tout en augmentant les niveaux faibles.

Haut parleurs supplémentaires si la salle est relativement profonde

Manifestation extérieure : influence de l'air



Objectifs

Il s'agit ici de transmettre de la parole et de la musique vers le public réparti sur un espace relativement grand. Les remarques concernant l'**intelligibilité** et la voix sont les mêmes que dans le dossier précédent.

Principe

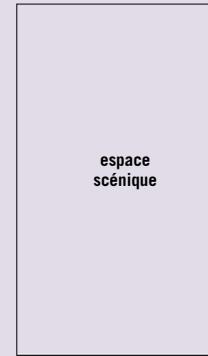
L'absorption de l'air provoque une atténuation du niveau sonore et surtout des **fréquences** aiguës.

L'influence du vent est importante sur la propagation du son :

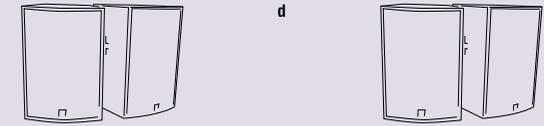
- par faible vent arrière, on observe une augmentation de la distance couverte : le vent infléchit les ondes sonores vers le sol.
- par vent fort et variable, la sonorisation peut être rendue incompréhensible.
- par vent de face, la portée des haut-parleurs est diminuée car les ondes sonores ont tendance à s'élever.

L'influence de la température :

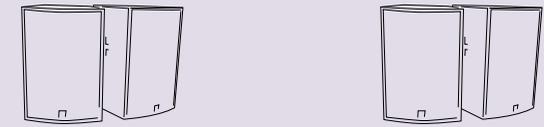
- lorsque le temps est pluvieux ou brumeux et que la température est la même au niveau du sol et dans les basses couches de l'atmosphère, le son se propage en ligne droite et s'atténue en fonction de la distance.
- il n'en est pas de même le jour par temps ensoleillé : la terre s'échauffe et provoque le rayonnement de calories près du sol ; par contre, l'air est plus frais. L'air chaud monte et entraîne la puissance sonore, ce qui réduit la puissance des haut-parleurs.
- lorsque le sol est froid ou recouvert de neige et que le soleil brille, les couches d'air



// ESPACE SCÉNIQUE



L'implantation de la régie sera fonction des possibilités et des contraintes



s'échauffent plus vite que le sol. Les ondes sonores sont infléchies vers le sol ; il se produit une ou plusieurs réflexions et la portée des haut-parleurs est augmentée.

L'influence de la nature du sol est importante : une surface contenant un vaste auditoire debout induit une forte atténuation des aigus. Il est nécessaire de monter les haut-parleurs médium-aigus sur des supports assez hauts de manière à ce que le faisceau sonore descende vers le public, sans rencontrer d'obstacle. En extérieur, quand nous nous éloignons d'une source sonore, nous constatons que l'intensité du son diminue de 6 dB chaque fois que notre distance à cette source double. (voir fig. 4 p. 55/ atténuation en fonction de la distance)

Exemples : atténuation à 10m de la source :
- 20 dB ; à 20 m : - 26 dB ; à 80 m : - 38 dB

Matériel nécessaire

- micros avec **bonnettes** anti-vent (attention, en extérieur, le vent risque de saturer les membranes des micros) et pieds de micro
- 1 console de **mixage**
- plusieurs haut-parleurs montés sur des tours ou des pieds (plus on veut porter loin, plus on doit élever la source)
- **amplificateurs**
- éventuellement prévoir une ligne de haut-parleurs en rappel **décalés** si l'espace à couvrir dépasse 30 mètres
- retours de scène (selon les besoins)
- 1 **multipaire** pour véhiculer les modulations micros et amplificateurs de la régie à la scène
- rallonges secteur et boîtiers multiprises
- éventuellement lecteur CD, enregistreur K7
- câblage complet
- bâches et sacs plastiques pour protéger les haut-parleurs en cas de pluie.

Sonorisation des rues : la ligne 100 Volts



Objectifs

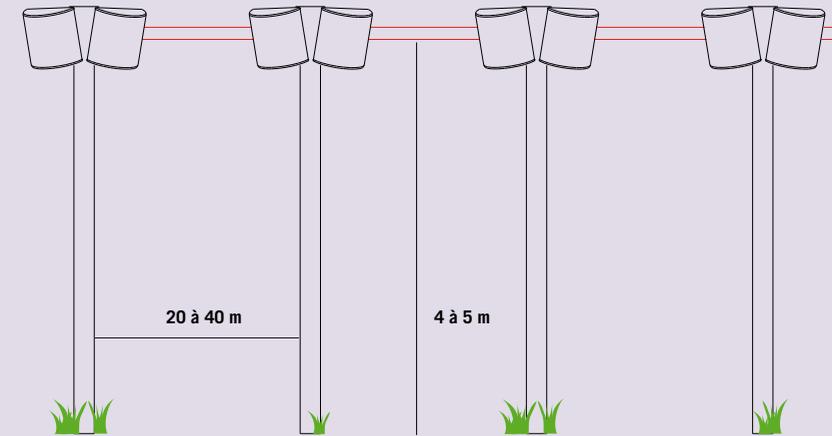
Sonoriser un ensemble de rues, un parcours sportif ou culturel... avec diffusion de messages parlés et musique d'ambiance.

Principe

La **résistivité** des câbles haut-parleur et la faible tension du **signal** véhiculé engendrent de grandes pertes en ligne lors d'installations faisant intervenir des longueurs importantes de câbles. Pour pallier cette situation, il existe une technique : la ligne 100 Volts.

On place après l'**amplificateur** un **transformateur** élévateur de tension présentant à sa sortie une tension de 100 Volts qui pourra être distribuée sur plusieurs centaines de mètres sans perte notable.

Chaque enceinte est dotée d'un transformateur abaisseur qui redonne au signal une tension normale pour attaquer les haut-parleurs.



// INSTALLATION

Avantages

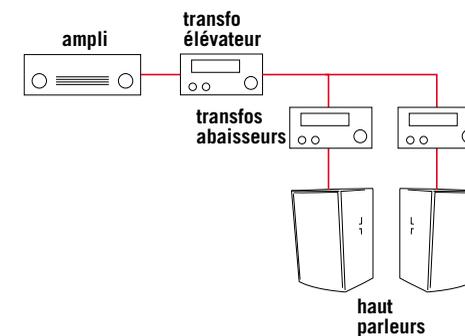
- Élimination des pertes en ligne.
- Installation facilitée : les enceintes étant raccordées en parallèle à une simple ligne de distribution (voir schéma).
- Les transformateurs d'enceintes possèdent plusieurs enroulements permettant de sélectionner individuellement leur puissance de fonctionnement.

Inconvénients

- **Bande passante** réduite (peu de basses et d'aigus) mais suffisante à la compréhension de la parole et de la musique d'ambiance.

Matériel nécessaire

- haut-parleurs 100 Volts type Bouyer RB35
- **amplificateur**/mélangeur capable d'alimenter le nombre de haut-parleurs installés (puissance adaptée)
- microphone et platine CD ou K7
- câble électrique 2 conducteurs 1,5 ou 2,5 mm, si les connections se font par des borniers. Sinon on utilisera des câbles HP en **XLR** ou jack.



Au théâtre



Objectifs

Dans le cas de figure suivant, nous devons effectuer une légère reprise des voix des comédiens et diffuser des musiques accompagnant la mise en scène, des sons d'ambiance enveloppant l'espace scénique et des bruitages réalistes dans le décor (sonnette dans l'entrée, son dans le poste de radio...)

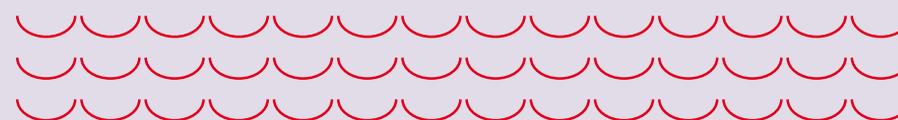
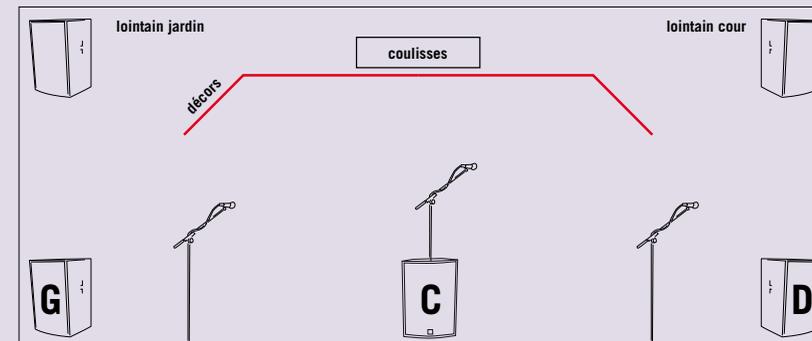
Principe

Nous essayerons d'obtenir le plus de réalisme possible dans la reproduction des voix des comédiens.

En utilisant les haut-parleurs placés à gauche (G) et à droite (D) de la scène, les spectateurs placés à gauche ou à droite auront l'impression que la voix vient du haut-parleur qui est le plus proche d'eux, alors que l'action se situe au centre de l'espace scénique. Il y a alors un déséquilibre entre ce que l'on voit et ce que l'on entend.

Avec un ou deux haut-parleurs (**cluster C**) accrochés au centre de la scène et au niveau du bord de scène, on aura quasiment toujours, quelle que soit la place où l'on se situe, une relative concordance entre l'origine de la source acoustique et l'origine de la source amplifiée.

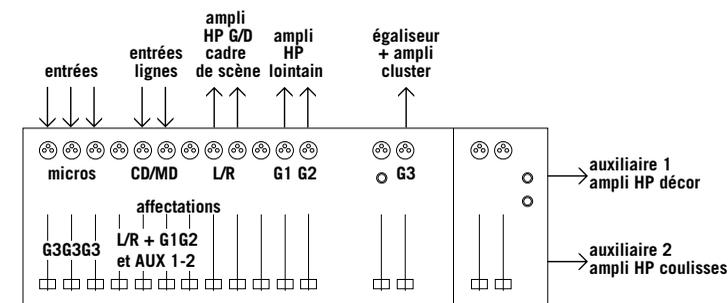
La musique sera diffusée sur les haut-parleurs de face (G+D) et éventuellement sur les deux haut-parleurs placés au lointain. Les ambiances seront plutôt diffusées au lointain. Un petit haut-parleur pourra être dissimulé dans le décor pour simuler le son d'un poste de radio. Un autre pourra être placé dans les coulisses pour simuler les bruits de pas et le coup de sonnette.



// PLAN DE SALLE

Matériel nécessaire

- 5 haut-parleurs + 2 petits
- 7 canaux d'amplification
- 1 console possédant au minimum 7 sorties distinctes
- 1 égaliseur 31 bandes pour égaliser plus finement le cluster central
- 3 micros de surface (Shure SM91) ou 3 micros statiques sur pieds de table pour la captation des sons des acteurs
- 1 lecteur CD ou **Mini disc**
- câblage complet.



// SCHÉMA D'UTILISATION DE LA CONSOLE

Sonorisation d'une chorale



Objectifs

Amplifier et rééquilibrer certaines voix ou solistes. Enregistrer la chorale.

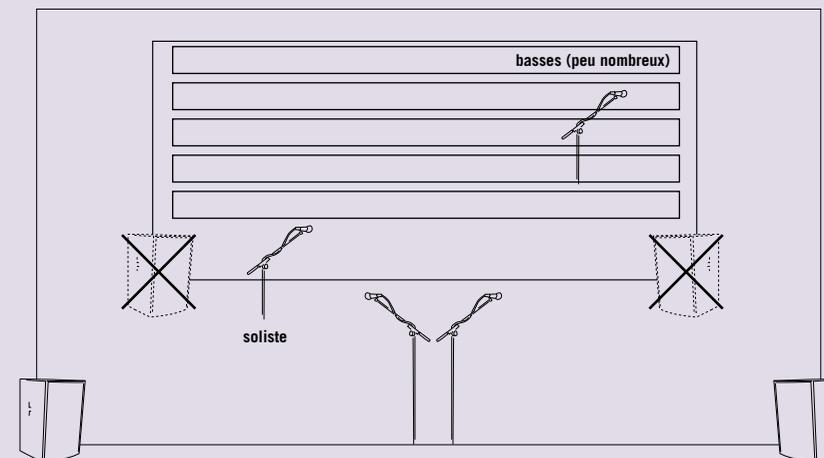
Principes

Comment est constitué l'ensemble vocal ?

La chorale peut être de deux sortes :

- à une voix principale : chaque choriste chante la mélodie sans distinction de parties.
- à plusieurs voix : les choristes sont répartis suivant leur tessiture (sopranos, altos, ténors et basses) et chaque groupe chante sa partie selon l'écriture de l'œuvre.

La composition d'un ensemble vocal à plusieurs voix suit sommairement la règle de l'orchestre : partie haute à gauche, médium au centre et basse à droite. Il est souhaitable d'installer les choristes sur des estrades pour que chaque voix puisse être entendue.



// SCHÉMA D'UTILISATION COUPLE PRINCIPAL

Prise de son : technique et placement des micros

Des microphones électrostatiques (**bande passante** large, sensibilité élevée et faible bruit de fond) permettent d'assurer une bonne prise de son d'ensemble avec le **piqué** nécessaire.

Un couple de microphone A/B ou normalisé (ORTF 110°- 17cm) suffit la plupart du temps mais pas toujours... (voir Technique / Prise de son stéréo). Certains groupes (amateurs principalement) ont des parties faibles (trop de sopranos et trop peu de basses par exemple). Un couple **XY** en appoint peut revaloriser certaines voix. On peut aussi rapprocher du couple les choristes les moins nombreux.

S'il y a un soliste, un microphone **cardioïde** d'appoint, électrostatique ou **dynamique**, est une bonne solution. L'emplacement microphonique dépend principalement de l'ampleur de la chorale, toutefois on notera qu'une disposition d'un couple unique à une distance de 2 m ou moins par rapport aux chanteurs, a tendance à favoriser certaines voix au détriment de l'ensemble.

Afin que l'image stéréophonique soit bien équilibrée et qu'il se dégage une bonne homogénéité, il est nécessaire de respecter une certaine distance comprise entre 3 m et 5 m (voire plus) du 1er rang des choristes, pour une

hauteur de 2,5 m à 3,5 m.

Les capsules des microphones seront dirigées vers le chœur, un peu au-dessus des 2 premiers rangs.

Dans une église, une trop grande **réverbération** tend à escamoter les voix aiguës des sopranos, au risque de les rendre inintelligibles.

Une méthode consiste à disposer le couple A/B ou 110°-17 cm à environ 4 mètres de la chorale et à une hauteur de 3 m pour capter l'ambiance et la réverbération, alors que l'on placera nettement plus en avant (à 2 ou 2,5 m – hauteur 2,5 m) des microphones cardioïdes dits de "présence" (généralement 3) : un au centre, un sur chacun des côtés. Ceux-ci seront mélangés au couple principal, mais à des valeurs inférieures.

Le choix du local dépend avant tout du nombre de choristes.

Une petite église mettra parfaitement en relief une vingtaine d'éléments, alors que deux cents voix se sentiront plus à l'aise dans une cathédrale.

Les soucis principaux du preneur de son demeurent l'équilibre et la netteté de l'interprétation. On doit situer, à l'écoute, les différentes parties vocales, sans toutefois entendre des voix séparées.



Remarques pour la sonorisation

Les principes de prise de son restent les mêmes que précédemment. Toutefois, en extérieur, on veillera à équiper tous les microphones de bonnettes anti-vent efficaces.

La difficulté sera de pouvoir suffisamment amplifier les microphones sans **Larsen**. On utilisera un **égaliseur** graphique ou **paramétrique** pour diminuer les fréquences d'accrochage (Larsen) lorsque l'on ouvre les micros.

On veillera à la bonne installation des haut-parleurs, sur pieds, pas trop proches de la scène et des microphones.

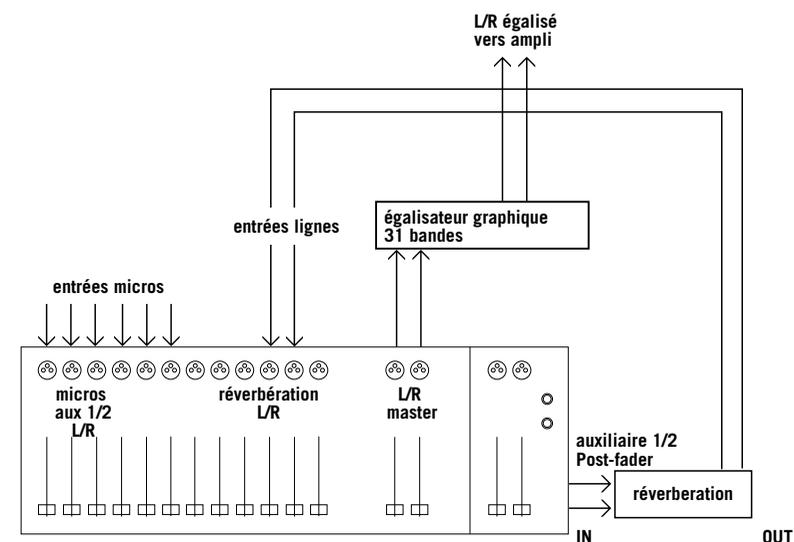
L'ajout de microphones supplémentaires, plus en proximité des chanteurs, permettra d'avoir plus de niveau avant Larsen.

Une réverbération numérique pourra ajouter de l'ambiance surtout dans des salles peu réverbérantes ou en plein-air.

L'utilisation d'appareils de compression n'est pas nécessaire.

Matériel nécessaire

- 2 haut-parleurs sur pieds et amplificateur
- 1 console de mixage
- 1 égaliseur graphique
- 6 micros électrostatiques (avec bonnettes anti-vent en plein-air)
- 3 **barres de couplage** pour micros
- 3 pieds de micro
- câblage micro, multipaire, câblage haut-parleurs
- 1 réverbération numérique.



// SCHÉMA D'UTILISATION DE LA CONSOLE

Concert de musique classique : reprise de solistes



Objectifs

Sonoriser de manière la plus acoustique possible un soliste instrumentiste ou chanteur.

Principes

La disposition des enceintes de sonorisation est très importante car elle nous donnera une indication sur l'origine du son.

Une disposition de part et d'autre du cadre de scène donnerait une image irréaliste.

On préférera l'utilisation d'un **cluster** central qui donnera une meilleure cohérence à l'image sonore.

On pourra également lui adjoindre un haut-parleur positionné devant le soliste à amplifier. Ce haut-parleur nous donnera l'origine du son et servira de référence temporelle (temps zéro) pour le calage du retard des enceintes du cluster. (voir Technique/Effet Haas).

Le microphone du soliste (**électrostatique**, **cardioïde** ou **hypercardioïde**) est injecté dans le haut-parleur installé devant lui.

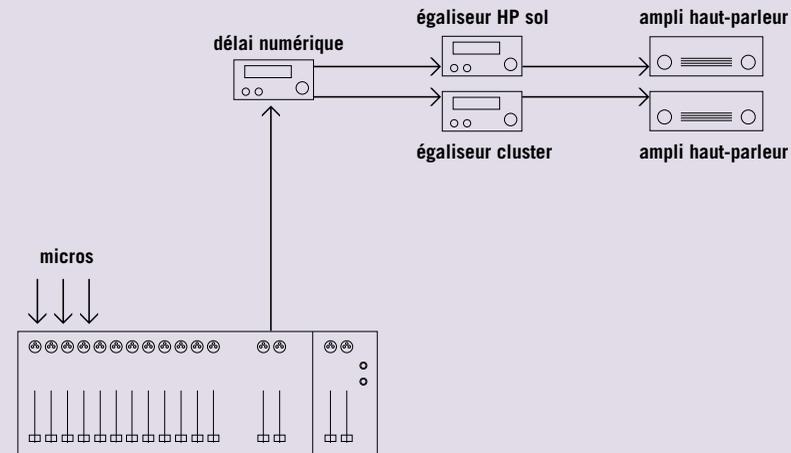
Pour ce dernier, on choisira un modèle de très bonne qualité à **couverture** importante ou mieux, un HP coaxial 100° pouvant se poser au sol comme un **retour de scène**.

Cet HP sera notre référence temporelle. On pourra lui appliquer quelques milli-secondes (1 ou 2 mètres) de retard, de manière à ce que l'oreille entende le son acoustique du soliste en premier, puis ce haut-parleur.

Si nous avons besoin d'amplifier davantage le soliste (grande salle, plein air), le **signal** du microphone sera aussi injecté dans le(s) haut-parleur(s) suspendu(s) en cluster au milieu de la salle, légèrement en avant du bord de scène et au(x)quel(s) nous appliquerons également le **décalage** nécessaire à l'effet de précedence.

Le parfait réglage des retards (ou délais) donne l'impression que le son vient non pas du haut, mais du bas, donc du soliste. Une égalisation acoustique et naturelle finira par faire oublier la sonorisation.

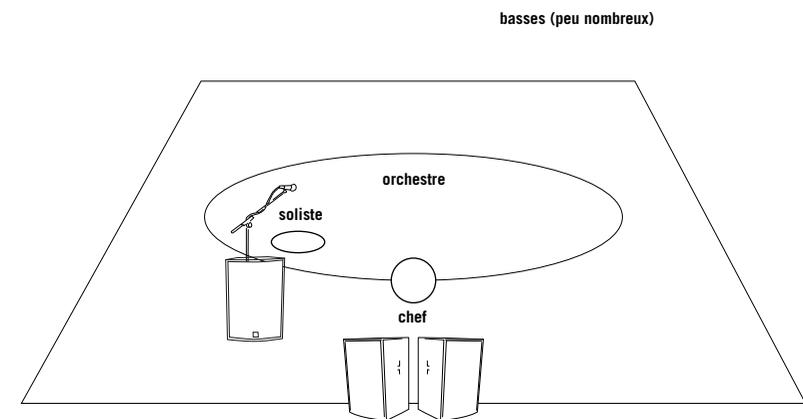
Au besoin, on pourra prévoir une **réverbération** numérique discrète.



// SCHÉMA DE CONFIGURATION DE LA RÉGIE POUR UN CONCERT CLASSIQUE

Matériel nécessaire

- 1 petite console de **mixage**
- 1 ou plusieurs micros électrostatiques
- 1 délai numérique
- 2 canaux d'égalisation 1/3 d'**octave**
- 2 **amplificateurs**
- 1 enceinte au sol
- 1 ou plusieurs enceintes à suspendre.



// ORCHESTRE / CLUSTER

Sonorisation d'un quartet de jazz



Objectifs

Sonorisation de l'orchestre (piano, basse, batterie, saxophone) avec **mixage** pour le public et pour les musiciens (retours de scène).

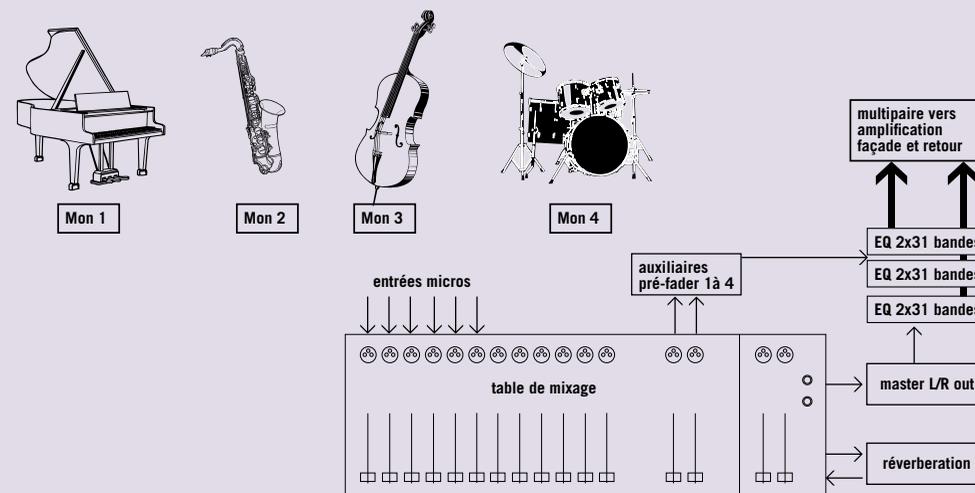
Principes

Le jazz est une musique utilisant des instruments le plus souvent acoustiques et pour laquelle le respect des timbres et sonorités de chaque musicien est indispensable. On cherchera à reproduire ici le son acoustique des instruments et à l'amplifier d'une manière naturelle. Le système de diffusion ainsi que les microphones utilisés devront être de grande qualité.

Matériel nécessaire

pour la sonorisation de la salle

- un système de diffusion où l'on ne recherche pas la puissance mais la qualité de reproduction. On équipera le lieu d'enceintes en nombre suffisant afin d'obtenir une **couverture** équilibrée pour l'ensemble de l'auditoire. L'utilisation de **sub-basses** n'est généralement pas nécessaire.
- une console de mixage de qualité.
- des microphones de qualité avec une **courbe de réponse** droite et fidèle, de préférence **électrostatiques**.
- une **réverbération** artificielle de qualité.
- l'utilisation de compresseurs n'est pas toujours nécessaire, les musiciens utilisant une large plage de **dynamique** que l'on devra également restituer.



// SCHÉMA DE SONORISATION D'UN QUARTET DE JAZZ

Matériel nécessaire

Pour la sonorisation de la scène (retours de scène)

Bien souvent les jazzmen aiment jouer très proches les uns des autres, ce qui minimise l'utilisation des retours de scène. Ceux-ci devront néanmoins présenter de bonnes caractéristiques sonores. On prévoira un retour "bain de pied" (**wedge**) par musicien que l'on alimentera par un circuit **auxiliaire**. L'utilisation d'un **égaliseur** graphique par circuit nous aidera à obtenir la courbe de réponse souhaitée et à minimiser les risques de **Larsen** (accrochage acoustique).

Prise de son

- Piano : 2 microphones électrostatiques type AKG 414 - 451... (un pour le secteur grave, l'autre pour l'aigu par exemple) On utilise aussi très souvent un couple de Shure SM91 placés dans le piano sur des plaques de mousse.
- Contrebasse : 1 boîtier de direct (si l'instrument est équipé d'un **capteur**) et/ou un microphone devant l'instrument (**dynamique** : Sennheiser 421, Shure B52 ou électrostatique)
- Saxophone : 1 microphone dynamique (Sennheiser 421, Shure SM57...) ou électrostatique (AKG 535...)
- Batterie : 1 couple de microphones statiques A/B placé au-dessus de la tête du batteur suffira presque toujours pour capter en "ambiance" l'ensemble de la batterie. On pourra éventuellement rajouter 1 micro dynamique sur la caisse claire et/ou le charleston et 1 micro dynamique devant la grosse caisse ; à mixer en dessous du niveau du couple.

Concert de musiques actuelles



Objectifs

Sonoriser l'orchestre pour le public dans la salle et pour les musiciens sur scène (à l'aide d'une console dédiée, dite console de retours de scène).



Principes

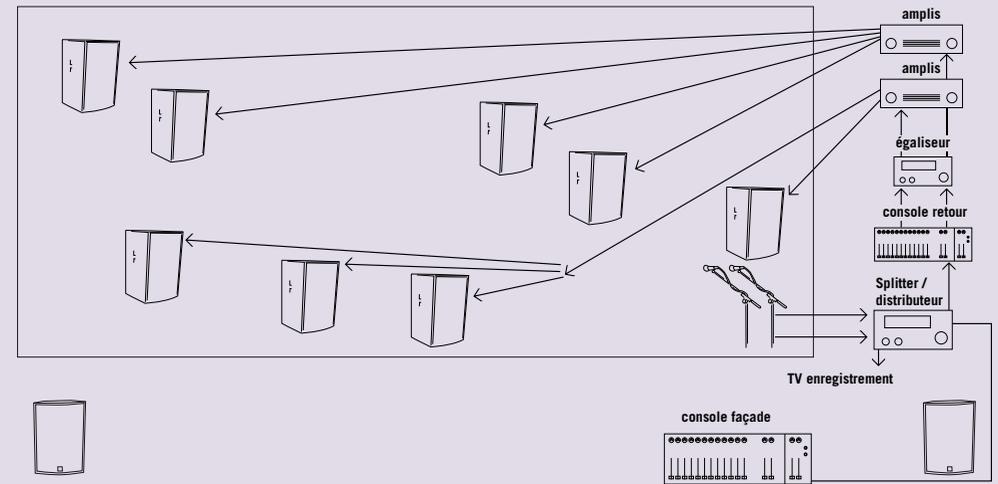
Les principes de diffusion sont les mêmes que précédemment, à la différence que les niveaux de pression recherchés sont plus importants qu'en jazz ou en classique, surtout pour les **fréquences graves**. On ajoutera bien souvent un nombre important de caissons de basses (**SUB**) pour donner la sensation d'un son chaud appelé communément dans le milieu "gros son". Par ailleurs, les niveaux des retours de scène seront également plus forts et on installera souvent un, voire deux retours bords de scène par musicien.

La gestion du son sera répartie en 2 postes :

- le mixeur **façade** (en anglais **FOH – Front Of House**) pour le public
- le mixeur des retours de scène (**Monitors**), placé à proximité ou sur la scène, devra distribuer à chaque musicien un mixage personnel en fonction de ses besoins.

La console de retours devra posséder un nombre suffisant d'envois **auxiliaires** (8, 16, voire 24 selon la composition du groupe).

Chaque HP de **retour de scène** devra être optimisé par l'utilisation d'un égaliseur au tiers d'**octave** (pour éliminer les problèmes de **Larsen** dus à la forte amplification demandée).



// SCHÉMA DE CONNEXION POUR LA SONORISATION D'UN CONCERT ROCK

La modulation des micros sera adressée aux deux postes de **mixage** :

par câblage en parallèle

la modulation des microphones est adressée à chaque console par l'intermédiaire du boîtier de scène (**patch**).

En l'absence de départs retours sur le patch, on pourra éventuellement renvoyer le signal à l'aide de câblages en parallèle ("Y").

Avantages-inconvénients

coût moindre ; mais pas d'isolation électrique entre les 2 installations – possibilité de boucles de masses et ronflettes. Légère perte de niveau due à la connexion en parallèle. Les 2 consoles devront avoir une alimentation électrique identique.

par l'utilisation d'un distributeur de modulations (splitter) :

- actif : appareil électronique qui multiplie la modulation micro sans perte de niveau et garantit une isolation entre les masses.
- passif : on utilise des **transformateurs** à plusieurs bobinages qui recréent un ou plusieurs nouveaux signaux, sans perte, ni liaison entre les masses.

C'est ce système qui doit être impérativement employé lorsque l'on doit redistribuer la modulation micros vers d'autres postes tels que cars régie radio ou TV.

L'alimentation électrique n'a plus besoin d'être commune pour les équipements connectés car le distributeur de modulations sépare et isole leurs masses.

// EXEMPLE DE SCHÉMA D'INSTALLATION SONORISATION

Matériel nécessaire

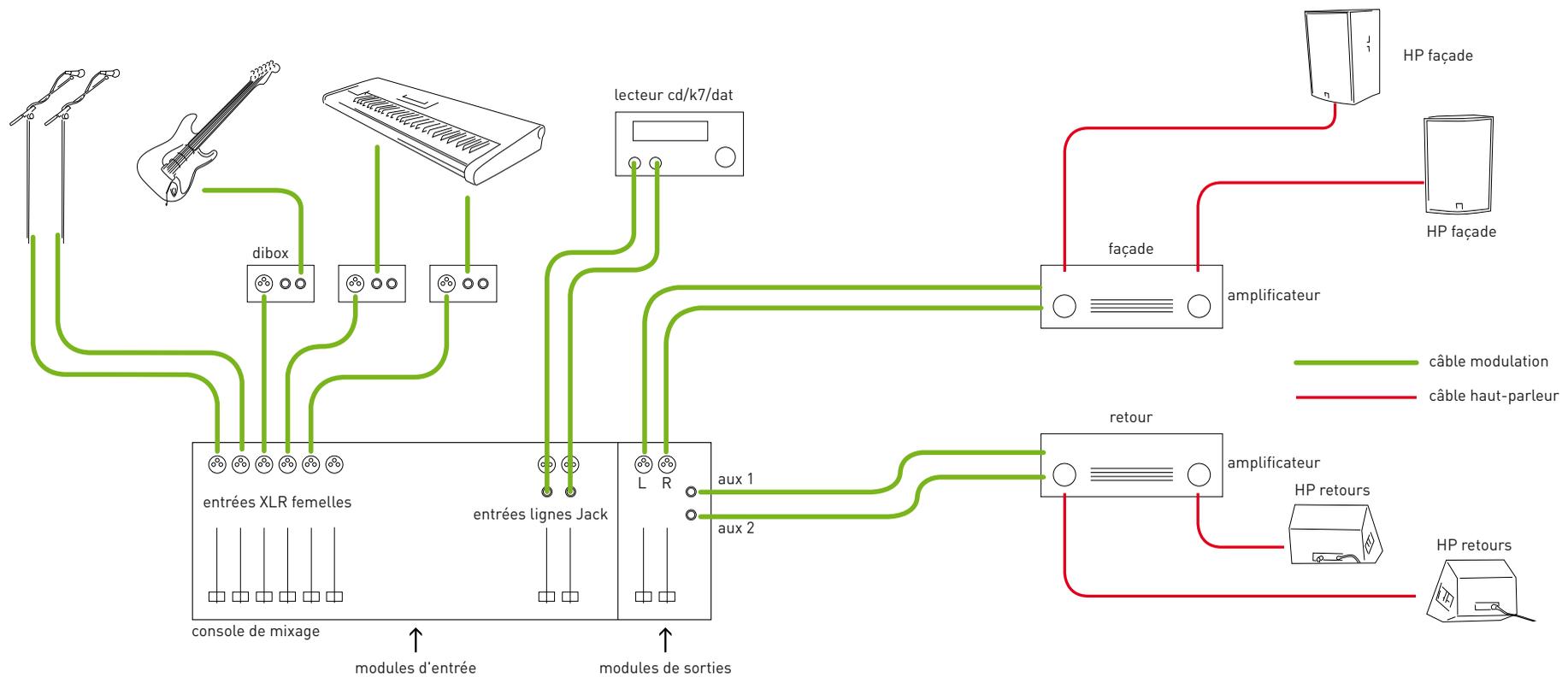
Console de mixage : 1 CM 8442
 HP façade : 2 HP BOSE 802
 HP retour : 2 HPSM 109
 Ampli façade : 1 A son 802
 Ampli retours : 1 A son 109
 Micros : 2 SH SM 58
 Dibox : 3 DIBOX

Câblage nécessaire

Modulation :
 5 PRMC 10 // entrées micros et DI
 2 PRMC 2 // sorties vers amplificateur façade
 2 MOJXM // sorties vers amplificateur retours

Haut-parleurs :
 1 PRHP 10 // ampli/HP façade L
 1 PRHP 20 // ampli/HP façade R
 2 PRHPS 10 // ampli/HP retours

On pourra utiliser un petit multipaire (par exemple : MTP12425) si l'on veut éloigner de la scène et centrer la courbe de mixage.



II. physique

1.
Le son

2.
La perception
du son

3.
Décibels dB
et mesures
acoustiques





Définition du son

Le son est une sensation auditive provoquée par une vibration.

Trois éléments sont nécessaires à l'existence d'un son :

- une source qui produit le son.
- un milieu qui transmet la vibration.
- un récepteur : l'oreille et l'ouïe.

Production des sons : la source

Le son est produit par la vibration d'un corps solide, liquide ou gazeux qui constitue la source sonore. L'origine de cette vibration peut être de diverses natures : choc, frottement, variation de pression, stimulation électrique...

Propagation des sons : le milieu

Les vibrations produites par une source sonore sont transmises à l'air ambiant auquel elles imposent une variation de pression.

Ces variations de pression se propagent dans l'air et dans tous milieux élastiques - sauf dans le vide - sans qu'il y ait déplacement de matière, mais seulement transmission d'énergie de proche en proche : la vibration provoque le déplacement des particules autour de l'objet qui s'entrechoquent avec les particules voisines pour revenir à leur point de départ.

Ces variations de pression sont des ondes sonores. Elles sont semblables aux vibrations de la source sonore qui leur a donné naissance.

Ce mouvement de particules se propage en s'atténuant, car une perte d'énergie se produit au fur et à mesure que le champ sonore engendré par la vibration s'étend.

D'autre part, l'amortissement du son modifié par la viscosité de l'air croît avec la **fréquence** : les sons aigus portent moins loin que les sons graves à intensité égale.

On peut comparer la propagation des ondes sonores avec les cercles concentriques provoqués lorsque l'on jette un caillou dans une étendue d'eau tranquille.

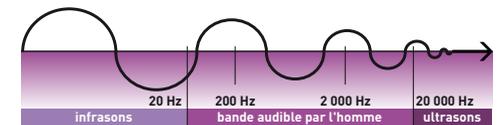
Le récepteur : l'oreille et l'ouïe

Pour devenir des sons, ces vibrations doivent agir sur un de nos sens : l'ouïe.

Notre oreille est sensible aux vibrations entre 16 Hz et 20 000 Hz

Le **Hertz** est l'unité de mesure de la fréquence : 1 Hz = 1 oscillation par seconde.

En dessous de 16 Hz, ce sont des infrasons que nous pouvons percevoir par la paroi abdominale. Au-dessus de 20 000 Hz, il s'agit d'ultrasons que seuls certains animaux perçoivent (chiens, chauve-souris, dauphins...).



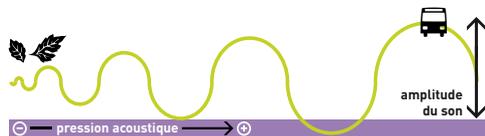
// BANDE DE FRÉQUENCE AUDIBLE PAR L'HOMME



Caractéristiques physiques d'un son

Un son est défini par 3 paramètres : intensité, hauteur, timbre.

Son **intensité** ou volume dépend de la pression acoustique créée par la source sonore (nombre de particules déplacées) ; plus la pression est importante, et plus le volume est élevé (fort).



// AMPLITUDE DU SON

Sa **hauteur tonale** ou **fréquence** est définie par les vibrations de l'objet créant le son. Plus l'objet vibre rapidement, plus le son sera aigu. Le nombre de vibrations par seconde s'exprime en **hertz**. Ainsi le **La 440** (situé au milieu du clavier du piano) signifie que la source vibre 440 fois par seconde.

Le **spectre** audible de l'homme (de 16 Hz à 20 000 Hz) est divisé en **octaves**.

Une octave représente l'intervalle séparant 2 notes dont la fréquence de l'une est le double de la fréquence de l'autre.

Exemple : La3 – 440 Hz ; La4 – 880 Hz

La plupart des sources sonores produisent des sons complexes qui sont composés d'une fréquence **fondamentale** et d'**harmoniques**.

Les harmoniques sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale f.

On distingue les harmoniques :

- paires : 2 f, 4 f, 6 f, 8 f...
- impaires : 3 f, 5 f, 7 f, 9 f... que l'oreille n'apprécie guère (harmoniques anti-musicales)

Exemple : pour $f = 1 \text{ kHz}$

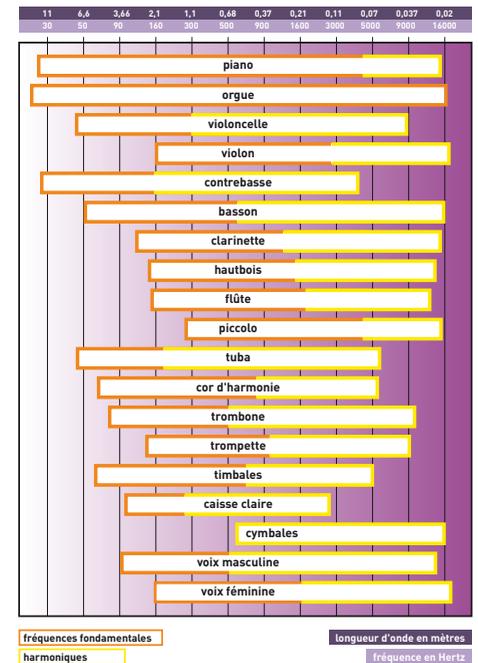
harmoniques paires 2 kHz, 4 kHz, 6 kHz...

harmoniques impaires 3kHz, 5kHz, 7 kHz

Son **timbre** ou couleur est donné par le nombre et l'intensité des harmoniques qui le composent et permet de reconnaître la personne qui parle ou l'instrument qui est joué.

Exemple : une flûte et un piano jouent un La 440 à égale puissance.

La fréquence fondamentale est la même, mais le nombre et l'intensité de leurs harmoniques respectives sont différents et l'oreille distingue les deux instruments.



// TABLEAU DONNANT LES FRÉQUENCES AUDIBLES



La vitesse du son

Les sons ne se propagent pas dans le vide. Dans l'air, la vitesse de propagation des sons augmente avec la température.

A 0°C, la vitesse du son dans l'air est de 331 mètres/secondes.

À 20°C, elle est de 340 mètres / seconde. Soit 2,94 millisecondes par mètre.

On retiendra pour des calculs rapides : 3 ms/mètre.

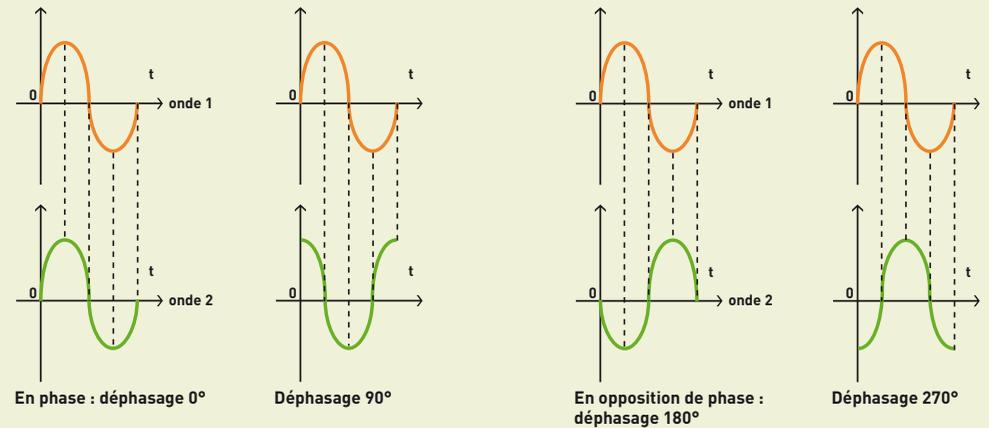
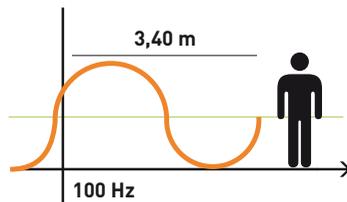
Rappelez-vous le phénomène de l'orage qui s'éloigne ou qui se rapproche. En comptant le nombre de secondes qui s'écoulent entre le moment où l'on aperçoit l'éclair et le moment où l'on entend le tonnerre, on peut déterminer la distance qui nous sépare du centre de l'orage ; chaque seconde représente 340 mètres.

La longueur d'onde

La **longueur d'onde** λ est égale à : **C** (vitesse du son dans l'air : 340 m/s)

F (fréquence en Hertz)

exemple :
 à 10 Hz : $\lambda = 34$ mètres
 à 100 Hz : $\lambda = 3,4$ mètres
 à 1000 Hz : $\lambda = 0,34$ mètres
 à 10 kHz : $\lambda = 3,4$ centimètres



// DÉPHASAGE 180° ET 270°

La phase

Deux ondes sont en **phase** lorsqu'elles ne sont pas décalées dans le temps. On appelle déphasage d'une onde par rapport à une autre, leur décalage dans le temps.

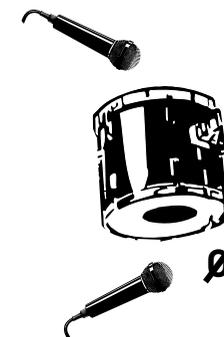
NB // Deux ondes en opposition de phase s'annulent en **monophonie**. En stéréophonie, une opposition de phase entre la gauche et la droite se traduit par l'impression d'un trou au centre de l'espace stéréophonique et par un manque de fréquences basses.

• **Phase électrique** : les fils conducteurs (câbles microphones, câbles haut-parleurs) devront être soudés de la même manière, en respectant les normes de câblage. Attention aux inversions dans les connecteurs !

• **Phase acoustique** : la phase acoustique dépend essentiellement de l'emplacement des microphones captant une source identique.

Exemple : prise de son d'une caisse claire par deux micros : on renverse la phase du micro du dessous.

// PRISE DE SON CAISSE CLAIRE





Réflexion

Lorsqu'une vibration frappe la surface d'un corps dont la densité est plus grande que celle de l'air, elle est partiellement réfléchiée et partiellement absorbée.

Une paroi dure et lisse (pierre, verre, métal...) réfléchit la presque totalité de l'énergie sonore.

Une matière poreuse ou flexible (tissu, matière plastique expansée, laine de roche...) l'absorbe en grande partie.

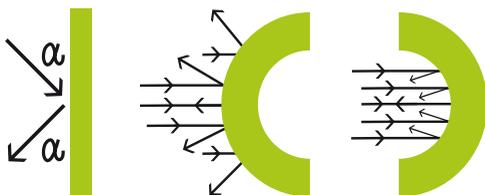
Lorsque la paroi est plane, l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence et les trajets des deux ondes sont situés dans le même plan.

Par contre, lorsque la paroi est courbe, c'est l'angle formé avec la tangente au point d'incidence qu'il faut considérer.

Lorsqu'un son rencontre un obstacle, la propagation est fonction de sa dimension.

Si la longueur d'onde est supérieure aux dimensions de l'obstacle, la vibration le contourne et sa propagation est peu troublée.

Par contre, si la longueur d'onde est plus petite que les dimensions de la surface touchée, elle est partiellement réfléchiée et peut produire des ondes stationnaires.



// RÉFLEXION

Ondes stationnaires

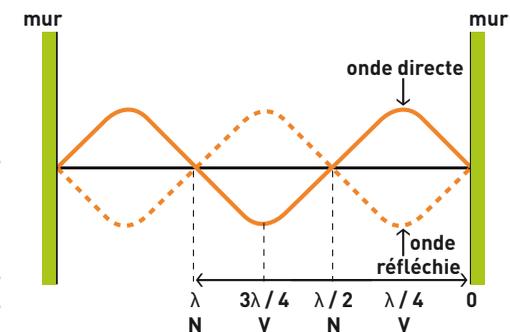
Lorsque deux trains d'ondes de même fréquence se propagent en sens contraire se rencontrent, il se forme des ondes stationnaires.

Ces ondes peuvent provenir de deux sources différentes ou d'un même signal dont une partie est réfléchiée par un obstacle.

Les ondes stationnaires sont formées par des zones où l'air est soumis à des mouvements de compression et de dépression qui ne se déplacent pas.

Ces zones sont situées à une distance l'une de l'autre égale à la moitié de la longueur d'onde du signal qui les produit : ce sont des **ventres V**, mouvements de compression maximale où le son est fort, et des **nœuds acoustiques N** où il est nul (cf. schéma ci-contre).

Ce phénomène est à la base de nombreux instruments de musique. En acoustique, il est très gênant. On l'élimine en traitant les salles.



// LES ONDES STATIONNAIRES



La réverbération

La **réverbération** est le phénomène qui prolonge l'énergie sonore après un arrêt net de la source sonore.

Une onde sonore émise dans une salle se propage dans toutes les directions à la vitesse de 340 m/s. Très rapidement elle rencontre le plafond, le sol et les murs.

Selon la nature de ces parois, une fraction de l'énergie acoustique est absorbée et le reste est réfléchi.

En règle générale, l'absorption est plus faible pour les graves (il faut beaucoup de masse pour atténuer les graves, alors que des pièces de tissu de type pendrillons suffisent pour les aigus).

C'est pourquoi une salle insuffisamment traitée paraît "sourde" du fait d'une augmentation relative du niveau des graves par rapport à celui des aigus qui sont plus absorbés.

Plus la salle est réverbérante, plus le niveau sonore des sons réfléchis est élevé par rapport à celui provenant de la source. Près de la source (des haut-parleurs, par exemple), le son direct

est prépondérant, alors que plus loin, ce sont les sons réfléchis qui le deviennent.

Le champ sonore est alors diffus, l'**intelligibilité** est médiocre ou mauvaise.

Dans une petite salle, la différence de temps entre l'onde directe et les ondes réfléchies est faible et la compréhension de la parole n'est pas affectée.

Par contre, dans un grand local, cette différence de temps peut être importante.

Les syllabes de la parole se superposent alors et nuisent à l'intelligibilité.

NB // en extérieur nous n'avons pas de réverbération, mais des **échos** (répétitions franches "bonsoir, soir, soir, soir") dus aux réflexions sur des bâtiments, des montagnes, etc...

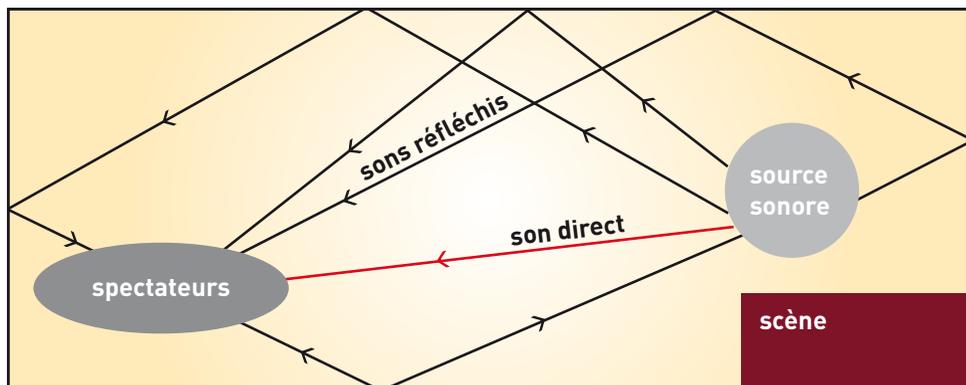
La réverbération et la parole

La réverbération n'est pas toujours souhaitée pour un orateur, sauf effets spéciaux.

Elle doit être courte pour une bonne compréhension du texte ; au maximum 0,8 secondes.

Au-delà, les syllabes se chevauchent et l'intelligibilité diminue.

// LA RÉVERBÉRATION D'UNE SALLE



2. La perception du son



La réverbération et la musique

L'absence de réverbération provoque un rendu sec et dur sur la musique ; on recherche toujours une prolongation du son. Une bonne salle de musique présente une réverbération de 1 à 2,5 secondes. L'orgue nécessite une réverbération plus longue : c'est le cas des églises.

NB // La musique et la parole s'accommodent mal du même local. L'utilisation de processeurs de réverbération numériques permet de recréer la réverbération idéale selon le type de musique pour des enregistrements ou prises de son réalisés avec des temps courts.

Avant l'existence de ces appareils numériques, il fallait enregistrer ou produire les spectacles dans des lieux adaptés à leur type de musique (salle de concert, auditorium, églises ou cathédrales...)

Certains studios d'enregistrement étaient équipés d'un puits dont on utilisait l'effet de **résonance** pour fabriquer une réverbération artificielle. On injectait le son que l'on voulait traiter dans un haut-parleur placé dans le puits. Un micro, que l'on pouvait suspendre à diverses hauteurs dans le puits, captait la réverbération. Il suffisait de mixer ce son réverbéré avec la source.

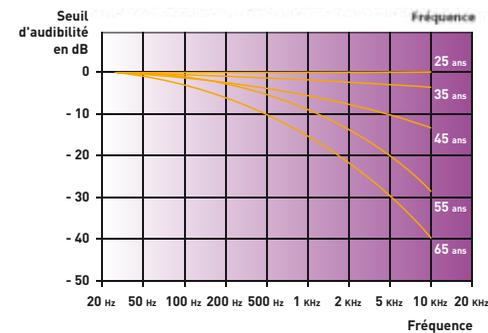
L'ouïe

L'ouïe est le sens qui nous permet d'entendre (mais aussi de communiquer et de maintenir notre équilibre). L'oreille est l'organe qui perçoit les vibrations de l'air. Notre récepteur auditif est délicat et compliqué. Il n'est pas **linéaire** en **fréquence**, ni en sensibilité. Les courbes de Fletcher et Munson nous montrent la sensibilité de l'oreille en fonction de la fréquence.

La sensibilité maximale de l'oreille se situe aux environs de 1000 hertz et demande une pression acoustique de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa soit 0 dBspl.

En revanche à 16 Hz et à 20 000 Hz, cette pression doit être 100 000 fois plus grande pour entendre ces fréquences. Lorsque nous écoutons à faible volume sur notre chaîne Hi-fi par exemple, nous utilisons un **filtre de correction physiologique** appelé **Loudness**, qui augmente les fréquences basses et aiguës que notre oreille entend moins. Le son devient plus chaud, plus précis et plus séduisant.

Des expériences sur un grand nombre de sujets ont permis de tracer les courbes qui suivent. On voit que dès 25 ans, l'acuité sonore diminue.



// DIMINUTION DE L'ACUITÉ SONORE

L'oreille

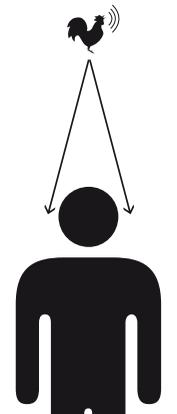
Nos deux oreilles sont écartées d'à peu près 17 cm.

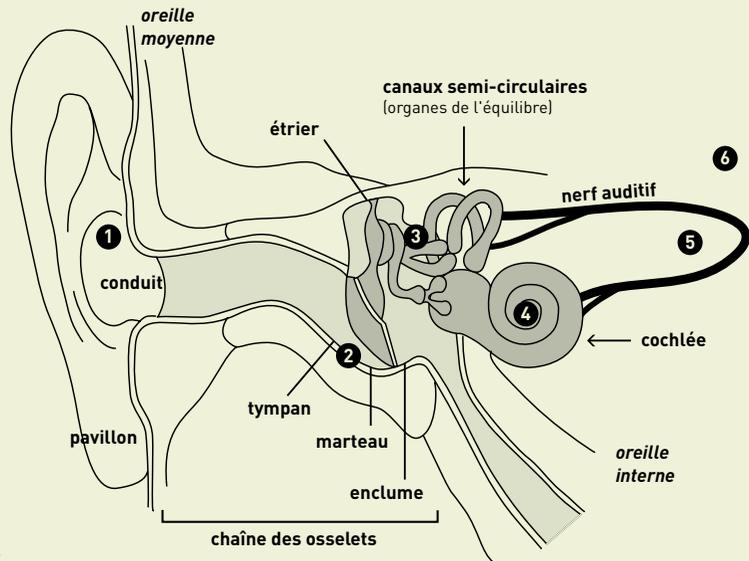
Du fait de la vitesse du son qui se déplace à 340 mètres/seconde, on remarque qu'il y a un décalage de temps d'arrivée du son entre l'oreille droite et l'oreille gauche.

Ce décalage temporel est interprété par le cerveau pour localiser l'origine d'un son sur le plan horizontal. Il est la base de la stéréophonie.

Ainsi, le placement des sons dans l'espace stéréophonique que l'on a l'habitude de pratiquer avec le **panoramique** en jouant sur la différence de volume entre les deux enceintes permet un positionnement imparfait puisque l'on a toujours deux sources sonores au lieu d'une seule.

// DÉCALAGE ARRIVÉE DU SON





// OREILLE EXTERNE

Le système auditif se divise en trois parties :

• **L'oreille externe**

Elle est composée d'un pavillon et du conduit auditif. Sa forme a la fonction de modifier légèrement le son suivant son angle d'arrivée, avant de parvenir au tympan, c'est ce qui permet au cerveau de distinguer l'origine de la source sonore.

NB // Les épaules, en réfléchissant le son, aident également à distinguer son origine verticale.

• **L'oreille moyenne**

Elle comprend le marteau, l'enclume et l'étrier qui transmettent les vibrations du tympan à l'oreille interne.

• **L'oreille interne**

Elle transforme les vibrations en signal électrique transmis au cerveau par le nerf auditif. Des cellules ciliées vibrent sous l'action du marteau et de l'enclume. Ces cellules sont fragiles et ne se régénèrent pas. Une fois détruites ou abîmées, elles ne peuvent plus transformer les vibrations sonores en influx nerveux.

// ATTENTION // Afin d'éviter des lésions irréversibles de l'audition, il est nécessaire de porter des protections auditives (bouchons jetables, par exemple) et de limiter le temps d'exposition aux niveaux sonores importants.

L'interprétation du son par le cerveau est appelée **psychoacoustique**.

Le cerveau n'interprète pas le son de manière objective.

Il existe deux phénomènes importants à considérer : **l'effet de masque et l'isotonie**.

L'effet de masque se produit lorsqu'un son a un volume plus important qu'un autre. Plutôt que d'entendre parfaitement les deux sons à des volumes différents, on entend bien le plus fort, mais le plus faible devient difficile à distinguer car il est masqué par l'autre. Par exemple, si quelqu'un vous parle en discothèque, vous n'arrivez pas à l'entendre à cause du bruit ambiant.

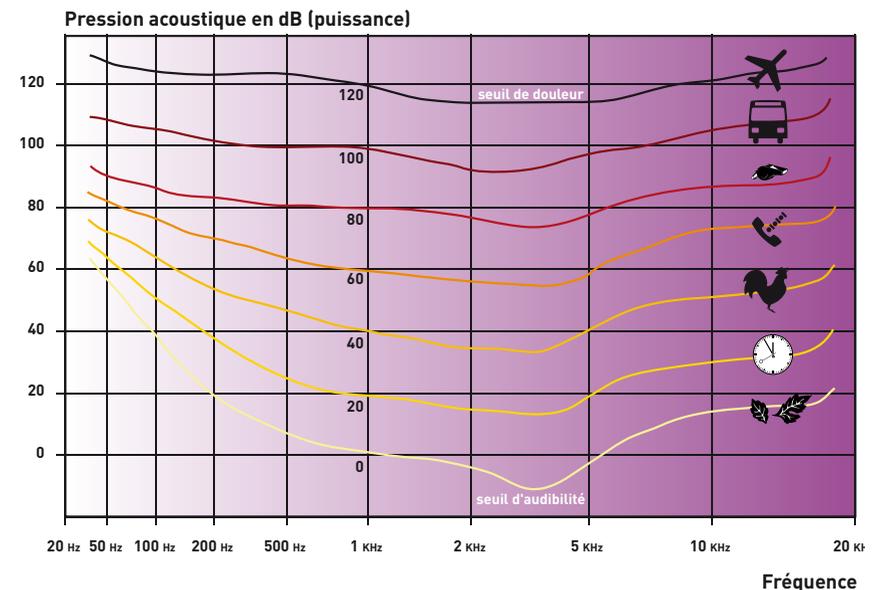
Pourtant le son existe bien et vous devriez l'entendre, mais la différence de volume fait que vous n'arrivez pas à concentrer votre écoute sur le son le plus faible. Par ailleurs, les sons graves ont également tendance à masquer les sons aigus.

- 1 Le son arrive dans le conduit auditif
- 2 Le son fait vibrer le tympan
- 3 Le marteau et l'enclume transmettent les vibrations
- 4 L'oreille interne transforme le son et transmet ces signaux au nerf auditif
- 5 Le nerf auditif véhicule l'influx nerveux vers le cerveau
- 6 Le cerveau interprète les sons

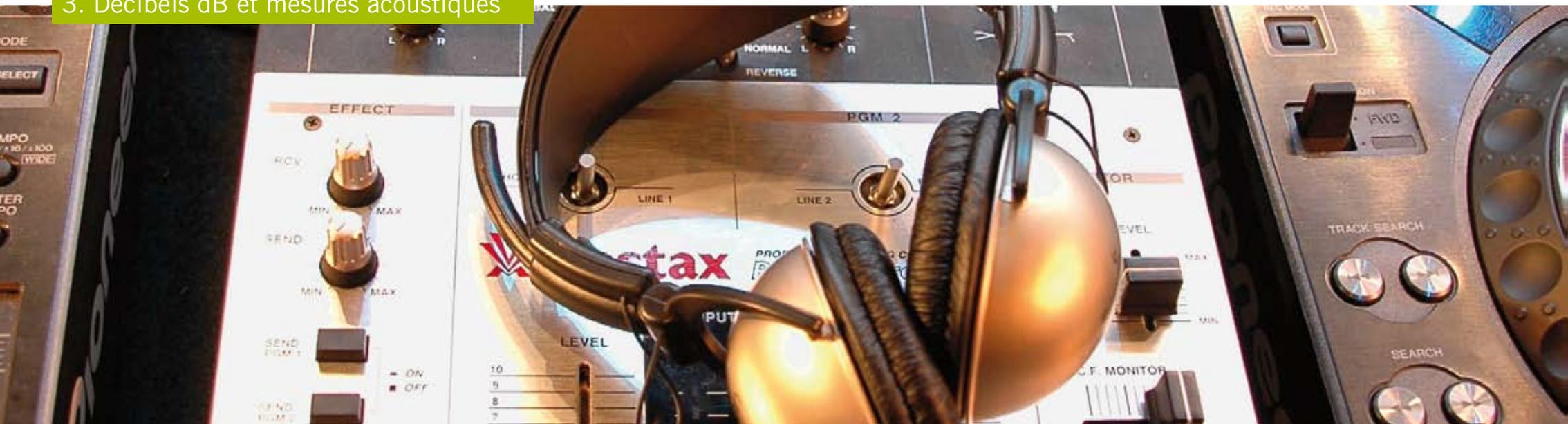
L'isotonie concerne la **courbe de réponse** de l'oreille. En effet, nous ne percevons pas de la même manière les graves, les médiums et les aigus à volumes identiques. Ce phénomène trouve ses origines dans notre

petite enfance. Il s'agit d'une certaine culture de l'oreille : le maximum de sensibilité se situe autour de 1000 Hz, ce qui correspond à la voix de la mère perçue alors que le bébé est dans son ventre, puis de sa propre voix.

// COURBES D'ISOTONIE ET EXEMPLES DE NIVEAU DES BRUITS HABITUELS (D'APRÈS FLETCHER ET MUNSON)



3. Décibels dB et mesures acoustiques



Les mesures acoustiques

Dans le système international en vigueur, l'unité de pression est le Newton par mètre carré (N/m^2) nommé en France, le **Pascal (Pa)**.

$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

Le **décibel (dB)** ne mesure pas des grandeurs, mais des rapports entre des grandeurs de même nature : pressions ou puissances acoustiques, puissances électriques.

Le décibel est une unité d'amplification, d'affaiblissement ou de niveau par rapport à une valeur de référence.



Pour la mesure des niveaux de pression acoustique, on adopte comme niveau de référence (0 dB) la pression acoustique nécessaire pour atteindre le **seuil** d'audibilité à 1000 Hz qui a été fixé à 2.10^{-5} Pa .

Les niveaux de pression acoustique sont exprimés en décibels dB suivis des lettres **SL** ou **SPL** (sound level ou sound pressure level).

Exemple :

- seuil d'audibilité 0 dB SL
- niveau d'une conversation normale 50 dB SL
- audition musicale en appartement 70 dB SL
- discothèque, concert 105 dB SL
- seuil de douleur 120 dB SL
- avion à réaction 140 dB SL

Les décibels servent aussi à évaluer les intervalles sonores ou les différences d'intensité entre deux sons.

L'intervalle sonore entre le pianissimo (moment le plus faible) et le fortissimo (moment le plus fort) d'un orchestre peut être de 60 à 70 dB : c'est la **dynamique** de la musique.

Les décibels SL permettent également de calculer le niveau de pression acoustique à une certaine distance de la source.

Le niveau de pression acoustique décroît de 6 dB à chaque fois que la distance double par rapport à la source sonore.

FIG. 1 // TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE PUISSANCE ET Db



FIG. 2 // TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE PUISSANCE ET Db

niveau (dB)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	43
puissance (Watts)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	100	1000	10000	20000

FIG. 3 // TABLEAU DES RELATIONS ENTRE TENSION ET Db

Tension, courant ou pression	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10
niveau (dB)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Relation de puissance

CF. FIGURE 1 & 2

La perception de niveau sonore variant dans des proportions exponentielles, pour avoir une sensation de volume sonore double (2 fois plus fort), il faut multiplier la puissance par 10 !

La sensation sonore produite par deux pianos n'est pas le double de celle que nous éprouvons avec un seul piano mais, pour avoir l'impression d'une puissance double, il faudra dix pianos ! Et avec cent pianos, on obtiendra une sensation sonore double de celle obtenue avec dix pianos...

De la même manière, un **amplificateur** de 1000 **Watts**, avec la même installation, ne donnera qu'une sensation de puissance double de celle donnée avec un amplificateur de 100 W.

L'intérêt d'utiliser les décibels est évident puisque chaque multiplication de puissance par dix se traduit par l'addition de 10 dB SPL supplémentaires.

Connaissant la puissance et le rendement (voir chapitre "Les haut-parleurs") de nos enceintes nous pouvons calculer la puissance acoustique (dB SPL) disponible à l'aide du tableau de correspondance entre un **gain** de puissance (en Watts) et le gain de pression (en dB SPL).

Exemple : nous lisons sur la fiche de

caractéristiques de notre enceinte que son rendement est de 97 dB SPL pour 1 watt à 1 mètre. Sachant que sa puissance maximale est de 600 Watts, quelle sera la puissance acoustique disponible à 1 mètre ?

Observons le schéma : en face de 600 Watts nous lisons +28 dB, en face de 1 watt nous avons zéro que nous remplaçons par 97 dB ; la puissance disponible à 600 Watts sera de 97 + 28, soit 115 dB SPL.

Il est donc important que nos enceintes aient un bon rendement.

La puissance électrique ("elle fait combien de Watts la sono, m'sieur ?"), ne veut pas dire grand chose, puisque ce que l'on entend est en rapport avec le rendement de l'enceinte !

Relations entre une augmentation ou diminution de tension, courant et pression et la valeur en dB

CF. FIGURE 3

Sur un **égaliseur** de console par exemple, lorsque l'on pousse une **fréquence** de +12 dB, c'est 4 fois la puissance nominale que les circuits électroniques devront supporter.

Si on travaille à un niveau largement inférieur à 0 dB, pas de problème. Mais si on se situe à des valeurs proches de la valeur nominale, on

FIG. 4 // TABLEAU DES PERTES EN Db PAR RAPPORT A LA DISTANCE



FIG. 5 // TABLEAU POUR L'ADDITION DE NIVEAUX EN Db



D est la différence de puissance entre les deux haut-parleurs. G est le gain obtenu.

entendra la saturation des circuits : craquements et **distorsion**, voire la destruction de certains composants.

Relations où intervient la distance

CF. FIGURE 4

Lorsque l'on s'éloigne d'une source sonore en extérieur (c'est ce qu'on appelle "en champ libre"), on constate que le niveau SPL chute d'exactly 6 dB chaque fois que notre distance à cette source double.

Exemple d'utilisation :

Nous sommes en extérieur ; notre système de diffusion peut développer 135 dB à 1 mètre, quelle puissance aurons-nous à 40 m ?

Sur le tableau de la page "addition des niveaux en DB", au regard de 40 m, nous lisons - 32 dB. La puissance acoustique à 40 m sera 135 - 32 soit 103 dB, alors qu'à 1 mètre des haut-parleurs, elle sera de 135 dB !

Cela explique, en partie du moins, pourquoi certaines personnes ont trouvé le concert très fort, alors que d'autres ont trouvé cela agréable...

NB // Il est indispensable de réduire la différence de distance entre les premiers spectateurs et les derniers en élevant la diffusion par exemple ou encore, en installant des enceintes de rappel à mi-parcours.

En intérieur, l'affaiblissement dû à la distance

est moindre à cause des réflexions des murs, plafond et sol, mais devant, près des HP, cela sera toujours plus fort qu'à l'arrière.

Addition des niveaux en dB

CF. FIGURE 5

Un technicien aura très souvent à additionner des puissances exprimées en dB.

Exemple d'utilisation :

Supposons que deux sons de 99 dB SPL (1 HP + 1 HP) s'ajoutent. Quel est le niveau résultant ? Si nous additionnons simplement les niveaux, nous aboutissons à 198 dB SPL qui est une réponse absurde.

Quand 2 niveaux seulement sont concernés, nous pouvons utiliser le tableau pour l'addition de niveaux en dB.

Nos deux enceintes ont la même puissance, donc 0dB de différence. En face de 0 je lis 3 ; et nous avons 99 dB + 3 dB = 102 dB SPL. Si nous rajoutons encore une enceinte, nous aurons HP1 + HP2 : 102 dB et HP3 : 99dB, soit 3 dB de différence.

Le tableau nous montre 1.75 en face de 3 ; soit 103.75 dB SPL avec 3 HP.

On comprend mieux pourquoi on installe des grappes de 30 ou 40 enceintes par côté lors de concerts dans de très grandes salles ou en plein air.

III. technologie

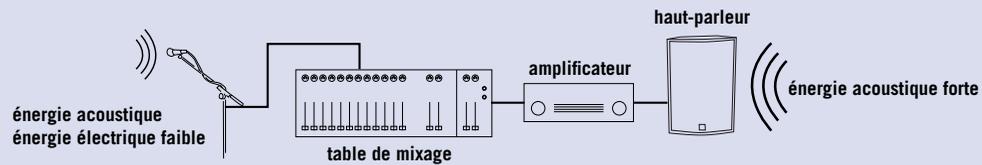
1.
La chaîne
électro-acoustique

2.
Câblage et
connecteurs

3.
Dossiers techniques



1. La chaîne électroacoustique



- **onde sonore** : énergie acoustique
- **microphone** : transformation de l'énergie acoustique en énergie électrique (quelques milliVolts)
- **table de mixage** : pré-amplification et traitements divers (quelques centaines de milliVolts)
- **amplification** : augmentation de la puissance (plusieurs dizaines de Volts)
- **haut-parleur** : transformation de l'énergie électrique en énergie acoustique

Les microphones

Le microphone est un **capteur** qui transforme l'énergie acoustique (ondes sonores) en énergie électrique (tension alternative). On définit un microphone par :

- son type : quelle technologie est utilisée pour la transformation de l'énergie acoustique en énergie électrique ?
- sa **directivité** (sensibilité d'un microphone par rapport à l'angle d'incidence de l'onde acoustique) : de quel côté entend-il les sons ?



Le microphone électrodynamique à bobine mobile

Il utilise une bobine de cuivre et une source magnétique (aimant).

La bobine, solidaire de la membrane, est placée dans le champ magnétique de l'aimant.

Chaque mouvement mécanique de la membrane est traduit en tension électrique.

Ce microphone a l'avantage d'être robuste et de supporter de très hauts niveaux de pression acoustique.

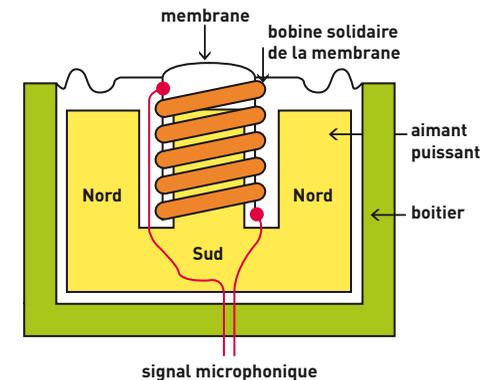
Il est peu sensible au vent ou à l'humidité, mais sensible aux champs magnétiques.

On note en revanche une perte de définition dans les fréquences aiguës (à partir de 15 kHz).

Utilisation

Ce micro est très souvent employé sur scène, plus particulièrement pour la prise de son des voix. Les micros adaptés à la voix ont une **courbe de réponse** remontée vers 5 000 Hz pour donner une meilleure **intelligibilité**.

Exemples : Shure SM 58, Bayer M81.



// MICRO ÉLECTRODYNAMIQUE



// MICRO AKG 391



// MICRO AKG 414

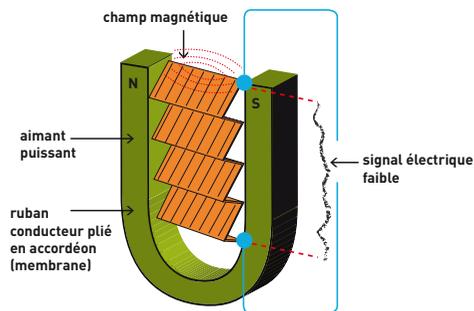


// MICRO AKG 409

Le microphone à ruban

De la famille des microphones électrodynamiques, la bobine est remplacée par un ruban en aluminium servant à la fois de membrane et de bobine.

Le ruban fixé à ses 2 extrémités est placé dans un champ magnétique permanent. Il peut osciller sous la pression acoustique ce qui fait apparaître une tension à ses extrémités.



Utilisation

Ce type de micro est très fragile, sensible au vent et aux bruits de manipulation. On l'utilise pour la prise de son de certaines voix ou instruments acoustiques.

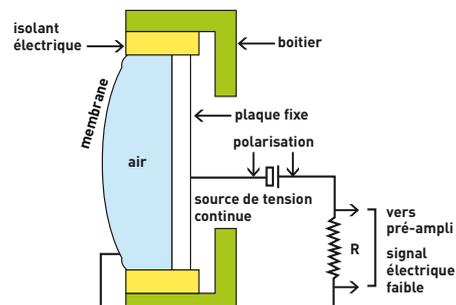
Exemples : *Beyer M160, Melodium...*

Le microphone électrostatique

Il utilise un système électrostatique pour transformer l'énergie mécanique de la membrane en énergie électrique.

La membrane forme une électrode d'un condensateur, l'autre membrane étant fixe. L'électrode mobile est sensible à la pression acoustique et provoque une variation de la capacité du condensateur formé par ces deux électrodes.

Une tension continue est appliquée à ce condensateur et lorsqu'une onde acoustique vient agir sur la membrane, il en résulte une variation de distance entre les électrodes, ce qui provoque une variation de capacité qui engendre une tension à la sortie.



Le faible signal de sortie est élevé par un préamplificateur qui nécessite une alimentation externe fournie par la table de mixage via le câble micro (alimentation fantôme 48 Volts) ou par une pile insérée dans le micro.

Ce système permet une grande sensibilité dans les aigus mais également dans les basses. Ces micros sont en revanche assez fragiles et ne supportent pas les chocs ni le vent et lorsqu'on les utilise en extérieur, ils devront être équipés de bonnettes anti-vent. Leur membrane électrostatique attire la poussière et craint l'humidité.

Utilisation

Micro très polyvalent, haut de gamme.

Exemples : *AKG SE 300B, avec capsules CK 91, 92 ou 98. AKG 451, Statex, AKG414*

Le microphone électrostatique à électret

Ce microphone fait partie de la famille des micros électrostatiques à condensateur.

La différence réside dans le fait que la membrane (en matière plastique telle que Téflon ou Mylar) est polarisée lors de sa fabrication. Avec le temps, sa charge s'atténue, ce qui limite sa durée de vie.

Il nécessite une alimentation fantôme pour alimenter son préamplificateur...

Utilisation

Sa miniaturisation fait qu'on le trouve sous de nombreuses et différentes formes (micros cravates, à pinces pour s'adapter facilement à certains instruments pour une prise de son de proximité : cuivres, percussions, vents...). Il est relativement bon marché et de qualité approchant les micros électrostatiques à condensateur. On l'utilisera selon les particularités de chaque modèle, leurs courbes de réponse variant selon la fabrication.

Exemples : *Sennheiser MKE2, ME 102, 104, Shure SM98, AKG 408, 409, 614....*

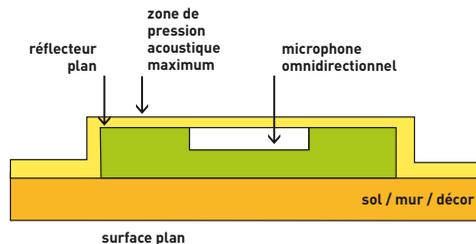


// MICRO À ZONE DE PRESSION

Le microphone à zone de pression

Pour fournir un **signal**, le microphone à zone de pression doit être placé sur une surface plane (scène, table, mur..) où la pression acoustique est maximale.

La réponse dans les graves de ce microphone dépend de la taille de la surface sur laquelle il est posé. Sa capsule est généralement à **électret**.



Utilisation

De par sa discrétion, on l'utilise très souvent au cinéma, à la télévision, au théâtre où ce **capteur** se dissimule aisément, mais aussi en prise de son de certains instruments acoustiques.

Exemples : PZM Crown, Shure SM91....



// MICRO GUITARE

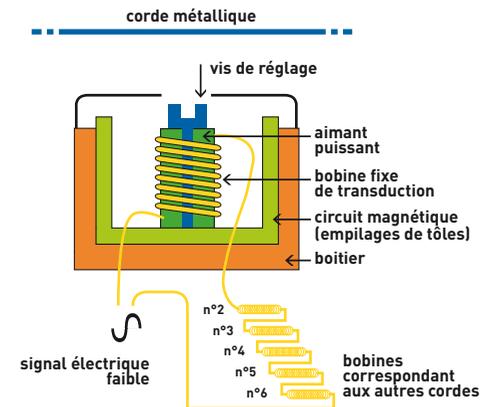
Le microphone électromagnétique

On le trouve notamment sur les guitares électriques.

Il est constitué d'un petit aimant permanent entouré d'un bobinage placé sous chaque corde.

La vibration de la corde fait varier le champ magnétique et crée une tension aux bornes de la bobine. Il possède une vis de réglage qui permet de régler le champ magnétique de l'aimant, donc la tension résultante pour équilibrer le volume de chaque corde.

Il est totalement insensible à la pression acoustique et on préférera utiliser le mot **capteur** pour désigner ce type de **transducteur**.





// DI BOX

Le microphone de contact

C'est un capteur à condensateur dont la membrane se colle sur l'instrument.

Il effectue une transformation de la vibration de l'instrument : énergie mécanique > énergie électrique.

Il est peu sensible à la pression acoustique et permet une bonne isolation de l'instrument vis-à-vis du son ambiant et en favorise l'attaque. La courbe de réponse de ce type de capteur est moins bonne dans les graves et dans les aigus.

Utilisation

On le trouve chaque fois qu'une isolation acoustique maximale par rapport à d'autres instruments environnants est demandée, sur scène et en studio (piano, guitare, contrebasse...).

Exemples : C-Ducer, Fishman etc...

La boîte de direct (di box)

Ce n'est pas un microphone. La boîte de direct est un appareil chargé de symétriser un signal asymétrique.

La liaison symétrique à basse impédance permet de véhiculer un signal sur de longues distances alors que la liaison asymétrique haute impédance ne le permet pas.

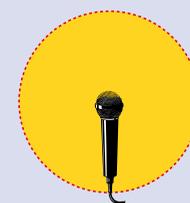
La boîte de direct propose également un atténuateur pour les signaux trop forts, ainsi qu'un interrupteur pour rompre une éventuelle boucle de masse entre un instrument électrifié situé sur scène et la console située en salle. On trouve une prise jack asymétrique pour entrer l'instrument, une sortie XLR symétrique pour aller sur une entrée microphone de la console, une autre prise jack pour ressortir vers l'amplificateur du musicien.

On trouve des modèles passifs à base de transformateurs et des modèles à électronique active.

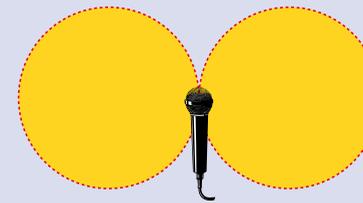
Utilisation

Branchement sur la console de mixage de synthétiseurs, guitares...situés sur scène.

Exemples : BSS, Klank-Teknik



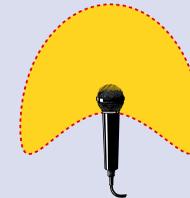
// DIRECTIVITÉ OMNIDIRECTIONNELLE



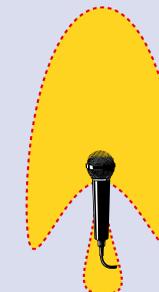
// DIRECTIVITÉ BIDIRECTIONNELLE



// DIRECTIVITÉ HÉMISPHERIQUE



// DIRECTIVITÉ CARDIOÏDE



// DIRECTIVITÉ HYPERCARDIOÏDE

La directivité des microphones

La directivité définit la sensibilité d'un microphone par rapport à la provenance d'un son (angle d'incidence de l'onde acoustique).

• Directivité omnidirectionnelle

Le microphone omnidirectionnel ne privilégie aucune provenance.

Il capte les sons venant de toutes les directions. On l'utilise rarement en sonorisation, mais surtout en enregistrement.

• Directivité hémisphérique

Il capte les sons provenant du dessus. C'est la directivité du micro à zone de pression.

• Directivité bidirectionnelle

Le microphone bidirectionnel est sensible aux sons provenant de l'avant et de l'arrière de sa membrane ; par contre, il ne captera pas les sons venant des côtés. C'est le microphone des duos : on place les interprètes de part et d'autre du microphone.

• Directivité cardioïde (en forme de cœur)

Le microphone cardioïde est sensible aux sons venant de l'avant et peu sensible aux sons provenant de l'arrière.

On l'utilisera chaque fois que l'on aura besoin d'isoler une source par rapport à une autre ou en milieu réverbérant.

• Directivité hypercardioïde (en forme de cœur)

Le microphone hyper-cardioïde est plus directionnel que le cardioïde ; son champ de captation est plus allongé vers l'avant et on note une légère sensibilité vers l'arrière.

On utilise ce type de microphone lorsque l'on a besoin de davantage de sélectivité vers l'avant.



// MICRO AKG 398

• Directivité des microphones “Canon”

Leur corps relativement long (50 cm et plus) est constitué d'un tube à interférences placé devant la capsule.

Ce dispositif particulier fait que les ondes captées dans l'axe du micro arrivent en **phase**, alors que les ondes latérales s'annulent par opposition de phase à l'intérieur du tube à interférences.

Ce microphone est de ce fait hautement directif.

On l'utilisera principalement en extérieur (en visant la source comme avec un fusil) pour capter des sons éloignés en réduisant les sons parasites. Prise de son de reportage.

NB // la majorité des microphones ont une directivité donnée, mais certains modèles électrostatiques proposent plusieurs directivités que l'on sélectionne à l'aide d'un interrupteur.

L'impédance

L'**impédance** d'un microphone est sa résistance interne, elle s'exprime en **Ohms**.

Les microphones à haute impédance

Ce sont les microphones dits “amateurs” dont l'impédance est d'environ 50 000 Ohms (50 k Ohms). Ce type de microphone n'admet que des câbles de liaison très courts (3 à 4 mètres maximum).

Au-delà, il résulte des pertes importantes aux fréquences élevées.

Les microphones à basse impédance

Ce sont les microphones professionnels dont l'impédance est inférieure à 600 Ohms (en général 200 Ohms).

Ils permettent des liaisons de très grandes longueurs (100 mètres et plus).



// MICRO AKG 414

L'effet de proximité

C'est un phénomène qui se produit sur les microphones à **gradient de pression** et se traduit par un **renforcement** des graves lorsque la distance source/micro est très courte (1 à 20 cm).

Lorsqu'un microphone **cardioïde** est tenu très près des lèvres par exemple, les **fréquences graves** sont captées plus fortement et cela peut provoquer des inconvénients à une bonne prise de son.

Certains microphones sont équipés d'un réglage d'atténuation des graves (appelé aussi **coupe-bas**) permettant de compenser cet **effet de proximité**.

Exemples : Sennheiser 441, 421, AKG 414, AKG 535....



La table de mixage

ou pupitre, console... de mélange.

Fonctions : pré-amplifier, égaliser, et distribuer les différentes modulations microphones ou support de diffusions (CD, **Mini Disc**) vers l'ensemble des haut-parleurs destinés au public et aux musiciens sur scène ainsi qu'à différents appareils **périphériques** (enregistreurs, **multi-effets**...).

Il existe une multitude de tables de mixage, des plus sommaires aux plus complètes. Le choix se fera en fonction des besoins liés au spectacle à sonoriser.

La voie d'entrée

CF. SCHEMA P 68-69

On distingue principalement sur la console, les voies d'entrée et les voies de sortie.

La voie d'entrée possède plusieurs raccordements possibles :

- L'entrée micro équipée d'un connecteur XLR permet de raccorder un **signal** microphonique (faible) **symétrique** à basse impédance.
- L'entrée ligne (ou line) généralement équipée d'un connecteur **jack** pour raccorder un signal à haute impédance dont le niveau est plus important que celui d'un microphone. L'entrée ligne est généralement **asymétrique**, mais peut être également symétrique sur les consoles professionnelles.

Les principaux réglages que l'on trouve sur une voie d'entrée :

- **GAIN, TRIM OU SENS** selon les constructeurs : désigne l'étage d'amplification du signal. Il sert à élever le niveau du micro (ou de la ligne) pour lui donner une valeur qui correspond aux tensions de fonctionnement des circuits de la console. Le niveau est visible sur le **vu-mètre** de la console lorsque l'on appuie sur le bouton **PFL** ou **CUE** ; ou sur un **bargraphe** visualisant toutes les entrées de la console si elle en est équipée. Trop faible, ça **souffle** ! Trop fort, ça sature (craquements, **distorsion**) !
- **PAD, LINE OU HI-Z** selon les constructeurs : atténuation, en général de 20 dB, du signal présent à l'entrée micro. On l'utilise lorsqu'un signal est trop fort, après l'avoir réduit avec un **GAIN** au minimum (cas des boîtes de direct ou micros de grosse caisse et caisse claire...). Attention ! Sur certaines consoles, ce bouton sert également à commuter l'entrée ligne !
- **LOW CUT** : C'est un filtre **passé-haut** qui coupe les fréquences inférieures à sa valeur (75, 80 ou

100 Hz en général). Sur certains modèles plus complets, on peut choisir cette valeur à l'aide d'un **potentiomètre** rotatif, et dans ce cas, la plage s'étend de 20 Hz à 400 Hz. On utilise ce filtre chaque fois que le signal que l'on doit capter ne contient pas de fréquences inférieures à sa valeur. On évite ainsi d'amplifier des **résonances** parasites ; on réduit les "pop" de la voix...

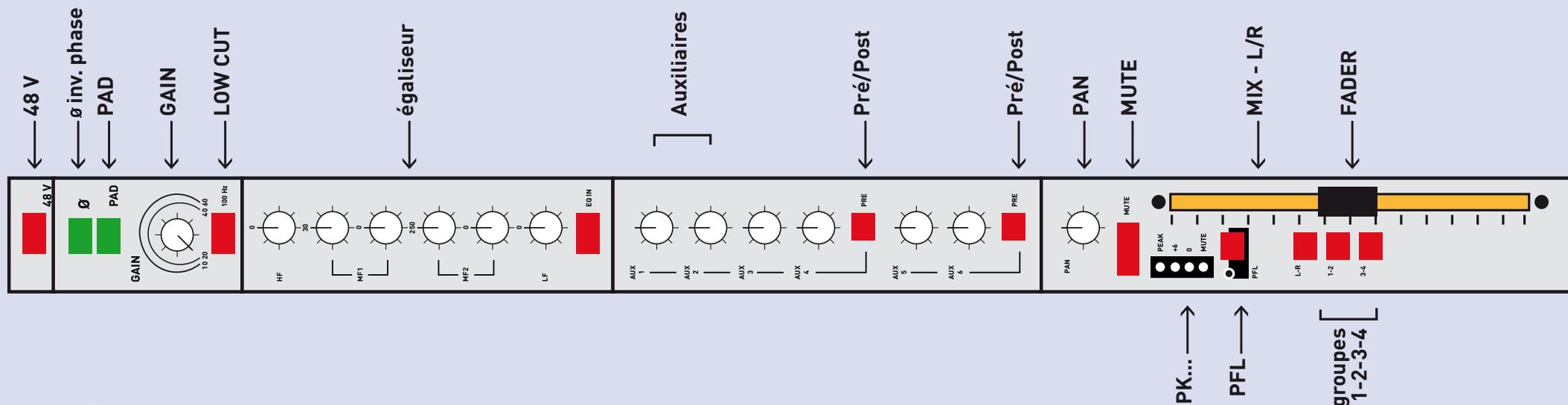
• **Ø PHASE - INVERSEUR DE POLARITÉ** :

Ce commutateur permet de renverser la polarité du signal présent à son entrée (le point chaud 2 va sur le point froid 3). On l'utilise lorsque l'on place plusieurs microphones sur le même instrument ou sur un orateur par exemple...

Si l'un des deux microphones envoie un signal hors phase par rapport à l'autre (à cause d'un câble mal soudé, par exemple), il apparaît une perte très audible par annulation de certaines fréquences (principalement les graves).

• **48 VOLTS - PHANTOM** :

L'action de ce bouton envoie un courant d'alimentation à l'appareil qui lui est connecté (microphones électrostatiques, boîtiers de direct, pré-amplis des micros à **électret**. On l'appelle souvent alimentation **fantôme** parce qu'elle est bien présente mais on ne l'entend pas.



// VOIES D'ENTRÉE

On véhicule le + 48V au travers des câbles connectés en 2 et 3 de l'**XLR** ; et le - 48V sur la masse 1.

• EQ - ÉGALISATION :

Elle se présente généralement sous la forme de boutons rotatifs permettant d'augmenter ou réduire certaines fréquences ou plages de fréquences et d'un commutateur permettant de mettre en ou hors service la section d'égalisation. On peut ainsi comparer avec ou sans correction.

• AUX - AUXILIAIRES :

Constitués de plusieurs potentiomètres rotatifs, ils permettent d'envoyer des valeurs différentes du signal vers des sorties auxiliaires (secondaires) afin d'alimenter les amplificateurs des enceintes de **retour de scène** ou des **multi-effets**, par exemple.

• PRE/POST (FADER) :

Commutateur permettant de lier ou non, la valeur du (des) auxiliaire(s) au **potentiomètre** principal de la voie. Généralement on place les auxiliaires servant aux retours de scène en PRE-fader (afin que les niveaux envoyés à chaque musicien ne soient pas affectés par le mixage principal donné par le FADER pour la sonorisation de la salle par exemple. Les **multi-effets** seront alimentés par

des départs auxiliaires POST-fader.

L'effet (**réverbération**, **délai**...) appliqué à un instrument ou une voix doit proportionnellement varier lorsque l'on change le niveau de l'instrument ou de la voix (sauf effet spécial !).

NB // Sur les consoles d'entrée de gamme, les départs auxiliaires sont généralement fixes (ou modifiables à l'intérieur de la console) : par exemple, AUX 1,2,3,4 PRE fader - AUX 5, 6 POST fader.

• PAN :

Positionne le **signal** dans l'espace sonore stéréophonique. Le **panoramique** affecte généralement la sortie principale MIX ainsi que les **groupes**.

Le panoramique tourné tout à gauche enverra le signal vers les sorties L – gauche, groupes 1, 3, 5, 7... ; placé tout à droite, sorties R – droite, groupes 2, 4, 6, 8... Au centre, tous affectés, et toutes les valeurs entre ces extrémités peuvent exister. Sur les voies d'entrées stéréo destinées aux lecteurs ou retours d'effets stéréo, c'est BAL qui remplace PAN. La **balance** permet de rééquilibrer le signal entre la gauche et la droite de + ou - 6 dB.

• MUTE, ON, CUT SELON LES MODÈLES :

Commutateur d'ouverture ou fermeture de la voie et des auxiliaires post-fader possédant généralement un témoin lumineux.

Sur certaines consoles, on peut trouver des GROUP MUTE qui permettent d'ouvrir ou fermer un certain nombre de voies simultanément.

• PFL, CUE... :

PFL - pré-fader listening ("écouter avant le fader") :

Ce commutateur permet d'envoyer le signal de la voie vers la sortie monitoring/casque ainsi que sur le **bargraphe** de visualisation du PFL (généralement c'est celui du MIX). On peut ainsi écouter isolément au casque, avant d'ouvrir la voie, et vérifier la présence ou le bon fonctionnement de tel ou tel micro.

• AFL :

after-fader listening ("écouter après le fader") Permet d'écouter au casque ou de visualiser le niveau effectif d'un départ ou d'une source.

• MIX, L/R :

Ce commutateur envoie le signal de la voie d'entrée aux sorties principales appelées LEFT / RIGHT, MIX, STEREO selon les fabricants.

• 1 - 2, SUB 1 - 2 :

Envoie le signal aux sorties groupes 1 - 2, 3 - 4, 5 - 6, 7 - 8...

• PK, SENS, BARGRAPHE :

Chaque modèle de console fournira un certain nombre (voire pas du tout) de **LEDs** (petits témoins lumineux) donnant des indications précieuses sur le niveau électrique présent dans la voie : **peak** de saturation, présence d'un signal, niveau du signal sur plusieurs couleurs...

• FADER :

Potentiomètre rectiligne sur la console. Ce potentiomètre règle le volume de la tranche et des sorties auxiliaires post (après) fader. Sur le panneau de raccordement de la voie d'entrée se trouve généralement un point d'**insert** qui permet de raccorder des équipements **périphériques** tels que compresseur, **noise-gate** ou porte de bruit, égaliseur.



La section des sorties

La section des sorties de la console de mixage présente plusieurs possibilités de raccordement :

MAIN, MIX, LEFT/RIGHT, STEREO... :

Ce sont les sorties principales de la console ; on y connectera la diffusion principale ou l'enregistreur Master. Ces sorties sont **symétriques**.

GROUP, SUB :

Permettent la connexion vers des enceintes ou enregistreurs supplémentaires. Ces liaisons sont généralement **symétriques** et permettent une liaison de longue distance.

MONO :

C'est une sortie qui regroupe les signaux Gauche et Droit.

CENTRE :

Existe sur certaines consoles seulement et est destinée à alimenter une diffusion centrale.

AUXILIAIRES OUT :

Ce sont les sorties des envois d'**auxiliaires**. On raccordera sur ces sorties les **amplificateurs** des haut-parleurs de **retour de scène** ou les

processeurs d'effets. Ces sorties peuvent être **asymétriques** sur les consoles entrée et milieu de gamme.

RECORD :

Cette sortie est alimentée par la modulation L/R (Left/Right – Droite/Gauche). Elle est généralement **asymétrique** avec des connecteurs **cinch** et destinée au branchement d'un appareil d'enregistrement stéréo grand public.

CASQUE :

Sortie destinée au raccordement d'un casque pour l'écoute isolée des AFL, **PFL** ou MIX.

CONTROL ROOM :

Sortie pour le raccordement des haut-parleurs de monitoring en enregistrement plus particulièrement. Elle suit la modulation présente sur la prise casque et permet d'écouter une voie seule (**PFL**, **AFL**) ou la modulation présente sur le MIX.

NB // Sur le panneau de raccordement des sorties (MIX, **GROUPES**) se trouve généralement un point d'**insert** qui permet de raccorder des équipements périphériques tels qu'un égaliseur au 1/3 d'octave, un compresseur, etc...

On peut également trouver quelques entrées supplémentaires :

STÉRÉO RETURN OU AUX RETURN :

Ce sont des entrées supplémentaires au niveau ligne pour raccorder des équipements du type processeurs d'effets, lecteurs CD, K7, MD... Ces entrées sont généralement moins complètes.

TRACK RETURN :

C'est une entrée stéréo avec réglage de volume uniquement, permettant le raccordement de la sortie de notre appareil d'enregistrement à la sortie monitoring ou à la sortie principale afin de réécouter le mixage qui vient d'être enregistré sans toucher à l'état de la console. Cette entrée supplémentaire peut aussi servir à diffuser un lecteur CD, MD... lorsque toutes les voies d'entrée sont utilisées.

TONE, GEN :

Permet de générer et d'envoyer plusieurs types de signaux (400 Hz, 1000 Hz, 10 kHz, **bruit rose**...) vers les sorties de la console pour caler des niveaux, tester des départs...



Les consoles numériques

La console numérique comprend généralement des entrées **analogiques** avec un **préamplificateur** micro-ligne pour la connexion de sources analogiques et des entrées numériques (quelquefois optionnelles) pour la connexion de sources déjà numérisées (magnétophones multi-pistes numériques, ordinateurs, pré-amplis A/D externes).

Une fois pré-amplifié, le **signal** est numérisé par un convertisseur A/D (analogique-digital) ; là, nous sommes dans le domaine du numérique ce qui nous permet une multitude de traitements informatiques : égalisation, traitements **dynamiques**, retards, mémorisation de scènes, automation, simulations en tous genres...

La console numérique propose généralement plusieurs sorties analogiques pour alimenter amplis et **périphériques** analogiques, ainsi que plusieurs formats numériques (SPDIF, **AES**, ADAT).

Le **gain** de place est considérable par rapport à l'équivalent analogique. Le coût est également réduit, d'où l'engouement actuel. Par contre, les composants informatiques ne contribuent pas à la couleur du son comme le font les composants analogiques.

Quelques références : Yamaha 01V, 02R, 03D, DM2000, Sony DMX R 100, Innova Son Sensory



L'amplificateur

Le **signal** audio délivré par la table de **mixage** peut atteindre 1 **Volt** et ne suffit pas à faire bouger les membranes de nos haut-parleurs. Il est donc nécessaire de l'amplifier.

L'amplification est un procédé qui consiste à élever le niveau d'un signal sans autre modification; la **fréquence** ainsi que la forme du signal restent les mêmes, il n'y a que l'**amplitude** qui augmente.

L'**amplificateur** est un appareil électronique permettant l'augmentation du niveau d'un signal. On l'utilise pour alimenter enceintes et haut-parleurs. On entre un signal faible à haute **impédance** et on en sort une tension élevée à basse impédance.

Caractéristiques techniques de l'amplificateur

Puissance

Exprimée en Watts RMS, elle indique la puissance qu'il peut délivrer à long terme, sans limitation de durée.

Exprimée en Watts **peak** ou crête, c'est la puissance instantanée, délivrable sur une courte durée.

La puissance est exprimée sous une certaine charge : 8, 4 voire 2 **Ohms**.

Exemple :

*300 Watts RMS et 600 Watts peak sous 8 Ohms
580 Watts RMS et 1150 Watts peak sous 4 Ohms*

Impédance

C'est la "résistance" minimale sous laquelle il peut fonctionner.

Classe : A, AB, B, D, H

C'est la caractéristique qui indique le mode de fonctionnement de l'amplificateur.

En sonorisation, on utilise généralement des amplis de **classe** B ou AB qui présentent de très bonnes performances. L'audiophile préférera l'ampli de classe A qui reproduit le son de



// CONNECTEUR SPEAKON

manière très fidèle, avec très peu de **distorsion** ; mais ce type de montage électronique est peu puissant et dégage une chaleur importante. Les classes D et H sont utilisées pour les très grosses puissances.

Alimentation

Il existe deux types d'alimentation pour les amplificateurs :

- **L'alimentation par transformateur.**

Le poids de l'alimentation est important car il nécessite un gros transformateur et un système de régulation (surtout pour de fortes puissances).

- **L'alimentation à découpage**

C'est l'alimentation secteur que l'on transforme instantanément en tension de fonctionnement de l'amplificateur. Ce système possède peu de réserve d'énergie et c'est la qualité de la source de courant qui donnera le dynamisme à l'ampli.

NB // La puissance de l'ampli double quasiment lorsque l'on diminue son impédance de charge. La puissance maximale d'un amplificateur est donnée pour une certaine tension à son entrée.

Exemple : 0,775 Volt ; 1,4 Volt.

NB // Attention au branchement de plusieurs amplificateurs de forte puissance sur une simple prise 16 **Ampères**.

Connexions

L'**amplificateur** est généralement à deux canaux et on peut l'utiliser en :

- stéréo : chaque canal amplifie le **signal** appliqué à son entrée
- parallèle : les deux canaux reçoivent le même signal (celui de l'entrée Gauche ou A, généralement)
- mono **bridge** : on utilise la puissance disponible sur les 2 canaux que l'on additionne. Un canal amplifie les alternances positives et l'autre les négatives. On double la puissance et l'ampli devient mono (1 entrée et 1 sortie).

Entrées

Généralement **symétriques** en **XLR** ou **jack** stéréo, elles peuvent aussi être **asymétriques** en jack mono ou **cinch** sur d'anciens modèles (à éviter pour limiter les problèmes de ronflettes).

Sorties

La fiche **Speakon** (2, 4 ou 8 points de connexion) a tendance à équiper un bon nombre d'amplis actuels puisqu'elle empêche un contact direct avec les conducteurs et répond aux normes européennes de sécurité* . On trouve aussi des **borniers** à câbles, **fiches bananes** ou jacks 6,35 mm.



// BOOMER



// MEDIUM



// TWEETER

Les haut-parleurs et enceintes acoustiques

Les haut-parleurs

Un haut-parleur est un **transducteur** transformant l'énergie électrique en énergie acoustique. Il est composé d'un moteur assurant la transformation électrique / mécanique et d'une membrane transformant l'énergie mécanique en énergie acoustique. Les HP fonctionnent à l'envers d'un microphone **dynamique** : c'est l'amplificateur qui envoie un courant **alternatif** à la bobine qui est insérée dans un aimant. Ceci la fait se déplacer d'avant en arrière à une vitesse déterminée par la fréquence à reproduire.

***// ATTENTION //** La directive "Basse Tension" de l'Union Européenne est en vigueur depuis le 1^{er} janvier 1997. Concernant les connexions des haut-parleurs, la norme est très simple : on ne doit pas risquer un contact accidentel avec des conducteurs lorsque la tension est supérieure à 25 Volts **alternatif** ou 35 Volts continu. Soit, sur les amplis et haut-parleurs d'une puissance supérieure à 78 Watts sous 8 Ohms. Cela exclut deux types de connecteurs qui étaient jusqu'à présent très utilisés : les jacks 6,35 mm et les fiches bananes.

Il existe plusieurs types de haut-parleurs adaptés à la plage de fréquences qu'ils doivent reproduire :

- **les boomers ou woofers** à grand diamètre (12 "- 30 cm, 15"- 38 cm, 18"- 46 cm) pour la restitution des fréquences basses. Cet HP ne peut pas reproduire les fréquences aiguës ; la membrane est trop rigide pour vibrer rapidement.
- **les médiums** de diamètre plus petit, spécialisés dans la reproduction des fréquences médiums (8 à 20 cm).
- **les tweeters** ou moteurs d'aigus chargés de la reproduction des aigus. La membrane doit être légère et fine pour pouvoir vibrer rapidement (4000 à 20000 Hz).



// HAUT-PARLEUR

Caractéristiques techniques du haut-parleur

On les trouve sur la fiche technique fournie par le constructeur :

Bande passante

Plage de fréquences qu'il est capable de restituer avec une certaine tolérance (en général + ou - 3dB)

Exemple : 50 Hz à 16 kHz 3 dB

Puissance admissible

La **puissance admissible** s'exprime en Watts. En principe, la fiche de caractéristiques du haut-parleur distingue les Watts **RMS** – puissance supportée à long terme et Watts **PEAK** – puissance instantanée sur une très courte **période**. Au-delà de cette puissance admissible, le haut-parleur se détruira.

Rendement

Faculté de transformer la puissance électrique en pression acoustique (il dépend des composants utilisés et de sa technique de fabrication). Une enceinte avec un rendement important délivrera davantage de pression acoustique à puissance égale qu'une enceinte à faible rendement).

Le rendement s'exprime en dB spl (dB acoustiques) pour 1 **Watt** mesuré à 1 mètre.

Exemple : 98dB/1W/1m.

// RAPPEL // 1 HP pouvant délivrer 130 dB équivaut à 2 HP de 127 dB.

On peut donc diminuer le nombre de HP à installer pour une même puissance acoustique en utilisant des HP à meilleur rendement. **Gain** de temps à l'installation, de place, de coût...

Couverture angulaire

Comment le HP diffuse dans le plan horizontal et vertical par rapport à son axe ?

Exemple : 60°H / 40° V.

Ces données sont surtout valables pour le médium et l'aigu ; les fréquences basses étant quasi omnidirectionnelles. Le choix d'un HP pour la sonorisation d'un lieu dépendra, pour une grande partie, de sa couverture angulaire.

Impédance

C'est la résistance de la bobine du HP additionnée à l'impédance due aux mouvements de la bobine dans un champ magnétique permanent. Elle s'exprime en **Ohms (Ω)**. On en tiendra compte lorsque l'on raccordera le ou les HP à l'ampli. L'impédance habituelle des HP est de 4, 8 ou 16 **Ohms**.



// ENCEINTE

Les enceintes

L'enceinte est un ensemble composé d'une boîte et de haut-parleurs. Il existe plusieurs types d'enceintes :

- **Les enceintes large bande** ne sont constituées que d'un seul haut-parleur qui couvre la quasi-totalité de la bande audible, excepté les extrémités du **spectre** (extrême, grave et aigu) qui sont atténuées. On les destine à des usages où une bonne qualité de reproduction n'est pas nécessaire (**public d'adresse**, HP équipant certains postes de radio, **amplificateurs** de guitare...)

- **Les enceintes passives à deux ou trois voies** sont alimentées par un seul amplificateur ; les différents composants de l'enceinte reçoivent chacun la plage de **fréquences** qu'ils peuvent restituer par l'utilisation d'un filtre passif intégré. Le **boomer** reçoit les fréquences graves ; le médium, les fréquences médiums et le tweeter uniquement les fréquences aiguës. Ces enceintes ont généralement un rendement moindre dû au **filtre** séparateur qui est aussi consommateur d'énergie. De ce fait, pour des puissances plus importantes, on préférera des enceintes dites actives.

Avantages : coût moindre, ne nécessite qu'un amplificateur, câblage simplifié.

Inconvénients : rendement moins bon.

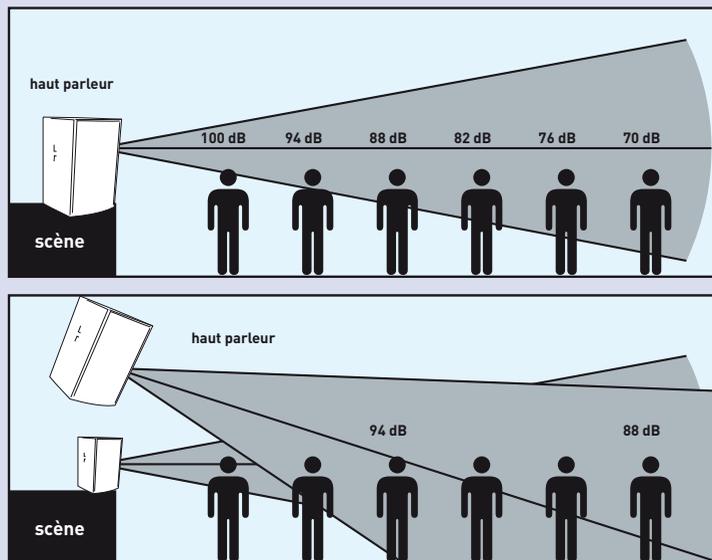
- **Les enceintes passives processées :** on améliore la **courbe de réponse** et on protège les haut-parleurs composant l'enceinte par un processeur électronique (généralement développé par le fabricant d'enceintes) inséré avant l'amplificateur. Ce filtre effectue une égalisation sophistiquée ainsi qu'une limitation. Si en plus on analyse le **signal** sortant de l'amplificateur et/ou si on mesure la température du HP, on parle d'enceintes **asservies**.

- **Les enceintes actives** sont composées de plusieurs HP adaptés aux fréquences à transmettre mais alimentés chacun par un amplificateur. Chaque amplificateur ne reçoit que la plage de fréquences que son HP doit restituer. On utilise alors en amont un filtre qui divise l'ensemble du spectre audio (20 - 20 000 Hz) en plusieurs bandes (voies).

Exemple :

- **SUB BASSES** de 20 à 80 Hz
- **BASSES** de 80 à 250 Hz
- **MEDIUMS** de 250 à 3 KHz
- **AIGUS** de 3 à 18 kHz

Avantages : meilleur rendement sur toute la **bande passante**. Egalisation des HP, protection des composants par un **limiteur**, **remise en phase** des différents HP dans l'enceinte sont effectuées par le **filtre** numérique.



// EXEMPLES D'INSTALLATION



// ENCEINTES

Inconvénients : coût plus élevé par la mise en œuvre de trois ou quatre amplificateurs et d'un filtre séparateur externe.

- **Les enceintes de retour de scène ou bords de scène (wedge, en anglais)** ont une ébénisterie adaptée à leur positionnement sur scène, devant l'instrumentiste. Là aussi, on trouve des dizaines de modèles avec des diamètres de **boomer** plus ou moins grands et des pavillons d'aigus à dispersion plus ou moins sophistiqués. Généralement passives, on trouve quelques modèles actifs ou auto-amplifiés.

- **Les enceintes auto-amplifiées :** pour simplifier la location et éviter de lourds racks d'amplificateurs, on trouve de plus en plus de fabricants qui développent des enceintes où l'amplification est intégrée. Plus de problème de câble HP, il suffit d'amener à l'enceinte amplifiée une alimentation électrique ainsi que la modulation qu'elle doit reproduire.

Avantages : pas d'amplificateur ni câblage, tout est intégré.

Inconvénients : restitution et tenue en puissance moins bonnes, dues à certains compromis sur l'amplification. Poids plus important.

Pratique

Comment et où installer des enceintes ?

Rappel de quelques notions :

Chaque fois que l'on double la distance entre une source (HP) et un auditeur, on perd 6 dB (un peu moins lorsqu'on se trouve en intérieur).

L'**intelligibilité** est donnée par les **fréquences** aigües.

Les aigus s'atténuent plus rapidement que les basses.

Les basses rayonnent de manière omnidirectionnelle.

Les enceintes diffusent le son (surtout le médium / aigu qui nous intéresse pour une bonne intelligibilité) selon une certaine **couverture** angulaire horizontale et verticale.

Exemple d'installation :

Le public est installé sur le parterre et les enceintes (couverture 90°H x 40°V) sont posées sur scène. On constate que le public des premiers rangs reçoit beaucoup plus de pression acoustique que les derniers. La couverture n'est pas homogène. L'énergie au-dessus de l'axe est perdue. Les tout premiers rangs ne sont pas couverts par les aigus.

Si on suspend l'enceinte, on diminue la différence de distance entre les premières et les

dernières personnes couvertes par l'enceinte. La couverture est plus régulière. L'énergie supérieure à l'axe est utile. Les tout premiers rangs ne sont toujours pas couverts. Il faut installer des petites enceintes supplémentaires pour combler ce trou dans la couverture.

Peut-on brancher plusieurs enceintes sur un même canal d'amplificateur ?

Cela dépendra de l'**impédance** des enceintes et de l'**impédance minimum** acceptée par l'**amplificateur** : Les enceintes font généralement 4, 8 ou 16 **Ohms**. Les amplificateurs actuels travaillent sur des charges allant jusqu'à 4, voire 2 Ohms.

Deux enceintes de 300 Watts sous 8 Ohms branchées en parallèle sur un canal d'ampli (les + des 2 HP sur les + de l'ampli, les - sur les - de l'ampli) deviennent une nouvelle enceinte de 600 Watts, mais d'impédance réduite à 4 Ohms.

Les amplificateurs produisent généralement une puissance quasiment double lorsqu'on divise par deux l'impédance de charge. Un ampli délivrera par exemple 300 Watts sous 8 Ohms, et 600 Watts sous 4 Ohms. L'intérêt d'utiliser des amplificateurs acceptant des impédances de l'ordre de 2 Ohms permettant de raccorder trois enceintes sur un même canal d'ampli

(selon l'impédance des HP) est économique, mais permet également un **gain** de poids et de place. Par contre s'il tombe en panne, c'est un ensemble de trois enceintes qui deviendront muettes.

Impédance de 3 HP de 8 Ohms branchés en parallèle : $1/8 + 1/8 + 1/8 = 1/0.375$ soit 2,66 Ohms.

Un amplificateur pouvant travailler jusqu'à 2 Ohms pourra alimenter nos 3 HP.

// RAPPEL // une enceinte + une autre enceinte = + 3dB SPL

Formule de calcul pour déterminer l'impédance résultante lorsque l'on branche plusieurs HP en parallèle

R est l'impédance d'une enceinte en Ohms.
R* est l'impédance obtenue.

$$R^* = \frac{1}{(1/R + 1/R)}$$

soit pour **R = 8 Ohms**,

$$R^* = \frac{1}{(1/8 + 1/8)} = \frac{1}{0,125 + 0,125} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ Ohms}$$

2. Câblage et connecteurs, liaisons audio et polarité



// XLR



// JACK

Dans quel ordre allumer et éteindre les équipements de sonorisation ?

Pour éviter les gros "clacs" dans les enceintes (ce qui finit par les détériorer...) :

À l'allumage, on alimente tous les équipements (console, périphériques...) avant les amplificateurs.

À l'extinction, on commence par éteindre les amplificateurs, avant les autres équipements.

Les différents niveaux électriques

Dans la chaîne électroacoustique, il existe des signaux de toutes amplitudes :

Les petits niveaux électriques de l'audio

Le microphone, premier élément de la chaîne, produit un tout petit signal électrique qui doit être véhiculé dans les meilleures conditions jusqu'à notre console de mixage par un câble qui peut atteindre 100 m sur certaines installations, voire davantage.

Des parasites de toutes sortes (parasites électriques, radio fréquences...) sont présents dans l'atmosphère et notre faible signal doit en être protégé.

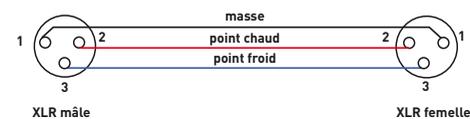
Pour ce faire, nous utiliserons une liaison symétrique réalisée par un câble blindé à 2 fils constitué de deux conducteurs totalement identiques (donc symétriques), isolés et torsadés, et d'un blindage (nappe de fils torsadés ou tressés, feuille d'aluminium, gaine en matière plastique).

Chacun sera utilisé pour faire passer le signal : l'un pour l'aller (+), l'autre pour le retour (-). Le blindage joue un rôle protecteur en constituant un écran qui empêche les parasites de s'ajouter au signal. Il est connecté à la masse de la console (1).

Mais si des parasites apparaissent malgré tout sur notre câble, ils sont parfaitement identiques puisque notre câble est symétrique (les deux câbles recevant les mêmes parasites).

Comme le circuit d'entrée de la console calcule la différence, les deux signaux S de notre micro s'additionnent ($S + \text{moins } S = 2S$) et les parasites P identiques s'annulent ($P + \text{moins } P = 0$).

On utilise un connecteur de type XLR femelle pour recevoir la modulation micro et un connecteur de type XLR mâle pour entrer la modulation dans la table.



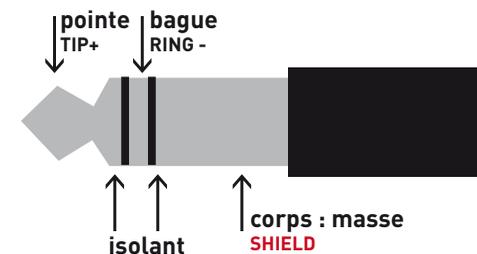
// SCHÉMA DE CÂBLAGE D'UN CÂBLE XLR SYMÉTRIQUE BLINDÉ

Les niveaux électriques moyens

Ce sont les signaux pré-amplifiés de la console de mixage, ceux des lecteurs type CD, K7, Mini disc, magnétophone, des instruments de musique électriques...

• Sur de longues et moyennes distances, la liaison devra être symétrique blindée (2 conducteurs identiques + blindage).

On peut utiliser tous types de connecteurs à trois contacts : XLR, jack stéréo...



// ATTENTION // si le signal que l'on doit véhiculer (synthétiseur, guitare, lecteur CD...) est asymétrique (sorties cinch, jack mono, ou même XLR), il faut symétriser la liaison à l'aide d'une boîte de direct active ou passive.

• Sur de courtes distances, quelques mètres au maximum, la liaison peut être asymétrique.



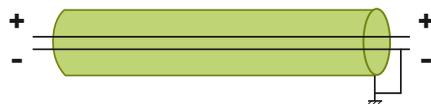
// FICHES CINCH OU RCA

On utilise alors un **câble coaxial** à 1 conducteur (relié au point chaud) et un blindage qui véhiculera le point froid du signal. Généralement, le connecteur à deux contacts de la liaison asymétrique est le jack mono ou la fiche **cinch** (ou RCA).

Les liaisons **asymétriques** sont relativement sensibles aux champs électromagnétiques. Ses deux conducteurs ne sont pas identiques : l'un est un câble assez fin à fils torsadés ; l'autre une gaine tressée ou une feuille d'aluminium et un fil dénudé qui assure la continuité.

Un champ électromagnétique parasite peut apparaître sur le trajet du câble. La tension parasite produite n'est pas la même sur chacun des conducteurs du fait de la différence de géométrie du **blindage** et de **l'âme**. Plus le câble sera long, plus importante sera la tension parasite.

On peut améliorer la liaison asymétrique en utilisant un **câble symétrique blindé** où l'on connectera les deux fils au + et - du **signal**. La masse sera connectée au point froid mais seulement à l'une de ses extrémités. Aucun courant ne circule dans le blindage qui joue tout de même son rôle d'écran.



// MULTIPAIRES

Les niveaux électriques importants

Ce sont ceux que l'on trouve après l'**amplificateur** pour alimenter les **enceintes acoustiques**. Ici, plus de problème de protection contre les parasites, notre signal est puissant.

Par contre, il faut limiter au maximum la perte de puissance dans le câble qui devra être de forte section et le plus court possible.

On veillera à approcher les racks d'amplis des hauts parleurs pour réduire la longueur de câble alimentant les HP.

On utilise plusieurs types de connecteurs selon le type d'enceinte à raccorder (**jack**, **XLR**...) mais la norme européenne demande à ce qu'il soit impossible de toucher les connecteurs dès lors que la tension est supérieure à 25 Volts **alternatif** (soit 75 Watts sous 8 Ohms, 156 Watts sous 4 Ohms).

Le connecteur **Speakon** permet des liaisons haut-parleurs à quatre ou huit points de contact sans risquer un contact accidentel. C'est pourquoi on le trouve de plus en plus fréquemment sur les enceintes et les amplis.

// ATTENTION //

Bien vérifier les connecteurs que l'on réalise ; les rallonges doivent être "transparentes" : le câble n°1 de la rallonge mâle sur le 1 de la rallonge femelle, le n°2 sur le 2, etc.. Une erreur est vite arrivée, même chez les techniciens les plus avertis !

Les multipaires

Afin d'éviter la mise en œuvre d'un trop grand nombre de câbles, on utilise un **multipaire** qui rassemble une quantité importante de conducteurs par paires, dans une même gaine.

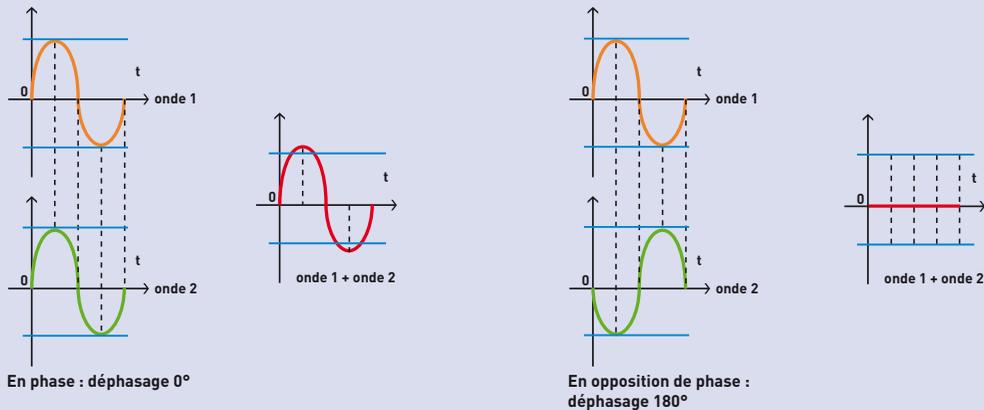
Aux extrémités, on trouve souvent une boîte numérotée ou un **épanoui** où chaque connecteur reçoit ses trois câbles gainés séparément.

On imagine aisément le gain de temps et la facilité d'installation.

Ces multipaires existent pour les modulations audio ou HP.

La section et de nombre de câbles varient selon l'utilisation que l'on en fait.

Les connecteurs multiples Harting, Socapex, Speakon... permettent de réaliser de nombreuses connections en un tour de main. Ce sont les connecteurs des multipaires pour signaux audio ou HP !



// QUE SE PASSE-T-IL LORSQUE LA POLARITÉ OU PHASE N'EST PAS RESPECTÉE ?

Polarité et phase

Les connecteurs d'entrée et de sortie d'une console, d'un **amplificateur**, d'une enceinte, d'un microphone, d'un haut-parleur... sont repérés et indiquent le point chaud + et le point froid -. Le **signal** audio est un signal **alternatif** qui passe successivement par des valeurs positives, puis négatives. A priori, il n'y aurait pas de raison de nommer l'un + et l'autre -, mais pour le respect de la phase relative entre plusieurs appareils ou HP, ce repérage est indispensable !

S'il n'y a qu'un microphone et une enceinte, pas de problème, la phase est sans importance ; mais dès qu'il y a plusieurs haut-parleurs et plusieurs microphones, la phase doit être respectée : les membranes des haut-parleurs doivent se déplacer dans le même sens et deux micros placés l'un à côté de l'autre doivent produire une augmentation de puissance lorsqu'on les additionne.

On veillera à vérifier la phase des enceintes avant tout travail.

On peut utiliser un signal test où les deux canaux sont "en phase" et un autre où ils sont "hors-phase". On peut également réaliser ce test avec un signal musical quelconque.

Si les deux enceintes sont en phase, le son paraît venir d'un point situé au milieu de celles-ci.

Si une enceinte est hors-phase par rapport à l'autre, le son semble sortir des côtés des haut-parleurs ; un désagrément apparaît à l'écoute et il n'y a plus grand chose au centre de l'écoute stéréophonique. On perd sensiblement les basses fréquences.

Une écoute prolongée d'un tel système provoque une gêne réelle due au fait que nos oreilles reçoivent quasi simultanément un signal en et hors phase.

Il suffit d'inverser la polarité d'une enceinte pour rétablir la phase.

En sonorisation, on utilise généralement un raccord **XLR/XLR** spécialement câblé en hors-phase que l'on insère entre la table et l'amplificateur pour renverser la phase si l'on constate une anomalie.

Lorsqu'on utilise plusieurs microphones pour capter une même source, il faut également veiller à respecter la polarité des microphones.

On parle dans deux microphones placés côte à côte ; lorsqu'on les additionne (mélange à des valeurs identiques) sur notre table de mixage, la modulation doit être plus forte, s'ils sont en phase. S'ils sont hors-phase l'un par rapport à l'autre, le signal est moins fort (voire totalement annulé par opposition de phase) on manque considérablement de graves.



Alimentation électrique

Principes

On trouve (ou on amènera) une arrivée générale du courant destiné aux équipements de sonorisation à proximité de la scène.

Suivant la puissance nécessaire, on utilisera 16, 32, 63 voire 125 **Ampères** triphasés pour connecter un coffret de distribution et de protection qui devra être muni d'un interrupteur différentiel calibré à 0,03 Ampères, soit 30 milliampères, pour la protection des personnes en contact avec nos équipements de sonorisation. La mesure au Voltmètre doit donner entre 220 et 240 Volts entre **phase** et neutre, idem entre phase et terre et 0 **Volt** entre neutre et terre.

Puis on distribue le courant aux **amplificateurs** en veillant à répartir la puissance sur les 3 phases disponibles, à la console en salle, à la console destinée aux retours de scène, aux musiciens sur scène.

On utilisera au minimum du câble de 2,5 mm², voire 4 ou 6 mm² selon la puissance et la longueur.

En cas de problème de parasites importants dus aux gradateurs lumière :

- on essaiera de se raccorder à une autre **alimentation** dans le bâtiment.
- on utilisera un **transformateur** d'isolation secteur pour alimenter l'ensemble des équipements de sonorisation. Ce transformateur reçoit le courant de l'alimentation générale, le **filtre** et restitue un nouveau courant. Ceci doit permettre de solutionner ou réduire de manière importante les problèmes de **ronflements**.



Boucle de masse et problèmes de ronflette

Les boucles de **masse** génèrent des **ronflements** audibles dans notre système de sonorisation. Elles sont souvent provoquées par les câbles de liaison.

Lorsque nous installons un système de sonorisation, les différents appareils mis en œuvre (amplificateurs, table de mixage, **périphériques** audio...) possèdent un câble secteur avec prise CEI à trois conducteurs : deux pour le courant (**phase** et neutre) et un pour la connexion de terre obligatoire pour la sécurité de l'installation et des personnes. Cette terre est connectée aux **châssis** de nos appareils. Par ailleurs, leurs entrées et leurs sorties, lorsqu'elles sont **asymétriques**, ont une connexion avec la masse électrique, point commun de l'**alimentation** basse tension qui sert de référence pour toutes les tensions audio. Cette masse électrique est en général reliée au châssis de l'appareil en un point qui doit être unique.

Lorsque nous connectons nos appareils, il se produit une double liaison entre les masses des appareils par la terre du câble secteur et par le **blindage** des conducteurs audio. Cette double liaison à la terre crée une boucle de masse,

source de perturbations dans nos équipements, car des courants circulent dans les châssis et produisent des tensions qui s'ajoutent aux tensions audio ce qui provoque un ronflement, un bruit de fond.

Solutions

- Utiliser des appareils à connexions **symétriques**.
- Utiliser un **amplificateur** équipé d'un interrupteur séparant la masse électrique de celle du châssis. L'amplificateur reste relié à la terre par le câble d'alimentation secteur, tandis que la continuité des masses électriques est assurée par le blindage du câble audio. Une autre solution consiste à supprimer la boucle de masse en insérant dans la liaison audio, entre la console et les amplis, un adaptateur **XLR mâle/XLR femelle** où la masse n'est pas connectée à l'une des extrémités.
- Utiliser un **transformateur** d'isolation de lignes. (**Splitter**)

NB // Il sera souvent difficile de déterminer quelle est la connexion qui provoque la boucle de masse. Il faudra débrancher et rebrancher appareil après appareil afin de trouver quel équipement ou quelle liaison est en cause.

On coupera la boucle de masse sur la modulation à l'aide d'éventuels interrupteurs (**earth-lift**) équipant ces appareils ou à l'aide d'un raccord audio dont la masse n'est pas connectée d'un côté ; ou encore, et ce en dernier recours, la connexion de terre secteur de cet appareil.

// IMPORTANT // La suppression de la terre secteur sur un appareil peut éliminer ou réduire considérablement la ronflette, signe que la boucle de masse a été interrompue. Mais il faut être sûr de ne pas supprimer la protection pour d'évidentes raisons de sécurité des personnes. (Chercher d'autres moyens : par exemple, la coupure de masse audio sur les câblages...)

Autre exemple de boucle de masse

Un musicien branche sa guitare via une boîte de direct (**Di Box**) reliée à la console de mixage ainsi qu'à son amplificateur situé sur scène. Les équipements audio (table de mixage, amplis...) sont eux aussi connectés à la terre par leur cordon d'alimentation.

Le câble de modulation audio XLR reliant la console au boîtier de direct réunit les masses de l'ensemble sono/musicien : une boucle de masse vient de se créer que l'on peut rompre à l'aide d'un interrupteur dénommé "earth-lift" (lève-terre) prévu à cet effet sur cet appareil. La ronflette disparaît.

Lignes graduées des éclairages et modulations son

Les liaisons audio symétriques protègent relativement bien des parasites les faibles niveaux de nos microphones, mais il faut néanmoins éviter qu'elles longent les lignes électriques graduées (projecteurs sur scène par exemple.) Si on ne peut pas faire autrement, on croisera les câbles lumières et son sur la plus courte distance possible.

lignes son

lignes lumières

A l'installation, on veillera à bien séparer les passages de câbles : on placera, par exemple, les gradateurs lumière à jardin et les équipements son à cour.

NB // Les câbles HP où circule une tension relativement élevée, ne sont pas perturbés par les lignes électriques graduées des projecteurs.

3. Dossiers techniques

SCHÉMA A : FILTRE PASSE-BAS

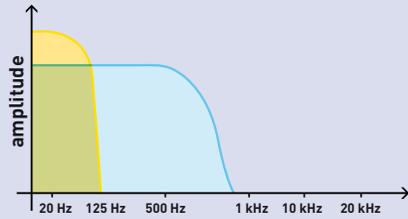


SCHÉMA C : FILTRE PASSE-BANDE

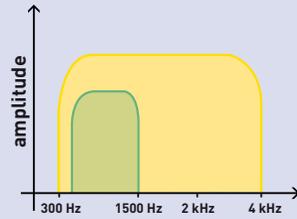


SCHÉMA B : FILTRE PASSE-HAUT

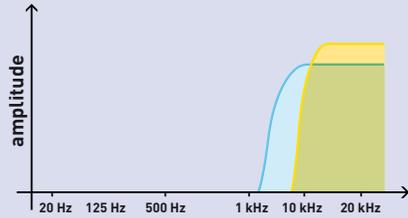
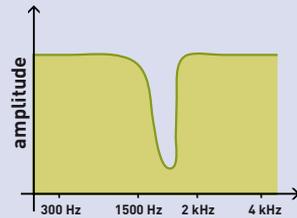


SCHÉMA D : FILTRE COUPE-BANDE



Filtres et correcteurs

Les filtres

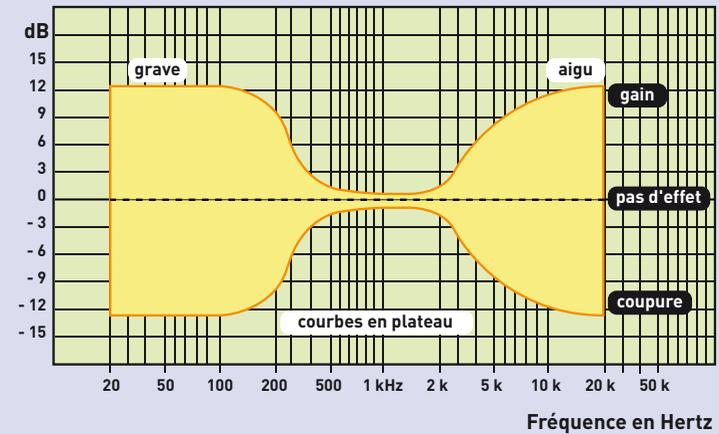
Le **filtre** est un **amplificateur** spécifique qui agit sur les **fréquences**.

Il sert à supprimer certaines plages de fréquences. On l'utilise pour diviser la modulation en plusieurs bandes de fréquences (cas d'une amplification active à 3 ou 4 bandes) ou pour ne laisser passer, et ce d'une façon plus efficace qu'avec un égaliseur, que certaines plages de fréquences.

On distingue 4 types de filtres :

- le filtre **passse-bas** (hi cut) ne laisse passer que les fréquences basses (**schéma A**)
- le filtre **passse-haut** (low cut) ne laisse passer que les fréquences aiguës (**schéma B**)
- le filtre **passse-bande** ne laisse passer que les fréquences comprises entre 2 limites (**schéma C**)
- le filtre coupe-bande (band reject) laisse passer toutes les fréquences à l'exception de celles situées autour d'une certaine fréquence (**schéma D**)

La/les fréquence(s) d'action et la largeur de bande (**bandwith**) des filtres sont fixes ou sélectionnables selon les modèles.



Les correcteurs ou égalisateurs

On les utilise pour améliorer ou transformer la couleur sonore d'un instrument isolé ou d'un mixage complet, mais aussi pour corriger les défauts d'une salle, réduire les **Larsen**...

L'égaliseur à plateau hi shelf ou low shelf

On l'utilise souvent pour les extrémités du **spectre** (aigus et graves).

Il n'agit que sur les fréquences extrêmes de la bande audio. On atténue ou augmente toutes les fréquences supérieures ou inférieures à sa valeur selon qu'on se trouve en présence d'un correcteur de graves ou d'aigus. Il n'y a qu'un **potentiomètre** de **gain** ; la fréquence modifiée est fixée lors de sa fabrication. Sur certains modèles de tables de mixage, on peut trouver un potentiomètre permettant de choisir la fréquence d'action du correcteur.

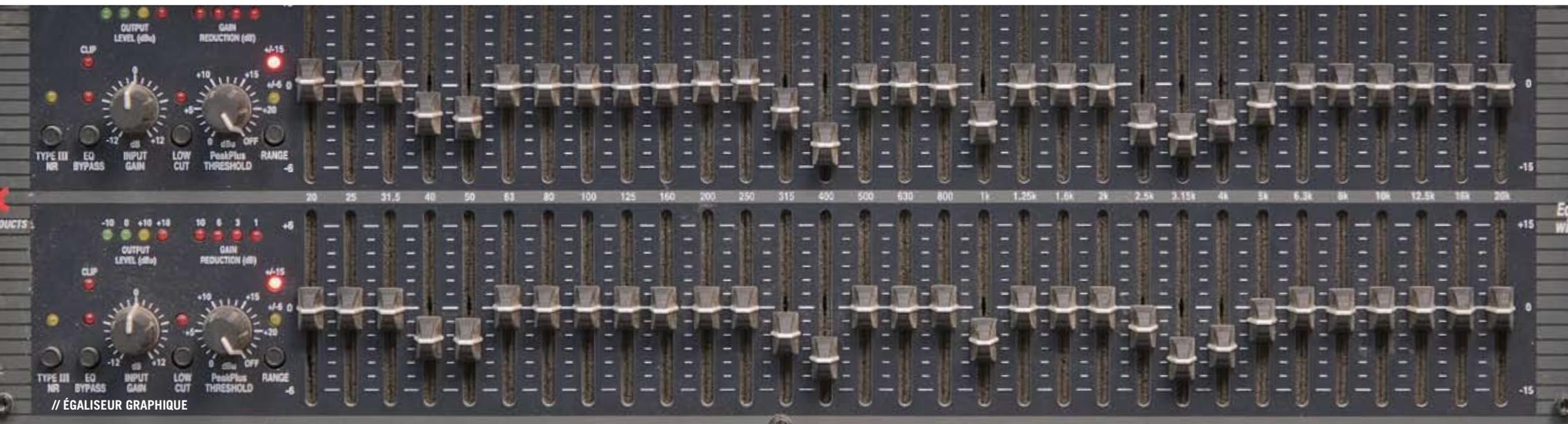
L'égaliseur paramétrique

C'est le plus complet : on peut intervenir sur tous les paramètres.

Il se compose :

- d'un potentiomètre de gain ou réduction (+/- 12dB).
 - d'un potentiomètre pour choisir la fréquence centrale
 - d'un potentiomètre qui règle la largeur d'action du filtre autour de la fréquence centrale (de 0,1 à 2 **octaves**) appelée également "Q".
- Lorsqu'il manque le potentiomètre de largeur d'action, le constructeur a fixé une valeur d'action du filtre (0,5 octave par exemple pour un filtre assez serré).

On l'appelle alors égaliseur semi-paramétrique.



... Truc du jour

pour trouver la fréquence à réduire sur un son par exemple, on augmente le gain du filtre puis on déplace la fréquence avec le potentiomètre dédié jusqu'à entendre exagérément cette fréquence. Il suffit alors de réduire le gain ; nous agissons alors sur la fréquence exacte qui occasionnait la gêne. Pour l'oreille, il est plus aisé de trouver la fréquence gênante en l'augmentant. Sur les consoles milieu de gamme, on trouve généralement un égaliseur à plateau pour les extrémités du spectre (graves et aigus) ainsi que 2 égaliseurs semi-paramétriques pour le bas-médium et le médium-aigu. Sur les consoles haut de gamme, on dispose de 4 correcteurs paramétriques balayant l'ensemble du spectre avec recouvrement des fréquences d'action : on peut par exemple, augmenter à 200 hertz avec un correcteur et couper à 250 hertz avec un autre correcteur paramétrique.

L'égaliseur graphique

(représentation en forme de graphique de ses curseurs). La bande audio est divisée en un certain nombre de bandes de fréquences. Le plus simple est l'égaliseur à 2 ou 3 bandes (grave, médium, aigu) que l'on trouve sur nos chaînes hifi domestiques ou nos amplis pour instruments. Puis, on trouve certains appareils équipés d'un égaliseur à 6, 8 ou 15 bandes.

Les égaliseurs utilisés sur scène ou en studio doivent permettre des réglages très précis et proposent 31 bandes de fréquences normalisées :

20 Hz - 25 - 31 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 315 - 400 - 500 - 630 - 800 Hz - 1 kHz

- 1,2 - 1,6 - 2 - 2,5 - 3,15 - 4 - 5 - 6,3 - 8 - 10 - 12,5 - 16 - 20 kHz.

On a divisé les 10 octaves représentant les fréquences audibles par l'homme en 1/3 d'octave. Chaque curseur travaille sur 3 notes.

Utilisations de l'égaliseur graphique

L'égaliseur graphique permet :

- d'éliminer des résonances dues à l'acoustique de la salle. On réduit volontairement l'amplification des fréquences gênantes et de ce fait la réaction acoustique de la salle.
- d'améliorer légèrement la courbe de réponse des enceintes.
- de traiter directement par une égalisation l'ensemble d'un mixage musical.
- de réduire le Larsen et d'éliminer les fréquences sensibles.

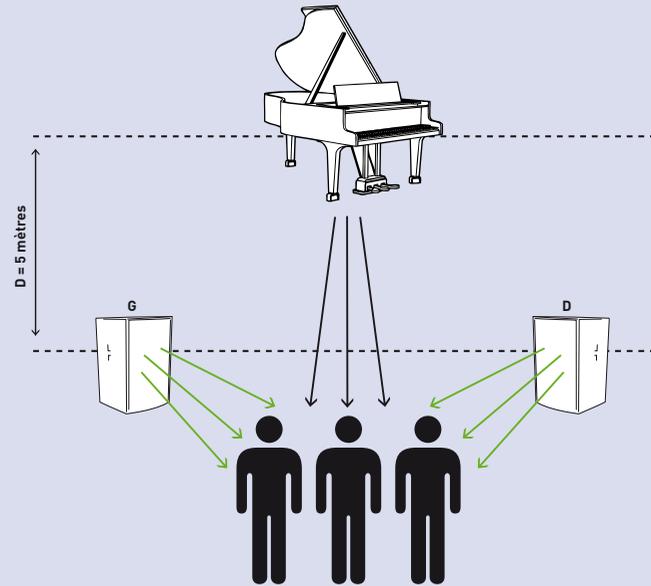
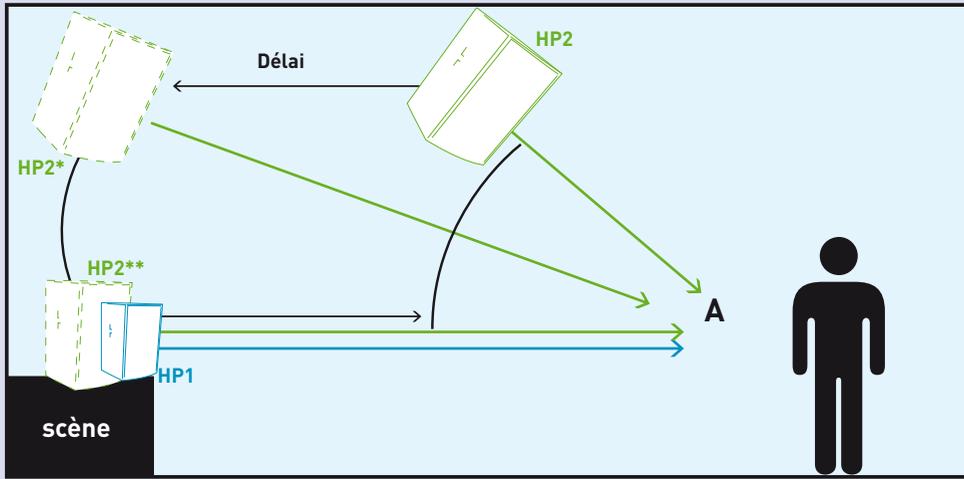
Généralement, on le place dans la chaîne électroacoustique entre une sortie de la console de mixage et l'amplificateur. On utilise un égaliseur pour traiter les enceintes de diffusion public mais aussi pour corriger les retours de scène et faire reculer les risques d'accrochages acoustiques dus à la proximité des micros par rapport aux haut-parleurs, et à leur fort volume d'amplification demandé par les musiciens.

Lorsque l'on utilise une console spécifique qui gère les retours de scène, les égaliseurs graphiques sont insérés au niveau de la console, avant les généraux de sorties grâce au point d'insert, de manière à ce que le technicien

puisse entendre - en AFL dans son retour de scène d'écoute personnelle - les corrections apportées à chaque enceinte correspondant à tel ou tel musicien. Il pourra mieux juger du mixage et du timbre qu'il leur adresse.

... Truc du jour

il est indispensable de corriger la courbe de réponse d'un système sono/salle en réduisant les fréquences graves et bas-médiums existantes en excès et amplifiées par l'acoustique de la salle (ce qui provoque un effet de masque), plutôt que de vouloir systématiquement augmenter les fréquences aiguës.



Effet Haas ou effet de précedence

// RAPPEL // le son se propage dans l'air à 340 m par seconde. Il met environ 3 milli-secondes pour parcourir 1 mètre.

A la fin des années 40, Helmut Haas définit la loi du premier front d'ondes : La localisation d'une source est donnée dans la direction d'où provient le son qui arrive en premier à l'oreille (son direct), même si le son retardé (celui ou ceux qui arrivent après lui) a une intensité supérieure au son direct de 6 à 10 dB. Il en est de même pour la sensation de qualité du son qui est donnée par la source arrivant à l'oreille en premier (les HP de rappels peuvent être de moins bonne qualité s'ils sont retardés correctement).

Explication

Nous avons 2 HP pour sonoriser la salle, HP1 sur scène et HP2 suspendu :
Si on envoie la même modulation aux 2 HP, l'origine du son pour l'auditeur A vient du HP2 qui lui est le plus proche. Ensuite c'est le son du HP1 qui arrive, créant une répétition.
En appliquant un retard (délai) à l'ampli du HP2 correspondant à la différence de distance entre HP1 et HP2, on va virtuellement l'amener en HP2*, sur le même plan que HP1. (ex. pour D =

10m ; le retard sera 10×3 , soit 30 ms)
L'auditeur entend les 2 HP en même temps et localise une source imaginaire quelque part entre les 2 enceintes.
En augmentant de quelques ms, le retard appliqué au HP2, l'image se déplace vers le bas (HP2**) : c'est maintenant le HP1 qui arrive en premier aux oreilles de l'auditeur.

Exemple et autre application possible du principe de l'effet Haas :

Nous sonorisons le piano dans nos enceintes G (gauche) et D (droite), avec un gain inférieur à 10 dB par rapport au son acoustique. Sans retard, la localisation du son est donnée par les HP qui sont plus proches des auditeurs et dont le son arrive en premier.

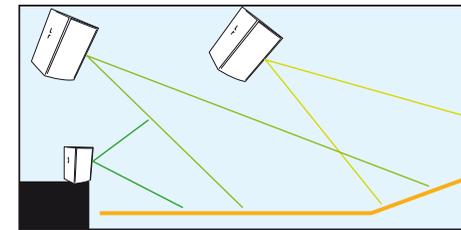
Lorsque nous leur appliquons un retard correspondant à $5 \text{ m} \times 3 \text{ m/s}$, soit 15 ms ou légèrement davantage, c'est le son direct du piano suivi de celui des HP qui arrivera sur les auditeurs. L'origine du son vient du piano et les HP semblent disparaître.

La sonorisation devient très discrète et le rendu final est plus naturel.

NB // Si l'amplification est supérieure à 10 dB spl, l'effet ne fonctionnera pas, et l'origine du son viendra toujours des HP qui masquent le son acoustique du piano.

La ligne à retard et rappels décalés

Par souci d'homogénéité dans la **couverture** sonore, nous sommes souvent amenés à installer plusieurs enceintes de diffusion pour couvrir correctement l'auditoire dans une salle de spectacle (ou en plein-air). Chaque HP sera destiné à une partie de la salle.



Le son se propageant à 340 m/s dans l'air, il est indispensable de recaler temporellement les HP installés comme nous l'avons évoqué précédemment.

Dans cet exemple, les HP de la scène seront notre référence temporelle. Les HP suspendus en salle devront être retardés afin que l'on n'entende plus qu'une seule source venant de la scène au lieu de plusieurs sources faisant écho. La ligne à retard ou délai numérique permet d'emmagasiner le **signal** qu'on lui envoie, pour

le restituer plus tard.

Cet appareil possède généralement 2 entrées (G + D) et de 2 à 6 sorties permettant de réaliser jusqu'à 3 lignes stéréophoniques de HP décalés.

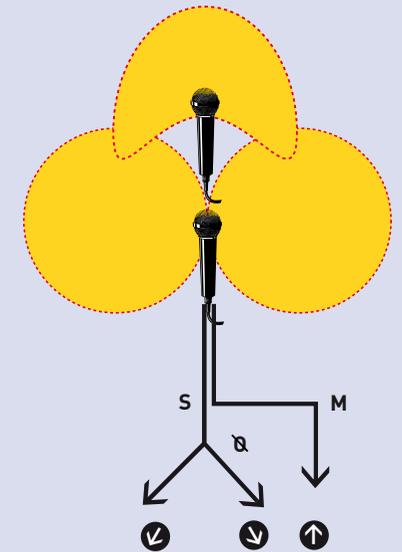
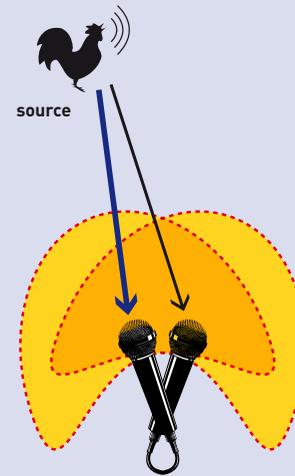
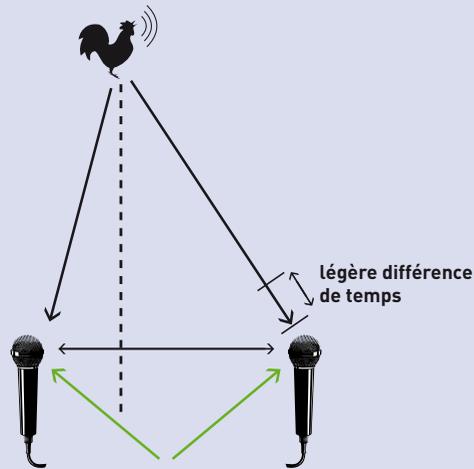
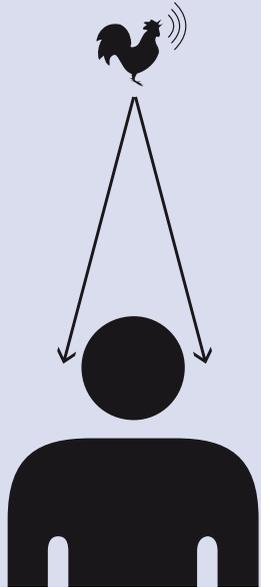
L'affichage du retard peut se faire généralement en Mètres, Inches ou Milli-secondes.

Imaginons que les HP suspendus à proximité de la scène soient à 6 m du bord de scène ; que ceux au-dessus des gradins soient à 22 mètres. Quels seraient les retards à appliquer aux 2 lignes de HP ?

Pour les HP proches de la scène :
 $6 \times 3 = 18 \text{ ms}$
Pour les HP au-dessus des gradins :
 $22 \times 3 = 66 \text{ ms}$.

Ces valeurs sont théoriques et servent de base de travail.

NB // L'utilisation de logiciels informatiques pour définir les temps de retard est préconisée, mais on peut également effectuer ces réglages de délais à l'oreille, en diffusant un son bref et percussif (ex. métronome) qui favorisera la perception de l'origine des sources sonores.



Prise son stéréo par couple de micros

La stéréophonie nous permet de localiser une source sonore dans l'espace. Le son touche d'abord l'oreille droite, puis l'autre. Cette légère différence de temps est suffisante à notre cerveau pour déterminer la direction d'où vient la source sonore.

La prise de son stéréophonique par couple de microphones tend à reproduire de manière fidèle et naturelle la perception de l'homme contrairement au mixage de plusieurs sources monophoniques, que l'on place dans l'espace à l'aide du **panoramique** de la console.

Dans ce cas, c'est l'ingénieur du son qui construit l'espace stéréophonique.

La prise de son stéréo par couple nécessite l'utilisation de deux micros et de deux haut-parleurs ; chaque micro alimente un HP.

Nous distinguons deux principes de prise de son par couples :

- la stéréo de phase
- la stéréo d'intensité.

Stéréo de phase

• Procédé AB

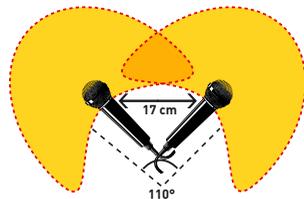
Il met en valeur les différences de temps très courtes (modifiant la phase) que met la source sonore à toucher les deux micros (puis les deux oreilles).

On fait varier l'angle et l'écartement des micros **cardioïdes** suivant la largeur de la source et de l'espace recherché. Si l'angle est très ouvert, nous obtenons une bonne localisation G/D, mais moins dans la profondeur.

• Couple AB - ORTF

Il a été mis au point par l'ORTF et porte son nom. On utilise deux micros cardioïdes écartés de 17 cm avec un angle de 110°. Ces valeurs s'approchent de la distance qui sépare les deux oreilles.

Cette technique reproduit assez fidèlement la perception humaine.



Stéréo d'intensité

• Couple XY

Les capsules des micros sont coïncidentes et mettent en valeur la différence d'intensité (volume sonore) entre les deux microphones.

Lorsque la source est à gauche, c'est le micro de droite (dirigé vers la gauche) qui reçoit l'intensité la plus grande. On fait varier l'angle ainsi que l'écartement des capsules pour élargir ou resserrer l'espace stéréo. Cette technique est utilisée de préférence pour la prise de son de petits ensembles ou d'instruments de grandes tailles.

L'effet stéréo est moins prononcé, mais la compatibilité mono est meilleure puisqu'elle minimise les problèmes de phase : les signaux arrivent en même temps aux deux micros, mais à des intensités différentes.

Le procédé M/S

On utilise un micro cardioïde (M) et un micro bidirectionnel (en 8 - S).

La source se situe dans l'axe du micro cardio, le bidirectionnel capte les côtés.

Ce dispositif nécessite un matricage sur la console : on mélange le micro cardioïde avec le bidirectionnel. Le **signal** du micro M est envoyé au centre de la stéréo. Le signal du micro S est envoyé à la fois à gauche, en phase et à droite, hors phase.

En jouant sur les niveaux du micro bidirectionnel, on augmente ou réduit la largeur de l'espace. Ce procédé est assez utilisé au cinéma. Il offre l'avantage d'une prise du son direct sur une piste et de l'ambiance sur une autre piste avec une possibilité de mélanger au mixage et de recréer une image stéréophonique.



Micros sans fil ou HF

Afin de permettre les déplacements d'un orateur, musicien, chanteur, comédien... sans être gêné par le câble du micro, nous pouvons utiliser des systèmes de microphones à transmission HF (Hautes Fréquences). Le microphone sans fil comprend une capsule microphonique (généralement **dynamique** ou à **électret**) ainsi qu'un émetteur radio-fréquence muni d'une antenne d'émission qui diffuse le **signal** d'une manière omnidirectionnelle. Les microphones peuvent être du type micro à main, **cravate** ou encore reliés à la sortie d'un instrument électrifié (guitare...)

Le récepteur **HF** capte le signal du microphone par son antenne et le transmet à la console de mixage.

On peut distinguer deux types de récepteurs :

- les récepteurs simples à une antenne et un récepteur.
- les récepteurs **diversity** à deux antennes séparées et deux récepteurs. Ils sont conçus pour minimiser les risques de "trous HF" dus à la captation des ondes directes de l'émetteur et celles réfléchies par les murs, le plafond et tout obstacle qui pourraient les annuler par opposition de phase.

Chaque antenne reçoit un signal différent et grâce à un système de circuits comparatifs, c'est toujours l'antenne qui reçoit le signal le plus fort qui est connectée au récepteur.

Le câble servant à relier les antennes - lorsqu'elles sont déportées du récepteur - doit être du **câble coaxial** de 50 Ohms d'impédance.

// ATTENTION // lorsque l'on met en service plusieurs micros HF, il ne suffit pas d'utiliser des fréquences différentes les unes des autres. Il est indispensable de respecter un **plan de fréquences** indiquant quelles sont les fréquences qui sont compatibles entre elles. Ce plan devrait être fourni par les fabricants et vendeurs, et pouvoir être consulté sur leur site internet.

Optimisation du fonctionnement des micros HF

Pour éviter les problèmes de réception HF (décrochages, mauvaise réception...), il est préférable de :

- veiller au respect des plans des fréquences.
- installer les récepteurs ou les antennes, à vue de la zone d'utilisation des micros HF.
- séparer suffisamment les antennes **diversity**.
- utiliser du câble antenne approprié le cas échéant (50 Ohms).
- vérifier le bon état des antennes d'émission et réception dont la longueur est adaptée à la **bande de fréquences** - ou à la fréquence - d'utilisation.
- éviter que l'antenne de l'émetteur ne soit en contact avec la peau du comédien (le contact du corps et la transpiration consomment une partie de la puissance d'émission) – utilisation de sacoches en tissu et/ou plastique par exemple.

- installer des antennes à gain ou directives lorsqu'il faut couvrir un large espace scénique.
- vérifier qu'à proximité de la salle ou du site, des fréquences semblables ne soient pas utilisées (si notre récepteur reçoit une modulation HF ou encore si on entend un autre micro alors que notre micro émetteur est éteint, cela prouve que la fréquence est déjà occupée. On changera le canal d'émission/réception sur nos appareils (s'ils en sont équipés).
- utiliser des batteries neuves pour chaque représentation.



Compression

La **compression** sert à réduire et à maîtriser la **dynamique** (étendue du **signal** du plus faible au plus fort) d'un instrument ou d'une voix. Le compresseur écrase plus ou moins (selon les réglages) le signal et surtout ses crêtes et augmente ainsi la sensation de puissance sonore. Il évite également les surcharges et les **distorsions**.

Utilisation du compresseur

On l'utilise pour :

- régulariser la dynamique et gagner en **gain** et en volume sonore. La compression doit être inaudible.
- donner une certaine couleur au son. L'effet est alors audible.
- limiter un signal pour protéger amplis, enceintes, enregistreurs, **émetteurs**... des crêtes et saturations.

Fonctionnement du compresseur

Réglages généralement disponibles sur les compresseurs :

- **Threshold** ou **seuil** : définit le moment à partir duquel le compresseur se met en action.
- **Ratio** : c'est le taux de compression (rapport entre le signal d'entrée et le signal de sortie).

Exemples :

ratio 2/1 : pour 2 dB qui entrent au-delà du seuil, + 1 dB en sortie.

4/1 : pour 4 dB au-delà du seuil, + 1 dB en sortie

*10/1 : 1 seul dB en sortie pour une entrée de 10 dB au-delà du seuil. On commence à parler de **limiteur**.*

- **Softknee** ou **hardknee** : définit comment le compresseur agit. Doucement, un peu avant le seuil en softknee (pente douce) ou brusquement, sitôt que le seuil est atteint, position hardknee (pente raide).

- **Attack** : règle le temps après lequel la compression va agir. Quelques micro-secondes si l'on veut que le signal entier soit compressé ou quelques milli-secondes si l'on veut laisser passer l'attaque de l'instrument (attention à ne pas trop dénaturer le signal avec des attaques trop courtes ; les premières milli-secondes contiennent beaucoup de renseignements sur la nature du son).

- **Release** ou retour : règle le temps pendant lequel la compression va continuer, après que le signal soit redescendu sous le seuil. Un retour trop court associé à un fort taux de compression peut engendrer un effet audible de pompage surtout sur les sons graves qui sont alors écrasés par l'action de l'attaque sur chaque **période**.

- Auto / manuel : propose une action automatique de l'attaque et du retour, ou vous laisse la liberté de ces réglages (position manuelle).

- **Output** ou gain de sortie : permet de remonter le niveau du signal après compression.

- **Bypass** : met en ou hors service le compresseur. Sert également à comparer le signal traité et non traité.

// REMARQUES //

La compression est à éviter chaque fois que cela n'est pas utile...

Attention à ne pas trop compresser à la prise de son, l'effet est irréversible. Il vaut mieux compresser plusieurs fois à faible dose (enregistrement, mixage, mastering).

Lorsque l'on compresse un signal stéréo, il est essentiel d'utiliser deux appareils identiques et solidaires, ou mieux, un appareil stéréophonique dont les deux canaux sont parfaitement couplés (link) afin de ne pas déséquilibrer un seul côté du signal stéréo à l'apparition d'une crête sur ce côté. Couplés, les 2 signaux seront alors réduits de manière identique et l'image stéréo est maintenue.



La numérisation du son

La qualité du **signal** audio est étroitement liée à celle du support.

Le signal **analogique** supporte mal les copies et les manipulations : il se dégrade progressivement, par perte d'information.

Le procédé PCM (Pulse Coded Modulation) a été inventé dans les années 1920 par la société Bell Telephone (USA), afin d'augmenter le débit des lignes téléphoniques.

Les premières applications à grande échelle n'ont vu le jour qu'à partir des années 1960 pour la téléphonie et les années 70-80 pour l'audio.

Le signal numérique est discontinu : il n'est pas défini à tout instant, ni pour toutes les **amplitudes**.

Il se présente sous la forme d'une liste de nombres, codée en binaire (0 et 1).

Échantillonnage

Le signal analogique est transformé en liste de nombres grâce à un convertisseur Analogique/Numérique (A/D). Le convertisseur mesure des valeurs du signal à des intervalles de temps réguliers et les code en binaire. Il ne lit pas toute la courbe, mais seulement des échantillons.

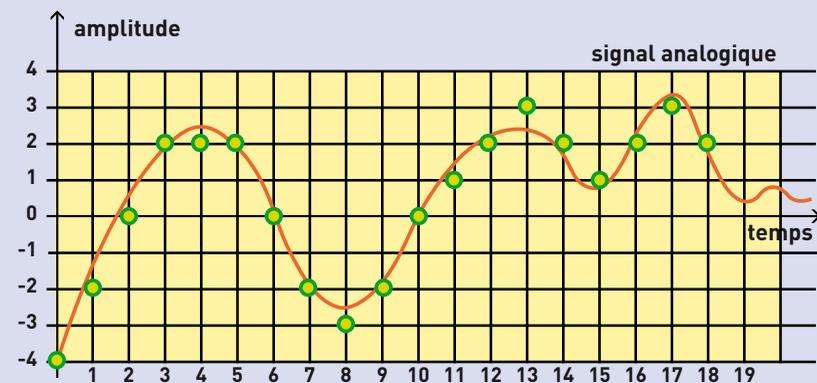
Le nombre de valeurs mesurées par seconde nous donne la fréquence d'**échantillonnage**.

Le théorème de Nyquist-Shannon dit que la fréquence d'échantillonnage doit être égale ou supérieure à 2 fois la fréquence maximale contenue dans ce signal. Notre oreille perçoit les sons jusqu'à environ 20 000 Hz. La fréquence d'échantillonnage doit être au moins de l'ordre de 40 000 Hz. Ceci est une limite théorique. Les fréquences aiguës sont codées moins précisément que les graves. On doit utiliser un filtre **passé-bas** pour éliminer les fréquences non codables.

Fréquences d'échantillonnage normalisées

- 32 kHz pour la radio FM en numérique (la **bande passante** est alors réduite à 15 kHz)
- 44.1 kHz pour le CD-audio
- 48 kHz pour le **DAT**
- 96 kHz pour le matériel actuel pro et semi-pro

NB // les formats **Mini disc**, MP3, sont des formats compressés, grand public, nettement inférieurs en qualité aux codages PCM...



// ÉCHANTILLONNAGE ET QUANTIFICATION

Quantification

En analogique, toutes les valeurs d'amplitude sont possibles ; ce n'est pas le cas en numérique où les valeurs sont codées en binaire, et sont donc entières. Entre deux 'pas' de mesure, il n'y a rien : on parle de quantification.

On définit un intervalle de N valeurs destiné à couvrir l'ensemble des mesures d'amplitude possibles. Ce nombre N est codé en binaire sur 8, 16, 20 ou 24 **bits** selon la résolution du convertisseur A/N.

L'amplitude de chaque échantillon est alors représentée par un nombre entier par approximation. Le nombre de bits limite la précision du codage. Plus le nombre de bits utilisés sera grand, meilleure sera la ressemblance avec le signal original.

Codage...

- 8 bits = 2 puissance 8 soit 256 valeurs
- 16 bits = 2 puissance 16 soit 65 536 valeurs
- 20 bits = 2 puissance 20 soit 1 048 576 valeurs
- 24 bits = 2 puissance 24 soit 16 777 216 valeurs

Le format CD-audio est basé sur 16 bits, soit 65 536 niveaux (de -32 768 à +32 767).

Le standard DVD-audio adopté par les machines pro et semi-pro actuelles est : 24 bits - 96 kHz.

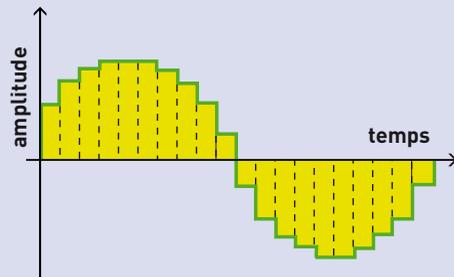
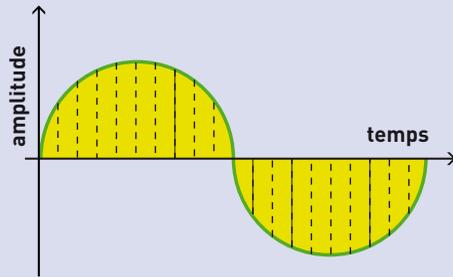
En numérisation PCM, c'est en augmentant la fréquence d'échantillonnage et le nombre de bits de codage qu'on améliore la qualité et les possibilités de traitement du signal.

Les formats professionnels actuels vont jusqu'à 48 bits - 192 kHz...

Le nombre de bits définit également l'amplitude dynamique du signal (6 dB/bit) : une résolution de 8 bits donnera une dynamique maximale de $8 \times 6 = 48$ dB ;

- 16 bits : $16 \times 6 = 96$ dB ;
- 24 bits : $24 \times 6 = 144$ dB.

Plus l'encodage est important, plus la **dynamique** sera élevée et le bruit de fond limité.



// SIGNAL ANALOGIQUE

// SIGNAL ÉCHANTILLONNÉ

Restitution et filtrage des signaux numériques

Le signal numérique n'a plus la belle allure du signal analogique, car il n'est défini qu'en certains points. L'allure typique d'un signal échantillonné est en forme de marches d'escalier puisqu'il s'agit d'une liste de chiffres (44 100 par seconde et + ou - 32 767 niveaux d'amplitude pour le format CD-audio).

La numérisation du son

Pour redonner une belle allure au signal, il faut le lisser. Ce lissage peut être réalisé de façon analogique, avec des circuits électroniques. Il est toutefois plus performant et plus propre de réaliser un lissage numérique par interpolation, à l'aide de circuits intégrés spécialisés. Cette opération s'appelle "sur-échantillonnage ou oversampling". "4 time oversampling" (sur-échantillonnage 4 fois) indique l'efficacité du circuit intégré. On peut aller aujourd'hui jusqu'à un sur-échantillonnage de 128 fois.

// REMARQUE //

On peut comparer le son numérique à un assemblage de petits cubes de bois. Le filtrage correspond au papier de verre et à l'enduit de rebouchage qui va permettre d'arrondir les angles. Le sur-échantillonnage X fois correspond au grain du papier de verre : plus le grain sera fin et plus la surface finale sera lisse.

Transmission du son numérique

Norme AES/EBU : format professionnel, transmission du signal stéréo sur un câble symétrique en XLR.
 Format SP/DIF : format grand-public mis au point par Sony et Philips, connexion par câble coaxial asymétrique (avec connecteur cinch) ou optique.
 Format TDIF : format professionnel au standard Tascam (Tascam Digital Interface).
 Format ADAT : format professionnel de transmission de 8 canaux en fibre optique.

Taille mémoire occupée par le son numérique

Un enregistrement 44.1 kHz, 16 bits, en stéréo occupe environ 10 Mo par minute.

Avantages du numérique

La dynamique (plage des amplitudes reproduites de triple piano à triple forte) et la bande passante (plage des fréquences reproduites) sont désormais très bonnes.
 Le signal étant codé sous forme de nombres, les parasites ou bruits de fond électriques ou mécaniques n'ont plus d'influence sur la qualité du son.
 La copie, le traitement et la mémorisation du signal n'entraînent pas de perte de qualité. On peut faire plusieurs copies numériques, sans dégradation notable du signal.
 En cas d'erreur de lecture due aux défauts du support, aux saletés, aux rayures, aux empreintes de doigts, aux fluctuations mécaniques (baladeurs), des circuits de détection et de correction d'erreurs entrent automatiquement en service.

Conclusion

Le son numérique demande une double conversion : Analogique -> Numérique - Numérique -> Analogique

Les étapes de captation et de restitution du son sont et resteront toujours analogiques : le son est un phénomène analogique par essence. On ne pourra jamais se passer de microphones, de haut-parleurs ou de casques !

IV. législation & sécurité

1.
La sécurité dans
l'installation des
équipements
de sonorisation

2.
Législation en
matière de niveaux
sonores

3.
Opération
Trop Puissant



1. La sécurité dans l'installation des équipements sonores



Outre la sécurité en matière d'équipements électriques, assurée par la protection différentielle à 30 milliampères obligatoire pour la protection des personnes contre le risque d'électrocution, le technicien aura à suivre certaines règles lors de l'installation des enceintes et câblages.

Systèmes de sonorisation accrochés

Les enceintes à suspendre devront comporter un ou plusieurs points d'ancrage adaptés.

La résistance du système d'accrochage est généralement garantie par le fabricant. Chaque enceinte devra être liée à la structure porteuse (ou mieux encore, à 2 structures distinctes) par 2 systèmes différents : élingue métallique et chaîne, par exemple, ainsi que manilles et maillons rapides.

L'une sert à supporter la charge, l'autre sert de sécurité.

La résistance des chaînes, élingues, manilles, maillons rapides doit être certifiée par le fabricant et ces éléments devront être vérifiés tous les ans.

La structure porteuse devra être capable de supporter la charge. On ne s'accroche pas n'importe où !

Les régisseurs ou directeurs techniques doivent connaître les points d'accroche et la charge disponible dans leurs salles (demander la Note de Calcul auprès de l'architecte).

Enceintes sur pieds

Dans certaines situations, il sera indispensable de placer des enceintes sur pieds. Attention à la charge admissible par le pied. Cette caractéristique doit être donnée par le constructeur !

Les HP devront présenter un logement permettant d'y introduire le pied – pas de bricolage hasardeux ! Lorsque les pieds se trouvent à proximité du public, ils devront faire l'objet d'une signalétique au sol et sur les pieds, et éventuellement un barriérage pour en empêcher l'accès.

Si possible, ces enceintes devront être assurées par une élingue ou une chaîne fixée à un point situé au-dessus du HP.

Passage de câbles

Il faut éviter de placer des câbles sur le parcours du public. Lorsqu'il n'est pas possible de l'éviter, on veillera à recouvrir les câbles par un passage de câbles (tapis, moquette) et ruban adhésif (gaffer).

2. Législation en matière de niveaux sonores



Résumé

Décret et arrêté n°98-1143

Textes relatifs aux nuisances sonores :

Décret et arrêté n°98-1143 du 15 décembre 1998 relatif aux prescriptions applicables aux établissements ou locaux recevant du public et diffusant à titre habituel de la musique amplifiée, à l'exclusion des salles dont l'activité est réservée à l'enseignement de la musique et de la danse NOR: ATEP9860003D & ATEP9870002

Texte intégral consultable et téléchargeable sur internet : www.legifrance.gouv.fr

- D'une part, protéger les personnes contre un niveau excessif de décibels pour la protection des risques d'altération du système auditif et autorise un niveau de pression acoustique maximal dans les salles recevant du public de 105 dB(A) en niveau moyen et 120 dB (linéaire) en crête, et ce, en tout point accessible au public. Autrement dit, si les HP sont à portée de main (et d'oreille !), c'est devant eux que se fera la mesure.

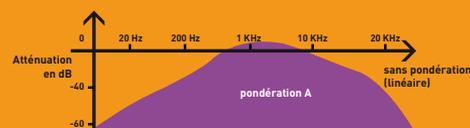
- D'autre part, protéger le voisinage des sources provoquant une nuisance sonore. S'il y a gêne (la salle d'où vient le bruit est insuffisamment isolée), l'émergence maximale tolérée (quantité de bruits qui traversent) est limitée à quelques décibels :

de 3 à 7 dB, selon la durée et les horaires. Ces lieux ont obligation de faire effectuer des mesures acoustiques et d'installer un limiteur pour ne pas dépasser les niveaux autorisés.

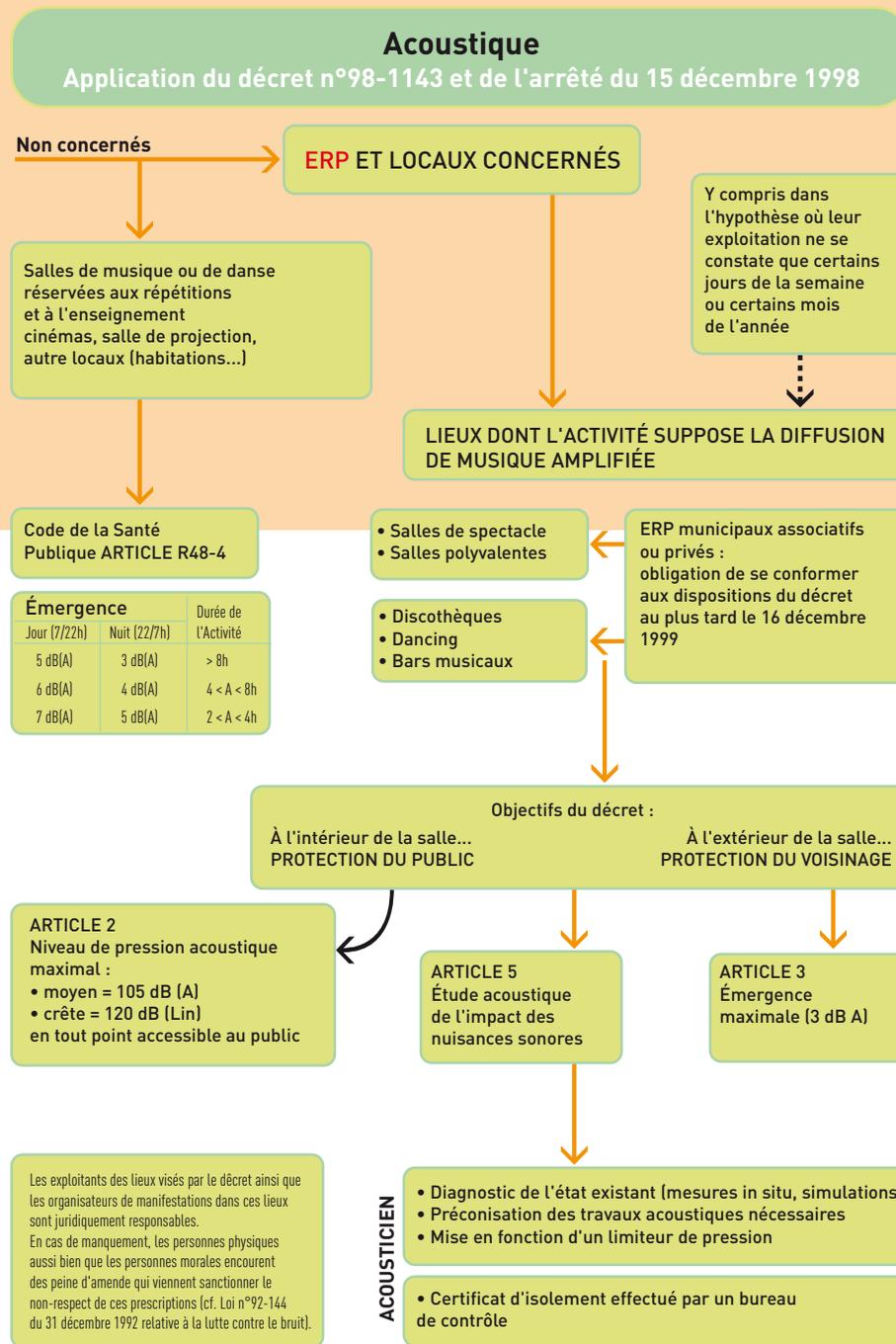
NB // pour tenir compte du fait que l'oreille n'entend pas toutes les fréquences au même volume et qu'elle est plus sensible aux médiums, nous appliquons une courbe de pondération pour mesurer la pression acoustique en plaçant à l'entrée de l'appareil de mesure un filtre qui diminue graves et aigus. La mesure se fait alors en dB A. (Voir également Physique/dB et mesures acoustiques)

RISQUES RELATIFS AUX NIVEAUX SONORES :

Les fortes puissances sonores (110, 120 dB spl) diffusées lors de concerts, en discothèques ou raves parties représentent un réel danger pour les oreilles. L'usage quotidien des baladeurs, volume à fond (env. 95 dB) endommage également l'oreille. Bien souvent ces lésions sont irréversibles. Il est indispensable de se protéger en limitant les temps d'exposition ou en utilisant des bouchons de protection auditive !



QUI EST CONCERNÉ ?





SEUILS	DISPOSITIONS
Valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action - Lex, 8h = 80 dB(A) - Pression acoustique de crête 112 Pa, 135 dB(C) par rapport à 20µPa	Mise à disposition de protections auditives Information des salariés sur les risques, le résultat des mesures, l'usage des protecteurs auditifs individuels.
Valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action - Lex, 8h = 85 dB(A) - Pression acoustique de crête 140 Pa, 137 dB(C) par rapport à 20µPa	Port de protections = obligatoire Contrôle audiométrique des salariés
Valeurs limites d'exposition : - Lex, 8h = 87 dB(A) - Pression acoustique de crête 200 Pa, 140 dB(C) par rapport à 20µPa	Prendre des mesures pour réduire l'exposition à un niveau inférieur Déterminer les causes de l'exposition excessive Adapter les mesures de protection et de prévention

// TABLEAU DES ACTIONS REQUISES À RÉALISER EN FONCTION DES NIVEAUX SONORES

Résumé

Le décret 2006-892 paru le 19 juillet 2006 réglemente l'exposition des travailleurs au bruit : des dispositions de prévention sont à prendre à partir de 80 dB(A), et sont renforcées à partir de 85 dB(A).

Texte intégral consultable et téléchargeable sur internet : www.legifrance.gouv.fr

ÉLÉMENTS NOUVEAUX DANS LE DÉCRET DE 2006

Ce décret vise à renforcer le niveau des exigences destinées à réduire les effets nocifs liés à l'exposition au bruit professionnel.

Abaissement des seuils d'action de 5 dB (A)

Ce qui correspond à une réduction au tiers en terme d'énergie acoustique. Cette directive veut ainsi renforcer la sécurité et la santé au travail.

Introduction d'une Valeur Limite d'Exposition à ne jamais dépasser (VLE)

Elle a été fixée au niveau Lex 8h = 87 dB(A). Cette valeur limite d'exposition quotidienne prend en compte l'affaiblissement acoustique procuré par les équipements de protection individuelles, EPI, c'est-à-dire les bouchons d'oreille ou les casques anti-bruit.

// NOUVEAU

De nouvelles dispositions sont entrées en vigueur le 14 février 2008, article 2 du décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 :

les employeurs doivent mettre à disposition de leurs salariés, dj, barman, serveur...des protections auditives individuelles lorsque le volume sonore constaté est supérieur à 80 dB(A) ; ils doivent veiller à ce que ces protections soient portées si le volume dépasse les 85 dB(A) ; avec le port des protections, le volume ne doit en aucun cas dépasser les 87 dB(A).

// IMPORTANT

Le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit ne doit pas dépasser la valeur limite d'exposition de 87 dB(A).

Pour utiliser ce niveau d'exposition hebdomadaire à la place de niveau sur 8 heures, il faut faire une demande motivée à l'inspecteur du travail

DÉFINITION DES PARAMÈTRES PHYSIQUES UTILISÉS DANS CETTE DIRECTIVE

Pression acoustique de crête

L_{pc} en dB(C) : valeur maximale de la pression acoustique instantanée mesurée avec la pondération fréquentielle C.

Niveau d'exposition quotidienne au bruit (Lex, 8h, en dB(A))

Moyenne pondérée dans le temps des niveaux d'exposition au bruit pour une journée de travail de huit heures.

Niveau d'exposition hebdomadaire au bruit (Lex, 8h, en dB(A))

Moyenne pondérée dans le temps des niveaux d'exposition quotidienne au bruit pour une semaine de cinq journées de travail de huit heures .

Pour des activités caractérisées par une variation notable d'une journée de travail à l'autre, de l'exposition quotidienne au bruit, il est possible d'utiliser le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit, au lieu du niveau d'exposition quotidienne au bruit pour évaluer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés.

Campagne de prévention des risques auditifs liés aux musiques amplifiées à destination des lycéens et apprentis de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur



UN CONSTAT ALARMANT

Le développement des nouvelles technologies et l'évolution des pratiques musicales, notamment chez les jeunes (concerts, festivals, boîtes de nuit, tuning, baladeur mp3...), a contribué à l'explosion des volumes sonores au cours de ces dernières décennies.

En 2006, une enquête nationale auprès de musiciens et des publics révèle que près de 62% du public interrogé déclare avoir eu des sifflements ou bourdonnements après un concert, une sortie en discothèque ou avec l'utilisation d'un baladeur. Pour 21% d'entre eux, ces troubles ont persisté.

Si le décret bruit du 15 décembre 1998 impose aux lieux de diffusion de musiques amplifiées (discothèques, salles de concert...) une limitation à 105 décibels en niveau moyen (120 décibels en niveau de crête), et que l'arrêté du 24 juillet 1998 limite la puissance sonore des baladeurs à 100 décibels, on constate néanmoins que le public est encore peu ou mal informé des risques encourus.

Bien entendu, les risques ne se limitent pas aux musiques amplifiées. Les métiers exercés dans des environnements bruyants (imprimerie, ateliers de ferronnerie, chantiers...), mais également les nuisances sonores subies au quotidien (téléphone portable, agressions sonores liées aux transports...) conduisent au même constat : une méconnaissance des risques liés à la surexposition sonore.

Surdité partielle ou totale, transitoire ou définitive, acouphènes, hyperacousie... les troubles de l'audition ne doivent pas être pris à la légère. Ils peuvent engendrer une gêne quotidienne permanente, voire devenir un handicap social.

UNE APPROCHE LUDIQUE ET INTERACTIVE POUR PRÉVENIR LES RISQUES ET INFORMER LES JEUNES SUR LES MOYENS DE PROTECTION

En Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, l'opération "Trop Puissant" a pour objectif de sensibiliser les lycéens et les apprentis aux risques auditifs liés à l'écoute et à la pratique des musiques amplifiées. Cette campagne de prévention se concrétise par une tournée d'animation-concert dans les lieux de diffusion de musiques amplifiées de la région. Elle prend la forme de spectacles pédagogiques animés par des musiciens, en collaboration avec des professionnels de l'acoustique et de la prévention. Grâce à un principe d'animation dynamique et interactive, alternant débats, vidéos, exposés, musique et démonstrations sonores, les musiciens abordent des thèmes aussi variés que le son amplifié, la physiologie de l'oreille, les risques encourus, la législation et les moyens de protection.

Des outils pédagogiques et des protections auditives sont mis à disposition du public pour inciter les jeunes à adopter des comportements de prévention.

UNE ACTION PÉRENNE : 7ÈME ÉDITION DE "TROP PUISSANT" EN 2008/2009

Initiée en 2002 par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, l'opération "Trop Puissant" s'inscrit dans le cadre des orientations Prévention-santé et du Plan régional des musiques actuelles de la Région. Sa mise en œuvre, confiée à la Régie Culturelle Régionale, est réalisée en partenariat avec les Rectorats d'Aix-Marseille et de Nice, la DRAF (Direction Régionale de l'Agriculture et des Forêts) et une association de prévention.

Chaque année, près de 3500 lycéens et apprentis de la région participent aux animations-concerts "Trop Puissant". La pérennisation de cette action vise notamment à responsabiliser les jeunes, en les amenant à adapter leur comportement pour mieux gérer, dans leur vie quotidienne, leur environnement sonore.

droits d'auteurs, ressources

La SACEM Société des Auteurs Compositeurs de Musique

Lorsqu'une œuvre est présentée en public, l'organisateur doit s'acquitter des droits d'auteurs.

Il devra prévenir, avant la manifestation, la délégation régionale de la Sacem et se faire adresser des formulaires de déclaration des œuvres exécutées et de leurs auteurs afin que soient calculées les taxes à payer, et ce, que la manifestation soit payante ou gratuite. Ces droits peuvent être calculés au forfait dans certains cas.

SACEM
225 av. Charles de Gaulle
92528 Neuilly-sur-Seine Cedex
Tél. 01 47 15 47 15

www.sacem.fr

La SDRM Société des Droits de Reproduction Mécanique

Lorsque l'on doit enregistrer une œuvre sur un support : bande, k7, CD, MiniDisc, disque vinyle, bande vidéo, piste sonore cinéma... on est tenu de le déclarer avant l'enregistrement, auprès de la SDRM qui calculera les droits à percevoir. Ces droits dépendent de l'utilisation ultérieure de l'enregistrement. Pour un CD, ils sont de l'ordre de 8 % du prix de vente au public. Les droits sont nuls s'il s'agit d'œuvres du domaine public ou d'œuvres non déposées. Les formulaires de déclaration sont à demander auprès de la délégation régionale de la SACEM.

Ces droits permettent la rémunération des auteurs/compositeurs.

www.sdrm.fr

Centres de ressources d'information & de documentation

BPI
Bibliothèque Publique d'Information
Centre Georges Pompidou
rue Beaubourg
75197 Paris cedex 04
Tél. 01 44 78 12 33
www.bpi.fr

CIDB
Centre d'Information et de Documentation
sur le Bruit
12-14 rue Jules Bourdais
75017 Paris
Tél. 01 47 64 64 64
www.bruit.fr

SFA
Société Française d'Acoustique
23 avenue Brunetière
75017 Paris
Tél. 01.48.88.90.59
www.sfa.asso.fr

ISTS
Institut Supérieur des Techniques du Spectacle
20 rue Portail Boquier
84000 Avignon
Tél. 04 90 14 14 17
www.ists-avignon.com

ARCADE
6 place Barthélémy Niollon
CS 30759
13617 Aix-en-Provence cedex 1
Tél. 04 42 21 78 00
Fax 04 42 21 78 01
arcade@arcade-paca.com

bibliographie

Ouvrages techniques généraux

Handbook for Sound Engineers (4^{ème} édition)
collectif d'auteurs dirigé par Glen Ballou
Focal Press 2005 / en langue anglaise



Lexique de l'audio numérique

Thierry Lequeux
c/o Les cahiers de l'ACME,
Atelier Créatif de musique Electroacoustique
99 avenue du cor de chasse
B 1170 Bruxelles Belgique
<http://cahiersacme.over-blog.com>



Le livre des Techniques du Son

 (3^{ème} édition)

Tome I : Notions fondamentales
Tome II : Technologie
Collectif d'auteurs sous la direction de Denis Mercier
Éditions Dunod 2002 – 2004



Technique de base : les appareils MIDI

 (3 tomes)

Jean-Jacques Quinet & Paul Snapps
c/o Les cahiers de l'ACME,
Atelier Créatif de musique Electroacoustique



L'audio numérique : Musique et Informatique

(2^{ème} édition)
Curtis Roads
Éditions Dunod 2007



Acoustique générale et architecturale

Initiation à l'acoustique

Antonio Fischetti
Éditions Belin 2001 (+ 1 CD-Rom)



Acoustique des salles et sonorisation

Jacques Jouhaneau
Éditions Eyrolles 2003



Acoustique des salles : le guide de référence du praticien

Thierry Malet
Sono magazine, G. Ventillard 2002



Le son musical : musique, acoustique et informatique

John Pierce
Éditions Belin 2000 (+ 1 CD-audio)



Isolation, correction acoustique et monitoring

 (2 tomes)

Paul White
c/o Les cahiers de l'ACME,
Atelier Créatif de musique Electroacoustique



Pratique : sonorisation, enregistrement

Prise de son et mixage

 (2 tomes)

Hervé Baudier
Éditions Eyrolles 2005 (www.editions-eyrolles.com)

Sono et prise de son

 (4^{ème} édition)

René Besson
Éditions Dunod 2007

Techniques de prise de son

 (5^{ème} édition)

Robert Caplain
Éditions Dunod, 2007

Les microphones

Claude Gendre
Éditions Eyrolles 1999

Guide pratique du mixage

Lionel Haidant
Éditions Dunod 2001

Guide pratique de la diffusion sonore

Lionel Haidant
Éditions Dunod 2001

Guide pratique de la prise de son d'instruments et d'orchestre

Lionel Haidant
Éditions Dunod 2000

La sonorisation professionnelle : concerts, spectacles, événements, conférences, etc...

Lionel Haidant
Éditions Dunod (à paraître)

Sonorisation musicale : la technique des pros

Kenneth H. Huebner
Éditions Eyrolles 2002

Théorie et pratique de la prise de son stéréophonique

Christian Hugonnet & Pierre Walder
Éditions Eyrolles 2003

Guide pratique de la sonorisation

André Richard
Édition Eyrolles 1999

Le son live

Paul White
Éditions Eyrolles 2001



Applications du son : musique, spectacles, cinéma

Un art sonore, le cinéma

Michel Chion
Cahiers du Cinéma, coll. Essais 2003

50 questions pour une écriture du son

Daniel Deshays
Éditions Klincksieck 2006

L'homme-studio

Bernard Fort & Dominique Saint Martin
Éditions Fuzeau 1997 (+ 1 cd audio)

Initiation au son : Cinéma et audiovisuel

Denis Fortier & Franck Ernoud
Femis 1996

Les Dossiers de l'Audiovisuel N° 81 : Les nouvelles frontières du son numérique

dir. Denis Fortier
INA Publications 1998

Les métiers de la musique et du son

Sylvie Gaignot, Bruno Leprat & Pascal Bonnemayre
Jeunes éditions Studyrama 2001

Le livre des Techniques du Son (3^{ème} édition)

Tome III : Exploitation
Collectif d'auteurs sous la direction de Denis Mercier
Éditions Dunod 2007

Son analogique et numérique

Jean Rouchouse
Éditions Dujarric 1992

Titres épuisés à consulter en centre de ressources

Sonorisation professionnelle

René Besson
Éditions Dunod 1995

Le livre du son

Max Cidron & Michel Sigwalt
Éditions Joseph Béhar / Musicom 1994 (+ 1 cd audio)

Architecture et musique

Michael Forsyth
Pierre Mardaga éditeur 1987

Acoustique et architecture

R. Lamoral
Édition Masson 1975

Problèmes d'acoustique des salles et des studios

R. Lamoral
Édition Chiron 1967

Acoustique et musique

Émile Leipp
Édition Masson 1984

glossaire

AAD : A – analogique ; D – digital ou numérique

Voir > technologie > dossiers techniques > la numérisation
Caractérise un enregistrement audio dont la prise de son et le montage ont été réalisés en analogique alors que la gravure a été réalisée en numérique. La 1^{ère} lettre indique l'enregistrement ; la 2^{ème} le mixage ; la 3^{ème} le support.

ADC ou A/D ou A/N (Analog-to-Digital Converter)

Voir > technologie > dossiers techniques > la numérisation
Convertisseur Analogique-Numérique.

AES/EBU

Voir > technologie > dossiers techniques > la numérisation
Format de transmission de signaux audio numériques non compressés entre appareils professionnels défini par l'Audio Engineering Society et l'European Broadcast Society.

Alimentation

Appareil chargé de fournir et de distribuer l'énergie sous différentes tensions. On distingue les alimentations traditionnelles à transformateur et les alimentations à découpage.

Alternatif (tension, courant, signal)

Se dit d'une grandeur qui change de sens (ou de signe) de manière périodique. La tension du secteur est alternative de même que les signaux audio.

Âme

Partie principale, centre, noyau.

Ampère

Unité de mesure exprimant l'intensité du courant électrique.

Ampli, amplificateur

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les amplis
Circuit électronique chargé de fournir une puissance ou un

signal (courant, tension) plus grand que celui qui est fourni à son entrée, sans le déformer.

Amplitude

Ecart maximal entre 2 valeurs extrêmes.

Analogique

Caractérise des signaux susceptibles de varier de manière continue et de prendre toutes les valeurs possibles entre leurs limites absolues. Par extension, caractérise les circuits et les appareils qui traitent ou font appel à de tels signaux.

Asservie

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les enceintes
Se dit d'une enceinte équipée d'un ampli et d'une électronique optimisant sa réponse.

Asymétrique

Se dit d'une liaison entre circuits ou appareils, dans laquelle l'un des conducteurs est relié à la masse. (Une telle liaison est fréquemment réalisée en câble coaxial).

Attack

Première phase d'un son : C'est le temps que met l'onde sonore pour atteindre son amplitude maximum.

Atténuateur

Dispositif passif que l'on est parfois amené à insérer dans un circuit lorsque le signal est trop fort.

Auxiliaire

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
Sortie complémentaire indépendante du mixage principal, destinée aux retours de scène et aux multi-effets.

Backline

Utilisé pour désigner l'ensemble du matériel utilisé par les artistes sur scène (instruments de musique, amplificateurs, accessoires).

Balance

Équilibrage Gauche et Droit d'un signal stéréo.
Équilibrage des niveaux de différentes sources dans un mixage.
Équilibrage des instruments et des retours de scène avant un spectacle.

Balanced

Voir technologie > câblages et connecteurs
Symétrique ; par opposition à Unbalanced, asymétrique.

Bande de fréquences

Domaine de fréquences hertziennes attribuées pour les diverses applications de télécommunications : Bande FM, bande I, III, IV, V pour la télévision, Bande Intermédiaire Satellite, Bande X pour les télécommunications par satellites.

Bande passante

Domaine de fréquences susceptibles d'être transmises ou traitées correctement par un circuit électronique. La bande passante doit toujours être indiquée avec une tolérance et des conditions de mesure (par exemple : 20 kHz +- 3dB, 100W à 1% THD - taux de distorsion harmonique - pour un amplificateur Hifi), sans quoi elle n'a aucune signification.

Bandwidth

Largeur de bande.

Bargraphe

C'est un indicateur visuel relatif de puissance ou d'intensité d'un signal quelconque : il peut être analogique

ou numérique. Généralement situé sur le bandeau haut d'une table de mixage.

Barre de couplage

Voir > technologie > dossiers techniques > prise de son en stéréo
Permet de fixer 2 micros sur une même attache pour réaliser un couple (AB ; XY...).

Basse fréquence (BF)

Caractérise les signaux de fréquences correspondant aux sons audibles.

Bass-reflex

Formule de conception de la partie grave des enceintes acoustiques dans laquelle la chute naturelle de la réponse en fréquence vers le bas est corrigée par la résonance d'un évent (tube ou ouverture).

Bi-amplification

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les enceintes
Technique consistant à utiliser deux voies d'amplification de puissance dans une enceinte acoustique.

Bit

Voir > technologie > dossiers techniques > la numérisation
Chiffre numérique élémentaire (contraction de "Binary Unit"). Un bit est susceptible de prendre deux valeurs, repérées par "0" ou "1". Unité d'information.

Blindage

Voir > technologie > câblage et connecteurs
Barrière conductrice, similaire à une cage de Faraday, dont on entoure un circuit ou une connexion pour éviter l'influence ou l'émission de signaux perturbateurs.



// BOOMER

Boîte de direct – DI Box

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros
Permet de symétriser et d'abaisser l'impédance d'une ligne asymétrique à haute impédance.

Bonnette

Accessoire placé sur le micro permettant d'éliminer les effets du vent et des occlusives.

Bornier

Socle regroupant plusieurs bornes de connexions dans un appareil électrique.

Boomer

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les enceintes
Haut-parleur spécialisé dans la reproduction des graves.
Voir Woofer.

Bridge

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les amplis
Mode de fonctionnement en pont d'un amplificateur permettant d'utiliser ses 2 canaux sur une même charge, de manière à additionner les puissances.

Bruit blanc

Signal aléatoire, utilisé en mesure, qui, de manière comparable à une lumière blanche, contient une égale énergie à toutes les fréquences (de 20 à 20.000Hz).

Bruit rose

Bruit blanc filtré de manière à favoriser les basses fréquences, utilisé en mesure. Le bruit rose tient compte de la non-linéarité de la courbe de réponse de l'oreille.

Bus : groupe, sous-groupe

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
Barre de mélange ; point de sommation d'un ensemble de signaux.
Ex. Console 8 bus : console permettant d'affecter les modulations sur 8 départs ou sous-ensembles ; en plus des sorties Master et Auxiliaires.

By-pass

Court-circuit ou liaison directe mettant hors service un circuit ou un appareil

Cabestan

Axe métallique de précision qui donne sa vitesse à la bande magnétique lorsqu'elle est maintenue contre lui par le galet presseur.

Câble coaxial

Câble constitué de deux conducteurs cylindriques (âme à l'intérieur et blindage ou tresse autour), séparés par un isolant.

Capteur

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros
Transducteur, dispositif permettant de convertir une grandeur physique en une grandeur électrique. Les micros sont des capteurs.

Cardioïde

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros
En forme de cœur. Qualifie la courbe de directivité de certains microphones directifs, et par extension, les microphones eux-mêmes.



// COMPRESSEUR

CD - Compact Disc

Disque optique numérique de 8 ou 12 cm de diamètre. La contenance totale est de 700 Megaoctets, ce qui représente environ 80 minutes de musique de haute qualité.

Channel

Canal, voie d'entrée d'une console.

Châssis

Ensemble mécanique qui soutient les diverses pièces d'un appareil et en assure la rigidité.

Château

Empilement de différentes enceintes (basses, médiums, aigus) d'un système multi-amplifié modulaire ; par opposition au cluster (système accroché).

Cinch - RCA

Voir technologie > câblages et connecteurs
Connecteur coaxial asymétrique à deux points de contact : l'âme (+) et un blindage (-). On l'utilise surtout dans l'audio domestique ou semi-professionnel.

Classe, classe d'amplification

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les amplis
Définit le mode d'évolution du courant dans les composants amplificateurs, par rapport au point de repos (absence de signal) et au point de saturation (signal maximal). On distingue les classes A, B, AB, C, D, G et H.

Cluster

Voir pratique > au théâtre
Enceinte ou groupes d'enceintes compactes assemblées en grappes pour être accrochées.

Compression

Réduction de l'écart entre le signal le plus fort et le signal le plus faible.

Condensateur

Composant constitué d'un isolant entouré de deux surfaces conductrices. Un condensateur est capable d'accumuler des charges électriques lorsqu'il est soumis à une tension. Il laisse passer les signaux alternatifs mais pas le courant continu.

Conduite son

Liste d'événements sonores en rapport avec un spectacle.

Control room

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
- Local d'écoute et de mixage du studio d'enregistrement.
- Sorties d'écoute permettant de connecter les enceintes de monitoring (sur la table de mixage).

Correction physiologique – Loudness

Voir physique > l'ouïe
Système qui modifie la courbe de réponse en fonction de la position du potentiomètre de volume. À faible niveau les sons graves et aigus sont remontés pour tenir compte de la perte de sensibilité de l'oreille.

Coupe bas

Voir passe-haut.

Coupe haut

Voir passe-bas.



// DAT DIGITAL AUDIO TAPE



// DIVERSITY MICRO HF CASQUE

Courbe de réponse (curve)

Voir bande passante

Couverture

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les enceintes
Zone d'utilisation optimale d'un HP définie dans le plan horizontal et vertical.

Cravate

Se dit d'un micro de très petite taille que l'on attache à l'aide d'une pince spécifique aux vêtements.

Crête

C'est la tension maximale instantanée d'un signal audio.

Crossover

Filtre séparateur pour enceintes à plusieurs voies.

Cue-PFL

Voir PFL

Cut

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
Action de couper un son de manière brusque.
Interrupteur de mise en ou hors service d'une voie d'entrée ou de sortie.

DAC (digital/analogue converter)

Convertisseur numérique-analogique.

DAT, Digital Audio Tape

Magnétophone numérique stéréo à tête rotative.

dB - décibel : dBa, dBm, dBu, dBV, dB fs

Voir physique > dB et mesures acoustiques

dB décibel

Unité de mesure de signaux par rapport à une référence ; unité exprimant un rapport logarithmique entre 2 valeurs.

dBa

Unité de mesure de pression acoustique pondérée en fonction des caractéristiques physiologiques de l'oreille.

dB fs (full scale)

Unité de mesure exprimant le niveau d'un signal numérique par rapport au niveau de saturation numérique.

dBm

Unité de mesure exprimant un niveau électrique référencé par rapport à une puissance de 1 mW sous 600 Ohms (soit 0.775 V).

dBspl

Unité de mesure exprimant un niveau d'intensité de pression acoustique (0 dB spl ou sl a été fixé au seuil d'audibilité à 1 kHz).

dBu

Unité de mesure exprimant un niveau électrique référencé par rapport à 0,775 Volt. Une mesure effectuée en dBu sous 600 Ohms (Ω) est identique à la mesure effectuée en dBm.

dBV

Unité de mesure exprimant un niveau électrique référencé par rapport à 1 Volt.

DBX

Fabricant américain, créateur de systèmes analogiques de réduction de bruit de fond audio fonctionnant par compression-expansion.

Désesseur

Appareil permettant d'atténuer les sifflantes par compression sélective des hautes fréquences.

Délai (delay)

Voir > technologie > dossiers techniques > effet Haas Retard.

Diaphonie

Couplage parasite entre voies tel qu'une faible portion du signal d'une voie se retrouve dans l'autre.

Di box

Voir boîte de direct

Digital

Numérique.

Directivité

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros, les haut-parleurs
Sensibilité d'un micro ou d'un HP par rapport à une direction.

Diode électroluminescente / LED

Composant électronique émettant de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant.

Display

Affichage, écran.

Distorsion

Déformation apportée au signal lors de son traitement, de sa transmission, de sa restitution. Il y a plusieurs sortes de distorsions : linéaires, non linéaires, de phase, etc. Effet appliqué à certains instruments, notamment à la guitare électrique.

Diversity

Voir > technologie > dossiers techniques > micros sans fil - HF
Principe de réception HF utilisant deux récepteurs ainsi qu'un système de commutation qui choisit la meilleure réception afin de minimiser les risques de trous HF.

Dolby

Système professionnel de réduction de bruit analogique.

Dynamique

Voir aussi technologie > chaîne électroacoustique > les micros
Rapport exprimé en décibels, entre la plus forte amplitude possible (avant distorsion) d'un signal et la plus faible (bruit de fond).

Earth

La terre.

Échantillonnage

Voir > technologie > dossiers techniques > la numérisation
Découpage d'un signal audio analogique en une multiplicité d'échantillons. L'échantillonnage est le préalable à la numérisation d'un signal.

Écho

Son réfléchi qui parvient après le son direct et est perçu comme un son séparé.



// ÉGALISEUR GRAPHIQUE



// GROUPE - SOUS-GROUPE

Effet de proximité

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros

Égaliseur, Égaliseur graphique

Voir > technologie > dossiers techniques > filtres et correcteurs

Préamplificateur ou appareil correcteur qui agit par bandes de fréquences afin de corriger les inégalités de la réponse acoustique d'un local ou le timbre d'un instrument dans un mixage.

Électret (micro à)

Un micro à électret est un petit micro (n'excédant pas 1 cm²) utilisé avec des magnétophones portables ou caméscopes.

Électroacoustique

Technique des applications de l'électricité aux traitements du son.

Électrostatique

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros
Micro ou HP basé sur le principe du condensateur.

Émetteur

Voir > technologie > dossiers techniques > micros sans fil - HF

Enceinte acoustique

Coffret recevant les haut-parleurs et les filtres pour la restitution du son.

Epanoui

Un câble épanoui offre simultanément plusieurs connexions audio professionnelles.

ERP

Etablissement recevant du public.

Façade – FOH (front of house)

Se dit du système de diffusion principal destiné à couvrir la plus grande partie de l'auditoire.

Fader - potentiomètre

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage

Atténuateur rectiligne sur la console.

Fantôme (alimentation)

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage

Système d'alimentation de certains équipements par le câble de liaison audio.

Feedback

Voir Larsen
Réinjection.

Fiche banane

Fiche mâle ou femelle de 2 ou 4 m/m, isolée du raccordement, à visser ou à souder.

Filtre

Voir > technologie > dossiers techniques > filtres et correcteurs

Flight (flight case)

Caisse de transport de matériel couramment utilisée dans le domaine du spectacle.

Foldback

Circuit auxiliaire servant à alimenter des retours de scène.

Fondamentale

Fréquence la plus basse dans un signal électrique, un son, une onde. Les harmoniques sont les signaux à fréquences multiples de fondamentales.

Fréquence

Voir physique > définition du son

Front fill

Enceinte de proximité permettant de sonoriser les premiers rangs qui ne sont généralement pas correctement couverts par la diffusion principale.

Fuse

Fusible.

Gain

Voir aussi technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage

Rapport d'amplification, rapport de la grandeur de sortie sur la grandeur d'entrée. Gain de courant, gain de tension, gain de puissance, etc. Le gain peut être exprimé en décibels.

Gate

Voir Noise-gate

Générateur

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage

Gradient de pression (microphone à)

Les micros à gradient de pression (ou à pression différentielle), ne présentent pas de cavité. La membrane est tendue sur un cadre métallique rigide, ainsi la pression acoustique agira-t-elle sur les deux faces de la membrane.

Ground

Masse de référence.

Groupe – sous-groupe

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage

Section de la console de mixage vers laquelle sont affectés des signaux des voies d'entrées afin de pouvoir les traiter d'une manière identique (direction, niveau, égalisation, compression...).

Hardknee

Position définissant comment le compresseur agit : pente raide.

Harmonique

Son ou signal de fréquence multiple d'une fréquence fondamentale. Les harmoniques donnent le timbre d'un son.

Hertz - Hz

Unité de mesure des fréquences. Nombre d'oscillations par seconde.

HF, Haute Fréquence

Fréquence élevée utilisée pour la transmission sans fil (wireless).

HP

S'utilise dans le langage courant pour désigner une enceinte (composée de plusieurs HP)

High-pass filter

Voir Passe-haut



// JACK

Hypercardioïde

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros
Directivité présentant une réjection maximale des sons provenant des côtés et de l'arrière.

Impédance

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros
Résistance en courant alternatif. L'impédance s'exprime en Ohms (Ω).

Input – IN

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
Entrée audio d'un appareil.

Insert

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
Point de connexion permettant de rompre le cheminement normal d'un signal afin d'y intercaler un appareil périphérique de traitement du son (noise-gate, compresseur, égaliseur...). Le point d'insert est composé d'un envoi et d'un retour. Il peut être câblé en asymétrique (utilisation d'un jack stéréo pour l'aller et le retour, par ex.) ou symétrique (2 jacks stéréo : 1 aller et 1 retour).

Intelligibilité (indice d')

Employé pour apprécier la plus ou moins bonne perception d'un signal sonore parlé dans un lieu.

Intercom

Système de communication entre les différents intervenants techniques.

Jack

Connecteur constitué d'une tige isolante sur laquelle sont disposés des contacts cylindriques (2 contacts : mono - asymétrique ou 3 contacts : stéréo - symétrique).

La 440

Signifie que la source vibre 440 fois/s (il est situé au milieu du piano).

Larsen, effet Larsen - feedback

Voir > technologie > dossiers techniques > filtres et correcteurs
Accrochage acoustique entre microphone et haut-parleur. Se produit généralement lorsqu'un micro se trouve à proximité d'une enceinte qui amplifie son propre signal.

LED / Diode électroluminescente

Composant électronique (LED) émettant de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant.

Level

Niveau.

Ligne check

Vérification du bon câblage des microphones lors de concerts.

Limiteur

Voir > technologie > dossiers techniques > compression
Compression à ratio infini.

Linéaire

Se dit d'un circuit ou d'un ampli dont le signal de sortie est exactement proportionnel au signal d'entrée, sans déformation.



// MONITOR WEDGE

Longueur d'onde

Voir physique > caractéristiques d'un son
Distance parcourue par une onde sonore pendant 1 période.

Loudness

Voir physique > l'ouïe
Correcteur physiologique.

Loudspeaker

Haut-parleur, enceinte.

Low-pass filter

Voir > Passe-bas

Mains

Alimentation secteur principale.

Masse

Masse électrique, point d'un circuit que l'on considère comme le potentiel de référence, le potentiel zéro.

MIDI

Standard d'interface pour le contrôle d'instruments de musique par ordinateur.

Mini disc

Disque optique numérique réinscriptible (technologie magnéto-optique) de 6,4 cm de diamètre.

Mise en phase

Opération consistant à relier les cordons des enceintes acoustiques de façon à ce que les membranes des haut-parleurs d'une installation stéréophonique se déplacent dans le même sens sous l'effet du signal (idem pour les micros).

Mixage

Mélange de plusieurs signaux avec des proportions choisies.

Monitor

Enceinte acoustique spécialement étudiée et calibrée pour les studios d'enregistrement.

Monitor (wedge)

Voir technologie > chaîne électroacoustique > haut-parleurs
Enceinte destinée à l'écoute personnelle d'un musicien et présentant une forme adaptée à son positionnement sur scène.

Mono, monophonie

Mode de diffusion du son dans lequel un seul signal audio est utilisé pour reconstituer la scène sonore. Une transmission monophonique n'a pas de relief.

Multiamplification

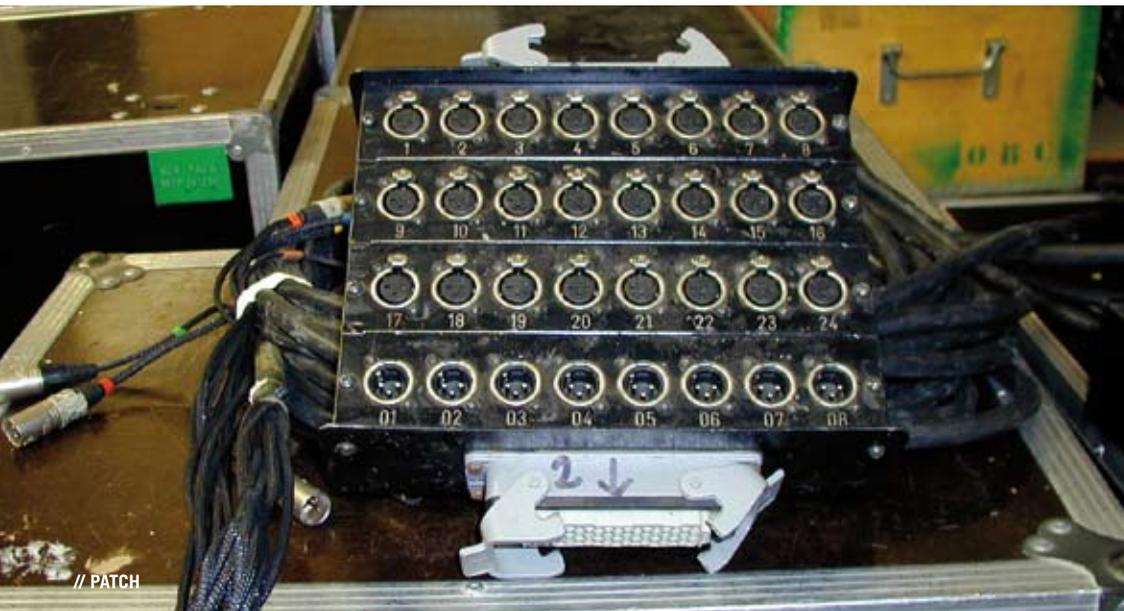
Technique consistant à alimenter chaque haut-parleur d'une enceinte à plusieurs voies, par un amplificateur de puissance séparé. L'aiguillage des signaux s'effectue au moyen d'un filtre actif disposé avant les amplis.

Multi-effet

Appareil de traitement du son permettant de créer des effets de réverbération, délai, écho, phasing, chorus, pitch, distorsion...

Multipaire - snake

Voir technologie > câblage et connecteurs
Câble constitué de plusieurs lignes.



// PATCH

Mute, muting

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
Commande permettant d'atténuer ou de supprimer le son. Silencieux (sur un récepteur).

Noise-gate

Porte de bruit coupant un signal audio en dessous d'un certain seuil (threshold).

Occlusive (ou plosive en anglais)

Ce sont notamment les "p" prononcés par un chanteur.

Octave

Ensemble de notes contenues dans un intervalle de huit degrés.

Ohm (Ω)

Unité de mesure d'une résistance (en courant continu) ou de l'impédance (en courant alternatif).

Optique

Entrées et sorties par fibre optique, utilisée pour le transport de signaux audionumériques.

Output - Out

Sortie d'un appareil audio.

PAD

Atténuateur de sensibilité sur une console.

Panoramique

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
Potentiomètre permettant de placer une source sonore dans l'espace stéréo (de gauche à droite en passant par toutes les positions intermédiaires).

Paramétrique (égaliseur)

Voir > technologie > dossiers techniques > filtres et correcteurs
Égaliseur dont tous les paramètres sont disponibles (fréquence, gain, largeur d'action).

Passe-bande

Voir > technologie > dossiers techniques > filtres et correcteurs
Filtre qui favorise une certaine bande de fréquences et atténue les hautes fréquences et basses fréquences.

Passe-bas

Voir > technologie > dossiers techniques > filtres et correcteurs
Filtre qui favorise les basses fréquences et atténue les hautes fréquences.

Passe-haut

Voir > technologie > dossiers techniques > filtres et correcteurs
Filtre qui favorise les hautes fréquences et atténue les basses fréquences.

Patch

Baie ou boîte de raccordements.

Peak

Crête.

Période

Intervalle de temps au bout duquel un signal périodique se reproduit identiquement à lui-même.

Périphérique

Équipement électronique qui ne se trouve pas dans la table de mixage et utilisé pour le traitement du son.



// MICRO À ZONE DE PRESSION

PFL (cue)

Voir technologie > chaîne électroacoustique > la table de mixage
Pré-fader listening : écoute indépendante du potentiomètre de la voie.

Phase (mise en)

Action consistant à rendre simultanées deux vibrations.
Mise en phase acoustique : décalage adéquat de deux haut-parleurs destiné à compenser l'écart de phase introduit par les filtres et leur position.

Phono

Entrée d'un préamplificateur ou d'un amplificateur intégré, destinée à recevoir le signal issu d'un tourne-disques et équipée d'un filtre correcteur RIAA.

Piqué

Aptitude à reproduire les détails fins.

Plan de fréquences

Organisation des canaux et des fréquences à échelon d'un réseau, d'un pays, d'un continent, voire du monde entier.

Pondération, pondéré (mesure)

Opération consistant à faire passer le signal au travers d'un filtre avant d'effectuer une mesure.

Potentiomètre

Circuit atténuateur constitué de deux résistances.

Pré ampli, préamplificateur

Montage électronique particulier, destiné à amplifier les signaux de faible amplitude.

Projecteur de son

Haut-parleur très directif.

Psychoacoustique

Étude de la perception du son en tenant compte de l'influence du système nerveux.

Public d'adresse PA

Sonorisation de messages vocaux (sécurité, animation dans les foires, gares, aéroports...).

Puissance crête

Voir technologie > chaîne électroacoustique > haut-parleurs
Débit d'énergie maximum, mesuré pendant les crêtes du signal. Sur un signal sinusoïdal, la puissance crête est égale au double de la puissance moyenne.

Puissance admissible

Voir technologie > chaîne électroacoustique > haut-parleurs
Puissance maximale que peut supporter un élément (par exemple une enceinte acoustique) avant sa détérioration.

Puissance "musicale"

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les amplis
Manière fantaisiste de mesurer et de chiffrer la puissance fournie par un amplificateur audio de manière à obtenir les chiffres les plus favorables.

Puissance efficace (ou RMS)

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les amplis
Puissance moyenne à long terme.

PZM

Voir technologie > chaîne électroacoustique > les micros
Principe de microphone utilisant la surface sur laquelle il est positionné (micro à zone de pression).



// RACK FX



// SUB (BASS)

Q

Voir > technologie > dossiers techniques > filtres et correcteurs
Largeur d'action d'un égaliseur ou indice de directivité d'une enceinte.

Rack

Bâti métallique ou en bois recevant les appareils électroniques aux dimensions standard 19" (19 pouces = 49 cm).

Random

Aléatoire.

Rapport Signal/Bruit

Mesuré en dB, il indique le rapport entre le niveau maximal et le bruit de fond d'un appareil audio.

Ratio

Voir > technologie > dossiers techniques > compression
Taux de compression. Rapport entre ce qui sort et ce qui entre dans le compresseur.

Récepteur HF

Voir > technologie > dossiers techniques > micros sans fil - HF
Appareil de captation des signaux hautes fréquences.

Release

Voir > technologie > dossiers techniques > compression
Relâchement, retour. Temps après lequel un appareil de traitement du son retrouve sa position initiale.

Renforcement sonore

Légère sonorisation permettant de rendre plus intelligible ou présent un signal acoustique.

Résistivité

La résistivité d'un matériau représente sa capacité à s'opposer à la circulation du courant électrique. (Unité : ohm-mètre)

Résonance

Mise en vibration d'un système à sa fréquence propre.

Retour de scène

Enceinte destinée à être disposée sur scène.

Réverbération

Voir physique > caractéristiques d'un son
Phénomène de persistance du son dû à de multiples réflexions.

Retard

Voir délai

RMS

Voir puissance efficace

"Ronflette", Ronflement

Voir technologie > câblage et connecteurs
Bruit parasite de fréquence basse, ressemblant à un ronflement et provoqué par l'alimentation secteur ou une masse défectueuse.

S/PDIF, Sony/Philips Digital Information Format

Format de transmission de signaux audio numériques non compressés entre appareils grand public.

Seuil - Threshold

Niveau à partir duquel un appareil entrera en action.

Shelf

(Low) shelf / Cet outil ne coupe pas les fréquences mais les atténue ou les amplifie : à partir d'une fréquence choisie, il

agit sur toutes les fréquences au-dessous de celle choisie. Par exemple, enlever 5dB à toutes les fréquences en dessous de 500 Hz. (High) shelf / Cet outil atténue ou amplifie toutes les fréquences aigües au-delà de la fréquence choisie.

Shield, écran

Voir Blindage

Side fill

Diffusion sur scène par des enceintes placées sur les côtés.

Signal

Grandeur électrique (courant, tension,...) porteuse d'information. Signal audio, signal vidéo, signal numérique, etc.

Signal sur bruit

Voir rapport Signal/Bruit

Silencieux

Dans un récepteur de radio, le circuit silencieux (squelch, mute) coupe le signal audio lorsque le signal à l'antenne est inférieur à un niveau prédéterminé.

Sinusoïde, sinusoïdal (signal)

Courbe représentant, en fonction du temps, la position verticale d'un point décrivant un mouvement circulaire. Sinusoïdal se dit d'un signal dont la représentation temporelle est une sinusoïde.

Softknee

Position définissant comment le compresseur agit : pente douce.

Solo

Voir PFL

Sonomètre

Appareil de mesure de la pression acoustique.

Sonorisation

Action de renforcer le son par des moyens électroacoustiques appropriés. Par extension : ensemble du matériel nécessaire à réaliser cette action.

Souffle

Bruit de fond d'un équipement audio-électronique.

Spectre

Ensemble du domaine des fréquences.

SPL / Sound Pressure Level

Niveau de pression sonore.

Spare

Désigne un équipement de secours.

Speakon

Connecteur utilisé principalement pour les HP.

Splitter

Voir pratique > sonoriser un concert Rock/Pop
Système de distribution d'un signal sur plusieurs sorties sans perte de signal ni liaison de masse commune.

Sub (basses)

HP spécialisé dans la restitution des fréquences très graves (inférieures à 100 Hz).



// VU-MÈTRE

Symétrique – balanced

Voir technologie > câblage et connecteurs
Se dit d'une liaison à 2 conducteurs identiques, plus une masse servant de blindage. Ce type de liaison peut atteindre plusieurs dizaines de mètres de long.

Talk back

Micro d'ordre permettant de communiquer avec la scène ou les coulisses.

Threshold

Voir > technologie > dossiers techniques > compression
Seuil à partir duquel un appareil se mettra à fonctionner.

Time code

Code temporel pour la synchronisation de plusieurs appareils.

Temps d'attaque

Voir > technologie > dossiers techniques > compression
Temps après lequel le procédé de traitement du son débutera.

Transducteur

Capteur permettant de transformer une énergie acoustique en énergie électrique.

Tweeter

Haut-parleur chargé de la reproduction des aigus.

Transformateur

Composant permettant l'adaptation en courant, tension ou impédance entre une source et une entrée (transformateur d'alimentation, ligne, micro, d'isolement...).

UHF

Bande de fréquences de 400 MHz à 1.2 GHz.

VCA

Volage controled amplifier : commande de l'amplification par une tension, par opposition au Fader qui n'est qu'une résistance variable.

VHF

Bande de fréquences de 150 MHz à 400 MHz.

Volt (V)

Unité de mesure d'une tension électrique.

100 Volts

Voir pratique > ligne 100 Volts
Système de diffusion vers des HP sous une tension élevée permettant des liaisons de grande longueur.

Vu-mètre

Appareil indiquant le niveau de modulation.

Watt (W)

Unité de mesure exprimant une puissance électrique.

Wedge

Voir retour de scène

Woofier

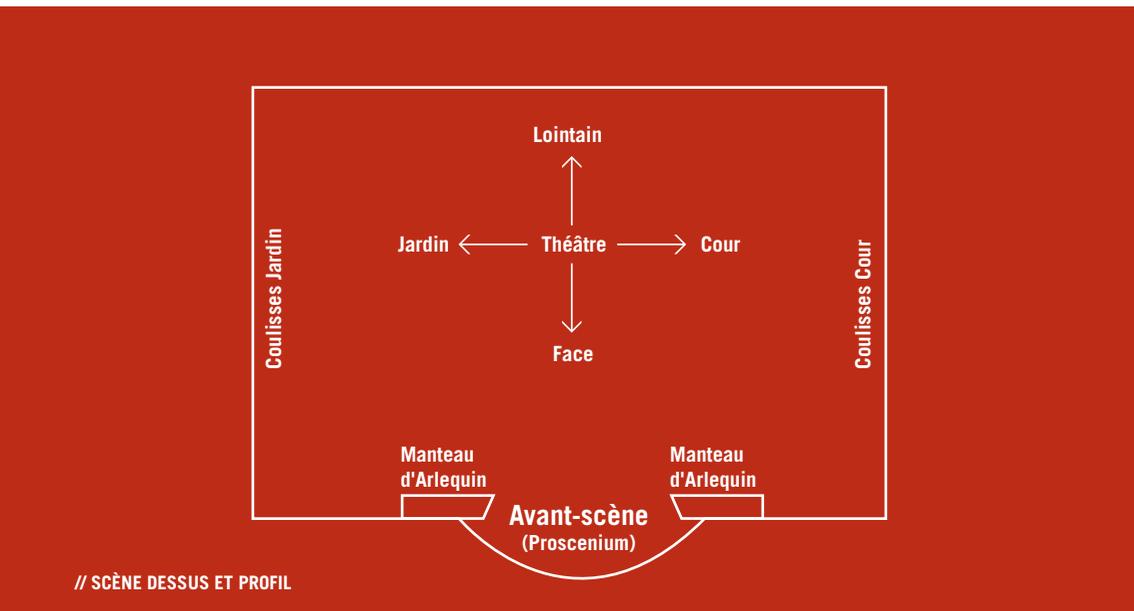
Voir Boomer

XLR

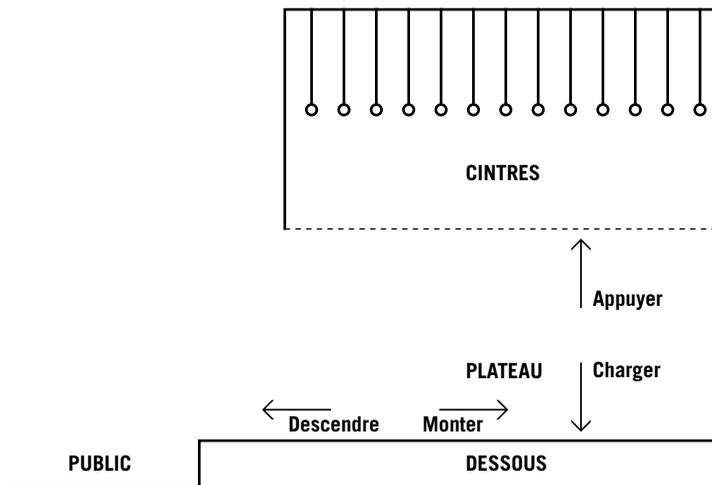
Voir technologie > câblage et connecteurs
Norme de connexion.

XY

Voir > technologie > dossiers techniques > prise de son en stéréo
Technique de prise de son stéréo par différence d'intensité.



// SCÈNE DESSUS ET PROFIL





L'a.b.c. de la sonorisation est une production originale de l'Agence culturelle d'Alsace,
Route de Marckolsheim BP 90025 – 67601 Sélestat cedex
Direction de la publication : **François Gelin**. Le guide a été réalisé par **Benoît Burger, Christian Siabas, Marc Jacquemond**, avec le concours de **Christophe Kam**. Rédaction **Benoît Burger**.
L'Agence culturelle d'Alsace tient à remercier **Christian Bedez, Denis Fenninger** et **Yves Kaiser** pour leur contribution à l'édition du Guide a.b.c. de la sonorisation.

Cette réédition est une initiative de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

réalisée par la **Régie Culturelle Régionale**
Président **Alain Hayot**
Directeur de la publication **Jacky Sabatier**
Chargée de projet **Joëlle Metzger**
Chargée d'édition **Viviane Dupuy**
Supervision technique **Jean-Pierre Huissoud**
Conception graphique **saluces.com**

Remerciements

>> Les auteurs de l'édition originale
>> Jean-Louis Larcebeau, I.S.T.S. Avignon

Achévé d'imprimer en décembre 2008
sur les presses de l'imprimerie Delta Color – Nîmes
Dépôt légal décembre 2008 – tous droits réservés

Crédits

Couverture // David Allan Brandt@Getty Images
Rabat intérieur // Un peu d'histoire@Saluces
P.8, 9, 10 // @Saluces
P.13 // matériel technique, Régie culturelle régionale 2008
P.14, 15 // Chris Cousins@iStockphoto
P.16 // Questions d'identité, festival d'Avignon, 2007
P.18 // Tout le monde danse, Biennale des Pratiques Amateurs, Aubagne 2006
P.20 // Les Suds, Arles, Henriette Desjonquères, 2007
P.22 // @Saluces
P.24 // Festival des musiques juives, Carpentras, Caroline Ablain 2003
P.26, 27 // Fortissimo, Biennale des Pratiques Amateurs, Mont-Dauphin 2008
P.28 // Festival international de piano, La Roque d'Anthéron, Marie Guichaoua, 2005
P.30 // Jazz à Juan, Antibes Juan les Pins, Yves Coqueugnot 2006
P.32 // Oaïstar, Les escales du cargo, La comedia provençala, Laurence Andrieux 2005
P. 36, 37 // Le Grenier à sons, Cavaillon, Jean-Christophe Lett 2008
P.38, 39 // David Joyner@iStockphoto
P.40, 41 // Mark Evans@iStockphoto
P.42 // Clint Spencer@iStockphoto
P.44 // Marsatac, Emilie Ballif 2003
P.45 // Festival de Néoules, Laurence Andrieux 2005
P.46 // Orchestre des Jeunes de la Méditerranée, Nuits Caroline, Marseille, Carole Bréguier, 2004
P.48, 49 // Don Bayley@iStockphoto
P.52, 53 // Festival de musiques électroniques, Nu-Ziq, Nice, Alan Eglinton 2006
P.52 // Ewa Albrecht@iStockphoto
P.56 à 101 // matériel technique, Jean-Christophe Lett 2008
P.72, 73 // Jazz à Juan, Antibes, Juan les Pins, Yves Coqueugnot 2007
P.88, 89 // Steve Mann@iStockphoto
P.102 // matériel technique, Régie culturelle régionale 2008
P.106, 107 // Jazz à Juan, Antibes, Juan les Pins, Yves Coqueugnot 2007
P.108, 109 // Marsatac, Marseille, Emilie Ballif 2003
P.110 // matériel technique, Jean-Christophe Lett 2008
P.112 // Inga Ivanova@iStockphoto
P.128 à 142 // matériel technique, Jean-Christophe Lett 2008
P.114 // Trop Puissant, Linkaz.com
P.115 // No More Babylon, 2002
P.116, 117 // Les rencontres des films du delta, Arles, Alan Eglinton 2006
P.118, 119 // @Saluces
P.122, 123 // @Saluces
P.136 // @iStockphoto
P.138 // Marsatac, Marseille, Emilie Ballif 2003

