

Sonorisation > Technologie > Technologie

## Technologie

La chaîne électro-acoustique est constituée d'une succession d'éléments plus ou moins complexes : du microphone à la diffusion en salle en passant par la console de mixage, chaque appareil est lié à l'autre. La connectique permet ce passage, afin d'obtenir un son propre.



Sonorisation > Technologie > La chaine électroacoustique

## La chaine électroacoustique

Quelques rappels :

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

Sonorisation > Technologie > En pratique > En pratique

## En pratique

La mise en place des enceintes et leur branchement aux amplificateurs répond à certains paramètres qu'il faut respecter, notamment la phase et l'impédance.



Sonorisation > Technologie > Dossiers techniques > Dossiers techniques

## Dossiers techniques

Le son, matière artistique, requiert une approche technique forte. Ci-après, le fonctionnement des filtres correcteurs, des compresseurs, la prise de son...



Sonorisation > Technologie > Les hauts-parleurs et enceintes > Les haut-parleurs et enceintes

## Les hauts-parleurs et enceintes

En bout de chaîne électro-acoustique, les enceintes diffusent le son qui a été travaillé par les autres éléments en amont. Tout comme les micros, la qualité de restitution des appareils de diffusion influe directement sur la qualité du son d'un spectacle.



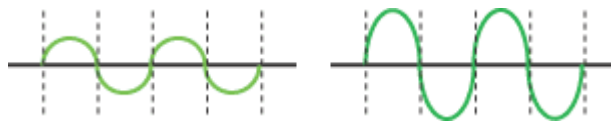
Sonorisation > Technologie > L'amplificateur > L'amplificateur

## 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.

Sonorisation > Technologie > Câblage et connecteurs > Câblage et connecteurs

## Câblage et connecteurs

Avant d'offrir un son aux fréquences harmonieuses, la première recherche du régisseur son ou du sonorisateur est d'obtenir un son propre, c'est-à-dire sans buzz ni ronflette. Pour cela, il y a lieu de respecter le branchement des éléments entre eux par une connectique adéquate.



Sonorisation > Technologie > La table de mixage > La table de mixage

## 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.



Sonorisation > Technologie > Les microphones > Les microphones

## 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-t-il les sons ?

Sonorisation > Technologie > Câblage et connecteurs > Les différents niveaux électriques

## Les différents niveaux électriques

Dans la chaîne électro acoustique 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).

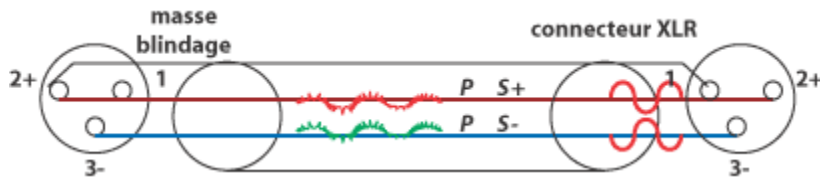
Chacun sera utilisé pour faire passer le signal : l'un pour l'aller (+), l'autre pour le retour (-). Le blindage joue un rôle protecteur en constituant un écran qui empêche les parasites de s'ajouter au signal. Il est connecté à la masse de la console (1). Mais si des parasites apparaissent malgré tout 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'ajoutent ( $S + \text{moins } S = 2 S$ ) 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

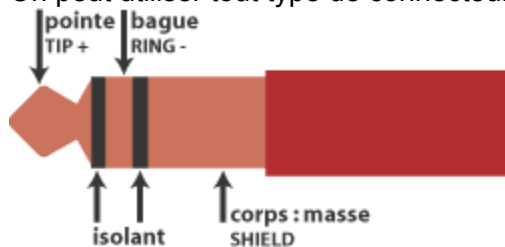


## Les niveaux électriques moyens :

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 tout type de connecteurs à trois contacts : XLR, jack stéréo...



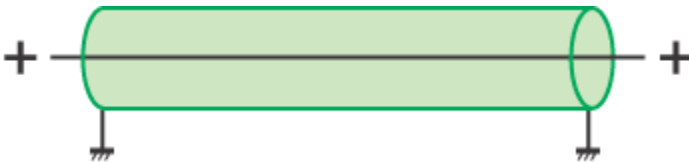
**Attention** : si le signal que l'on doit véhiculer (synthétiseur, guitare, lecteur CD...) est asymétrique (sorties cinch, jack mono, ou même XLR), il faut symétriser la liaison à l'aide d'une boîte de directe active ou passive.



sur de courtes distances, quelques mètres au maximum, la liaison peut être asymétrique. 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).

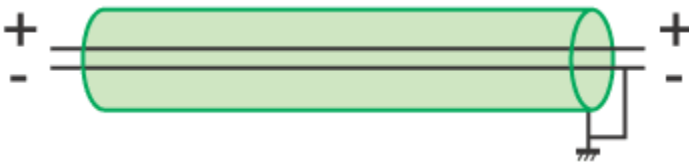


**Les liaisons asymétriques** sont relativement sensibles aux champs électromagnétiques. Ses deux conducteurs ne sont pas identiques : l'un est un câble assez fin à fils torsadés ; l'autre une gaine tressée ou une feuille d'aluminium et un fil dénudé qui assure la continuité.



**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.



### **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 rapprocher 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 à bien vérifier les connecteurs que l'on réalise ; les rallonges doivent être "transparentes" : le câble n°1 de la mâle sur le 1 de la 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 oeuvre 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!



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

Sonorisation > Technologie > La table de mixage > Voie d'entrée

## Voie d'entrée

**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 passe-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 électro-statiques, 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. 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...

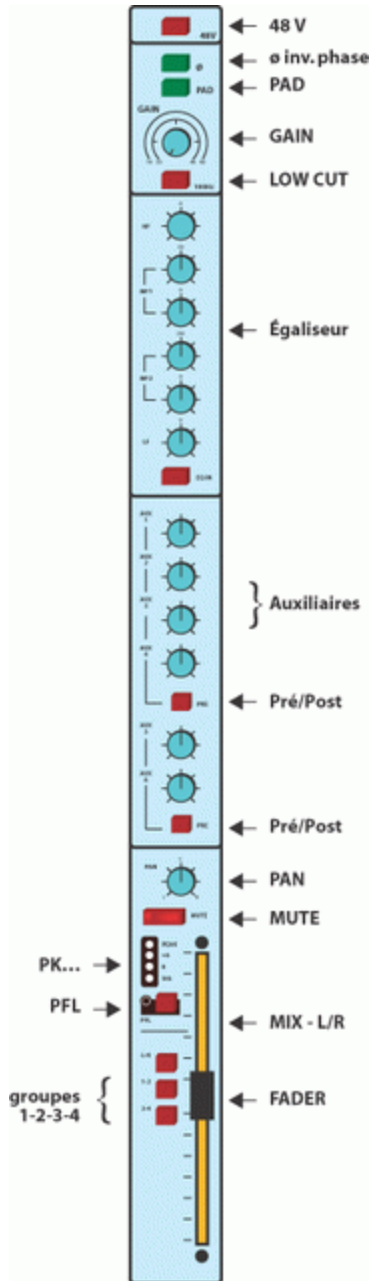
• **PK, SENS, BARAGRAPHE :**

Chaque modèle de console fournira un certain nombre (voir 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.



Sonorisation > Technologie > Les hauts-parleurs et enceintes > Les haut-parleurs

## 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.

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

les **boomers ou woofer** à grand diamètre( 12 "- 30 cm, 15"- 38 cm, 18"- 46 cm ) pour la resti-tution des fréquences basses. Ce 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 **tweeter** 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).



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 :**

Elle 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 ( $\Omega$ ). 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  $\Omega$ .

Sonorisation > Technologie > En pratique > Installation des enceintes

## Installation des enceintes

### 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 aiguës.

Les aigus s'atténuent plus rapidement que les basses.

Les basses rayonnent de manière omnidirectionnelle.

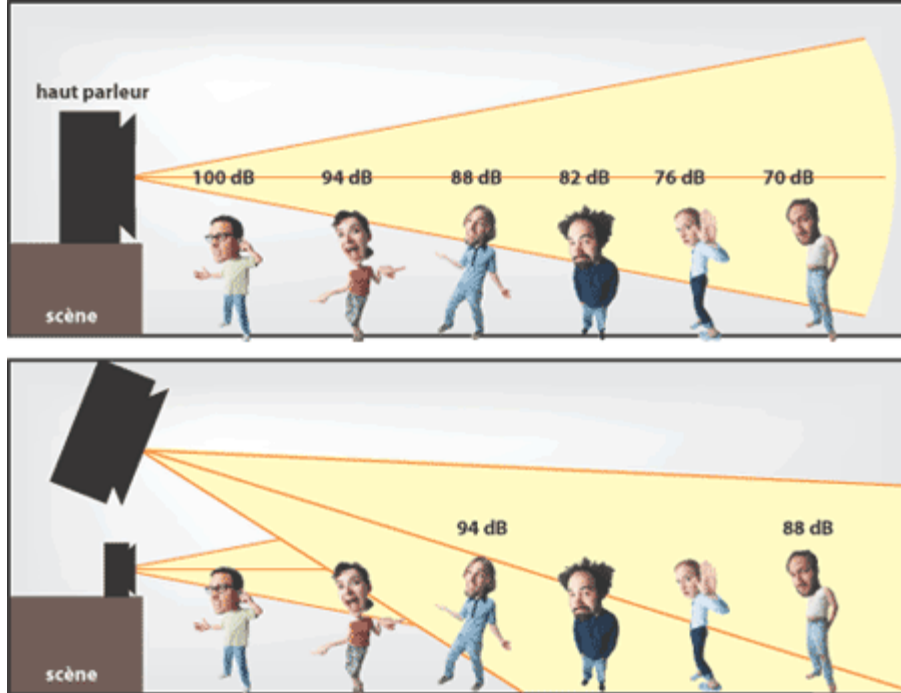
Les enceintes diffusent le son (surtout le médium / aigu qui nous intéresse pour une bonne intelligibilité) selon une certaine couverture angulaire horizontale et verticale.

#### 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.

Exemple d'utilisation :



Sonorisation > Technologie > L'amplificateur > Caractéristiques techniques de l'amplificateur

## 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 watt 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.

Par 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 à classe A qui reproduit le son de 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.



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

Sonorisation > Technologie > Dossiers techniques > Filtres et correcteurs

## 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 passe-bas (hi cut) ne laisse passer que les fréquences basses (schéma A)

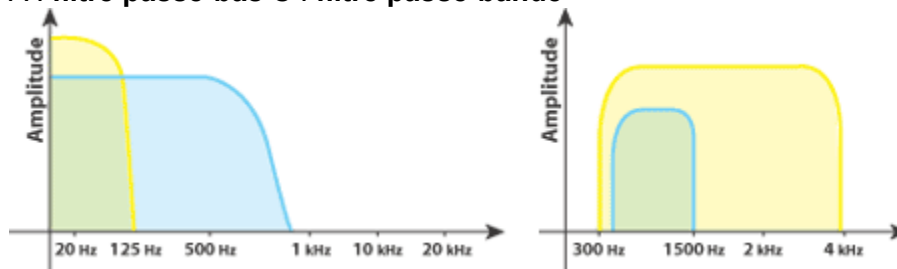
le filtre passe-haut (low cut) ne laisse passer que les fréquences aiguës (schéma B)

le filtre passe-bande ne laisse passer que les fréquences comprises entre 2 limites (schéma C)

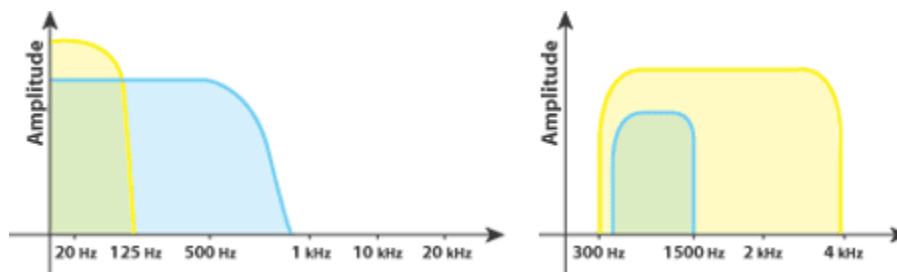
le filtre coupe-bande (band reject) laisse passer toutes les fréquences à l'exception de celles situées autour d'une certaine fréquence (schéma D)

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

#### A : filtre passe-bas C : filtre passe-bande



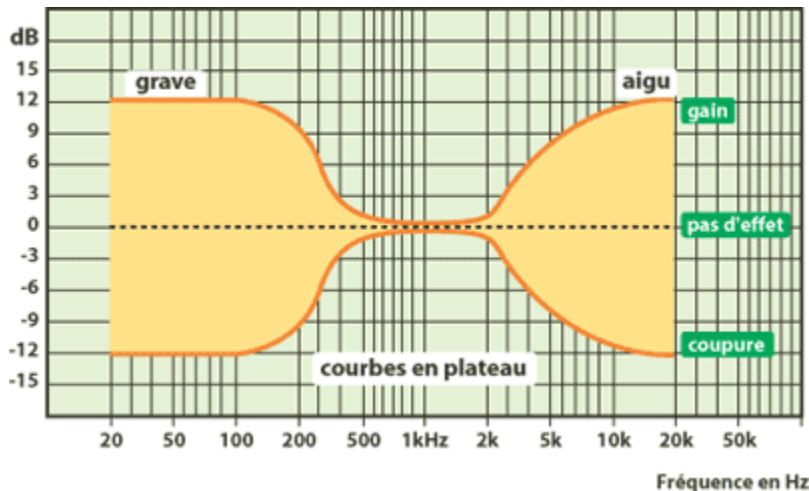
#### B : filtre passe-haut D : filtre coupe-bande



## 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 larsens...

### 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 :

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

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.

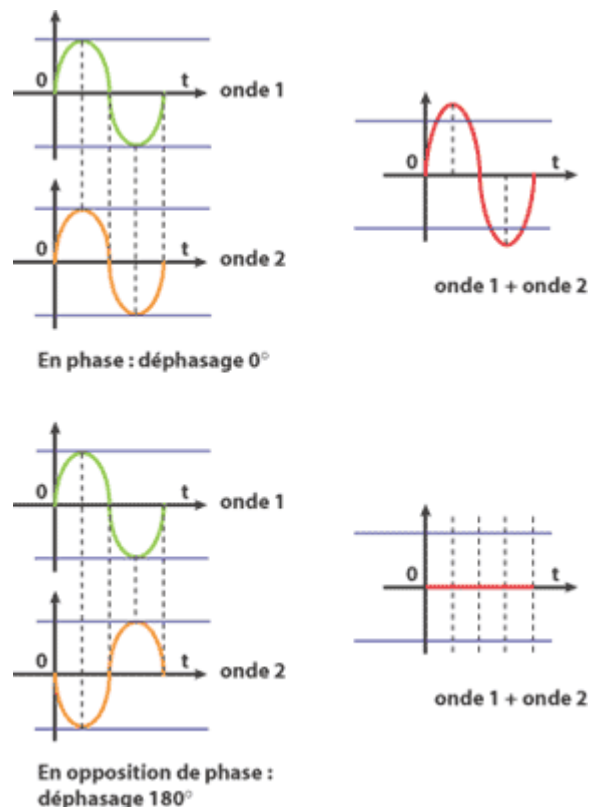
il est indispensable de corriger la courbe de réponse d'un système sono/salle en réduisant les fréquences graves et bas-médiums existantes en excès et amplifiées par l'acoustique de la salle (ce qui provoque un effet de masque), plutôt que de vouloir systématiquement augmenter les fréquences aiguës.

Sonorisation > Technologie > Câblage et connecteurs > Polarité et phase

## 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 !

**Que se passe-t-il lorsque la polarité ou phase (+ sur + ; - sur -) n'est pas respectée ?**



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 coté 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 insert 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) ou manque considérablement de graves.

Sonorisation > Technologie > La table de mixage > La section des sorties

## 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. 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.

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

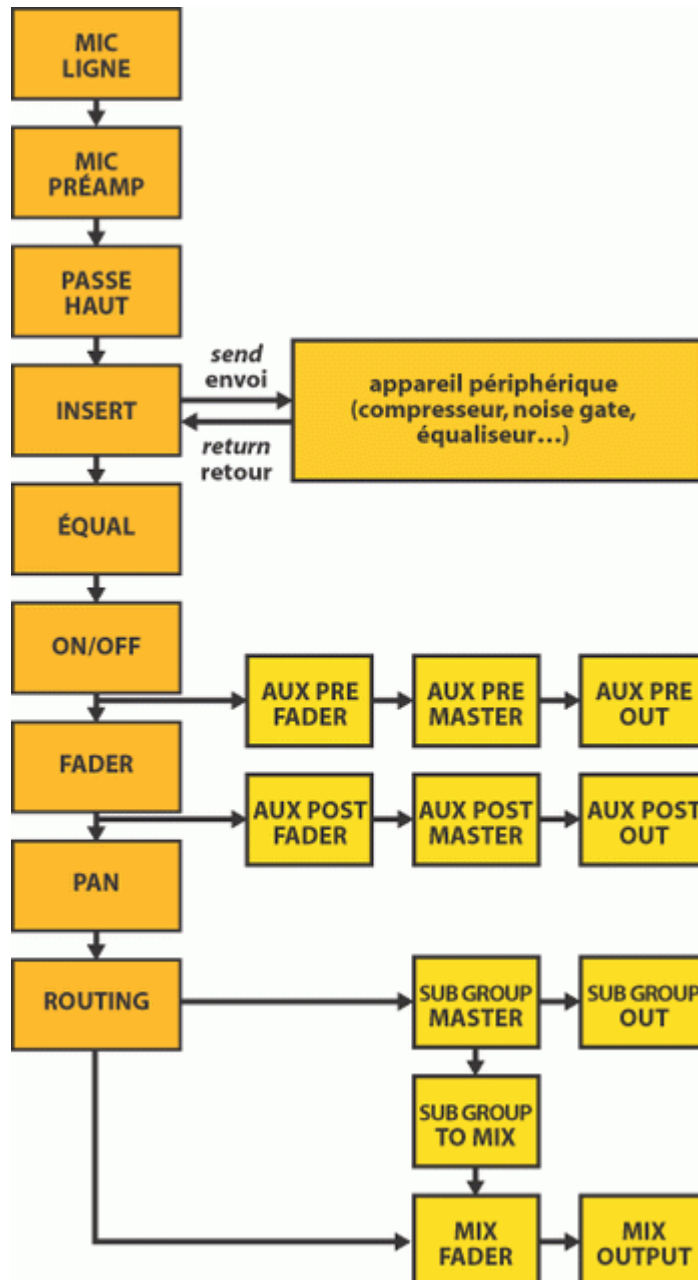


toucher à l'état de la console. Cette entrée supplémentaire peut aussi servir à diffuser un lecteur CD, MD... lorsque toutes les voies d'entrée sont utilisées.

**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...

Synoptique d'une voie d'entrée console :



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.

Sonorisation > Technologie > Les hauts-parleurs et enceintes > Les enceintes

## 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, exceptées 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-address, 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 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.

*Inconvénients* : coût plus élevé par la mise en oeuvre 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 secteur 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, dus à certains compromis sur l'amplification. Poids plus important.

Sonorisation > Technologie > En pratique > Branchement des enceintes

## Branchement des enceintes

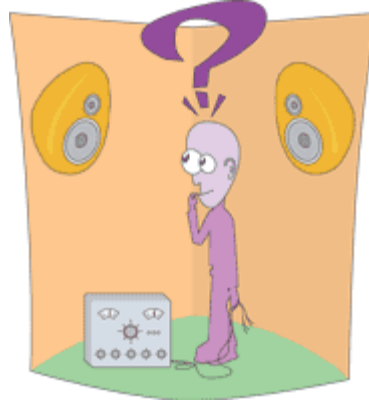
### Peut-on brancher plusieurs enceintes sur un même canal d'amplificateur ?

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.



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.

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

Exemple : Soit pour  $R = 8 \text{ ohms}$ ,  $R^* = \frac{1}{(1/8 + 1/8)} = \frac{1}{0,125+0,125} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ ohms}$

Sonorisation > Technologie > Dossiers techniques > Effet Haas

## 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 :

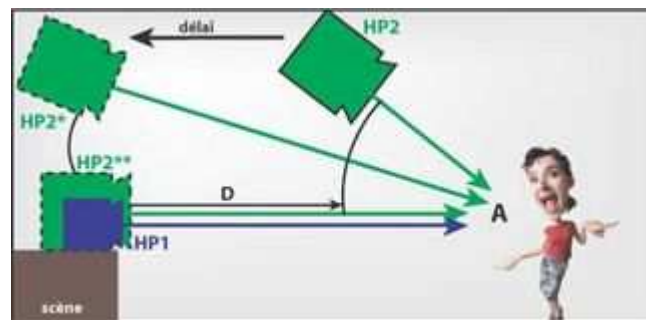
Nous avons 2 HP pour sonoriser la salle, HP1 sur scène et HP2 suspendu :

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  $D = 10\text{m}$  ; le retard sera  $10 \times 3$ , 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.



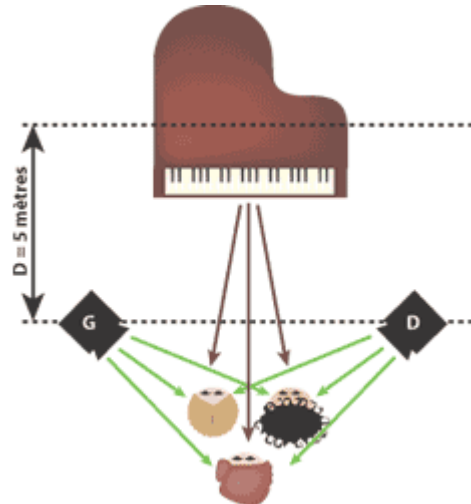
### Exemple et autre application possible du principe de l'effet Haas :

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.

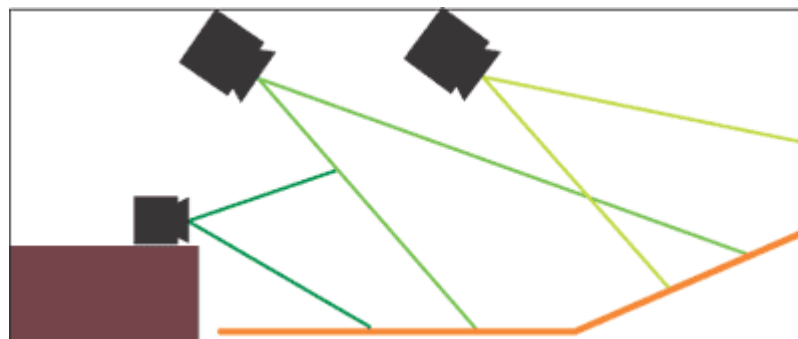
Lorsque nous leur appliquons un retard correspondant à  $5 \text{ m} \times 3 \text{ ms}$ , soit 15 ms ou

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.



## La ligne à retard et rappels délayés

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 recalculer 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 délayés.

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 :  $6 \times 3 = 18$  ms

Pour les HP au-dessus des gradins :  $22 \times 3 = 66$  ms.

Ces valeurs sont théoriques et servent de base de travail.

**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.

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.

Sonorisation > Technologie > Les microphones > Directivité des microphones

## 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 PZM.

### 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 coeur)



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 coeur)



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.

### **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 sonde 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.

Sonorisation > Technologie > L'amplificateur > Connexions

## 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.

La directive "Basse Tension" de l'Union Européenne est en vigueur depuis le 1er 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 banane.

Sonorisation > Technologie > En pratique > Ordre d'allumage et d'extinction des équipements

## Ordre d'allumage et d'extinction des équipements

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

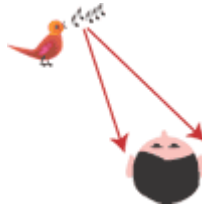
**A l'allumage**, on alimente tous les équipements (console, périphériques...) avant les amplificateurs.

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

Sonorisation > Technologie > Dossiers techniques > Prise son stéréo par couple de micros

## 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.

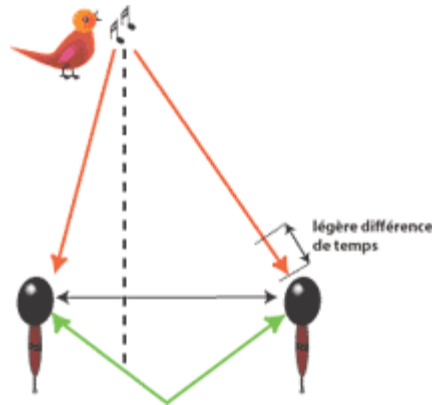
La prise de son stéréo par couple nécessite l'utilisation de deux micros et de deux haut-parleurs ; chaque micro alimente un HP. Nous distinguons deux principes de prise de son par couples :

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).

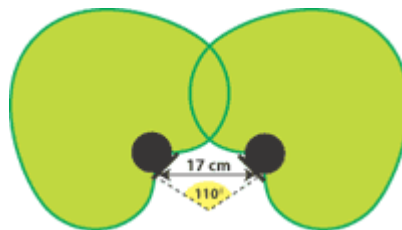


On fait varier l'angle et l'écartement des micros cardioïdes suivant la largeur de la source et de l'espace recherché. Si l'angle est très ouvert nous obtenons une bonne localisation G/D, mais moins dans la profondeur.

### 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  $110^\circ$ . Ces valeurs s'approchent de la distance qui sépare les deux oreilles.

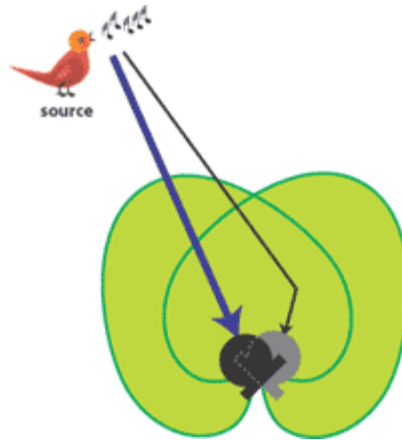
Cette technique reproduit assez fidèlement la perception humaine.



### 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.

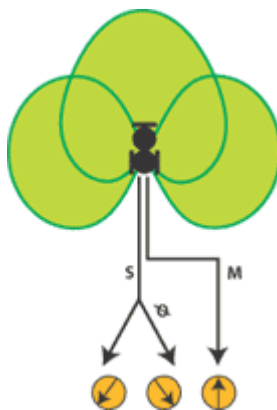


Lorsque la source est à gauche, c'est le micro de droite (dirigé vers la gauche) qui reçoit l'intensité la plus grande. On fait varier l'angle ainsi que l'écartement des capsules pour élargir ou resserrer l'espace stéréo. Cette technique est utilisée de préférence pour la prise de son de petits ensembles 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 cotés. 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 mélange au mixage et de recréer une image stéréophonique.

Sonorisation > Technologie > Les microphones > L'impédance

## 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).

Sonorisation > Technologie > Câblage et connecteurs > Alimentation électrique

## 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 mm<sup>2</sup>, voire 4 ou 6 mm<sup>2</sup> 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.  
on connectera la terre du secteur destiné à la sonorisation sur un piquet de terre différent des équipements lumières (pas toujours très efficace...). Pour assurer une meilleure conduction, il est nécessaire de bien humidifier le piquet de terre.

Sonorisation > Technologie > La table de mixage > La table de mixage / Consoles numériques

## La table de mixage / 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 ; on dit souvent que le son numérique est froid, mais nous ne sommes qu'au début de l'ère numérique et dans ce domaine la technologie avance très vite...

Quelques références :

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



Sonorisation > Technologie > Les microphones > Effet de proximité

## Effet de proximité

L'**impédance** d'un microphone est sa résistance interne, elle s'exprime en **OHMS**. 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 224....

Sonorisation > Technologie > Câblage et connecteurs > Boucle de masse et problèmes de ronflette

## 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 oeuvre (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)

### 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.



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 :**

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.

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



Sonorisation > Technologie > Dossiers techniques > Micros sans fil ou HF

## 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.

**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 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.

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 peut être consulté sur leur site internet.

Sonorisation > Technologie > Dossiers techniques > Compression

## 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 au contraire 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.

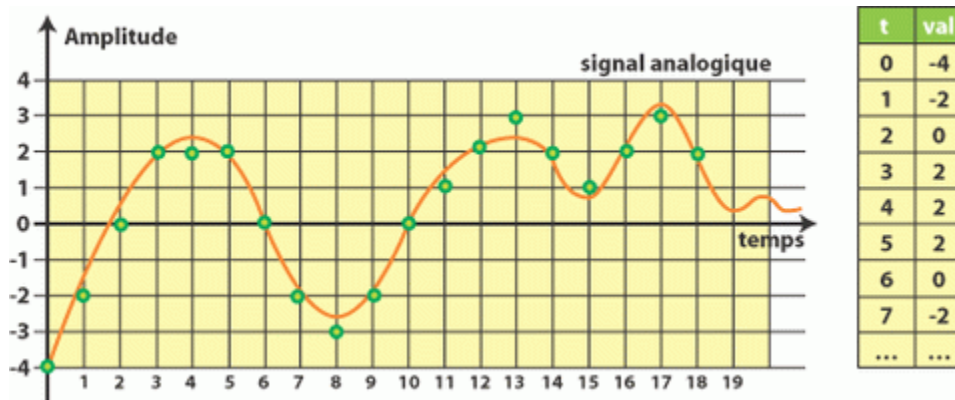
Sonorisation > Technologie > Dossiers techniques > La numérisation du son

## 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 et quantification



### Échantillonnage

Les vibrations sonores sont transformées en liste de nombres grâce à un convertisseur Analogique/Numérique (A/D).

Le convertisseur prélève des valeurs du signal à des intervalles de temps réguliers et les transforme en nombre binaire. Il ne lit pas toute la courbe, mais seulement quelques échantillons.

Le nombre d'évènements lus par seconde nous donne la fréquence d'échantillonnage. Cette fréquence doit être suffisamment grande, afin de préserver la forme originale du signal.

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.

### **Fréquences d'échantillonnage normalisées :**

32 kHz pour la radio FM en numérique (la bande passante est alors réduite à 15 kHz)

44.1 kHz, 96 kHz pour l'audio professionnel et les CD

48 kHz pour les enregistreurs numériques professionnels et l'enregistrement grand public DAT, Mini disc...

### **Quantification**

En analogique, toutes les valeurs d'amplitude sont possibles ; ce n'est pas le cas en numérique où il y a quantification. Après avoir découpé le signal en échantillons, il faut les mesurer et leur donner une valeur numérique en fonction de leur amplitude.

Pour cela on définit un intervalle de N valeurs destiné à couvrir l'ensemble des valeurs 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 représenté par un nombre entier. 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

Les systèmes grand public actuels (CD, DAT) travaillent avec 16 bits, soit 65 536 niveaux (de - 32 768 à + 32 767).

Le standard des nouvelles machines professionnelles ainsi que du DVD sera de : 24 bits – 96 kHz. Ces caractéristiques permettent d'améliorer la dynamique et la bande passante des signaux audio, avec une reproduction encore plus proche de la réalité tout en ayant la possibilité de se livrer à des traitements numériques plus sophistiqués, et ceci sans dégrader le signal.

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.

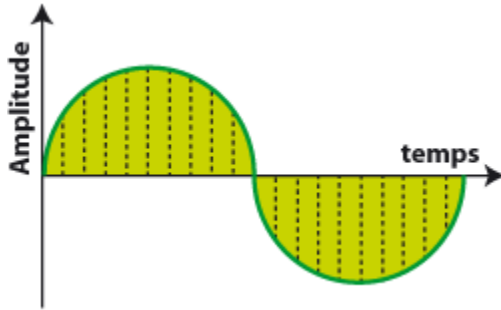
Plus l'encodage est important, plus la dynamique sera élevée et le bruit de fond limité.

### **Restitution et filtrage des signaux numériques**

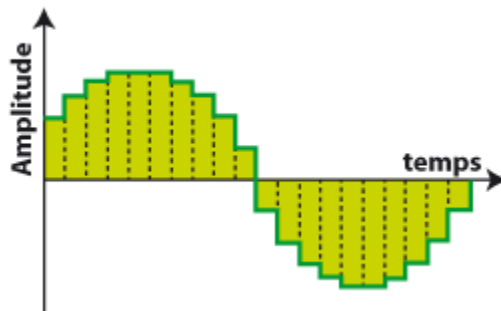
Le signal numérique n'a plus la belle allure du signal analogique, car il n'est défini

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 en 16 bits).

### Signal analogique



### signal échantillonnée



Pour redonner une belle allure au signal, il faut le filtrer (le lisser) à l'aide d'un filtre passe-bas.

Ce filtrage peut-être réalisé de façon analogique, avec des circuits électroniques.

Il est toutefois plus performant et plus propre de réaliser un filtrage 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 et la sophistication du circuit intégré. On peut aller aujourd'hui jusqu'à un sur-échantillonnage de 128 fois.

### Transmission du son numérique :

Norme AES/EBU : format professionnel, transmission du signal stéréo sur un câble symétrique en XLR.

Format SPDIF : 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 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 dues 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**

Note pour aider à la compréhension :

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.

**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 !**



Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > Principaux types de microphones

## **Les principaux types de microphones**

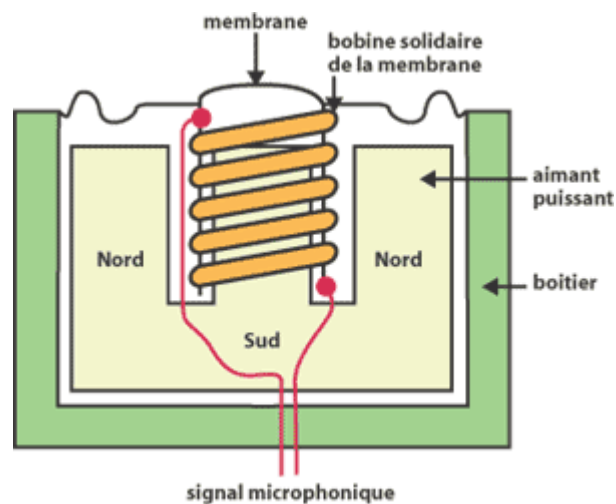
A chaque situation correspond une technologie de microphone et un type de micro : micro dynamique ou statique, à électret ou à zone de pression... Le micro universel n'existe pas et le régisseur sait choisir son micro en fonction de l'usage.



Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > Le microphone électrodynamique à bobine mobile

## 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) ; sa réponse aux transitoires est très moyenne.



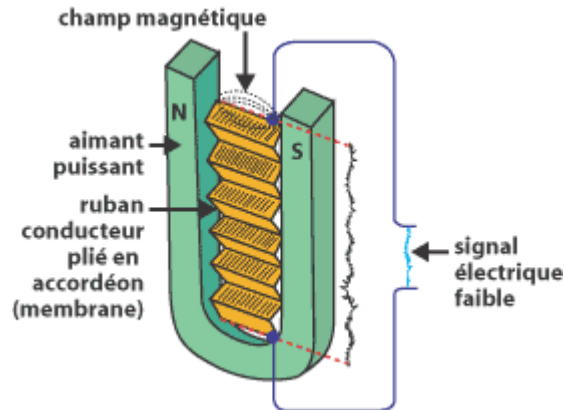
Utilisation :  
ce micro trouvera sa place sur scène où la qualité du son est moins importante qu'en studio. Les micros adaptés à la voix ont une courbe de réponse remontée vers 5 000 Hz pour donner une meilleure intelligibilité et proposent généralement un filtre antivent et pop (atténuation des plosives et des sifflantes).



Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > Le microphone à ruban

## 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.

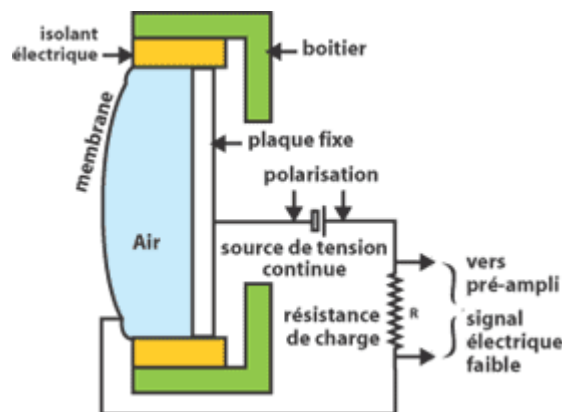
Exemples : Beyer M160, Mélodium...

Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > Le microphone électrostatique

## 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. Sa réponse aux transitoires est excellente. Ils 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 : Shure SM81, Akg 451, sennheiser

MKH40,  
Neumann KM184, Schoeps...



Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > Le microphone électrostatique à électret

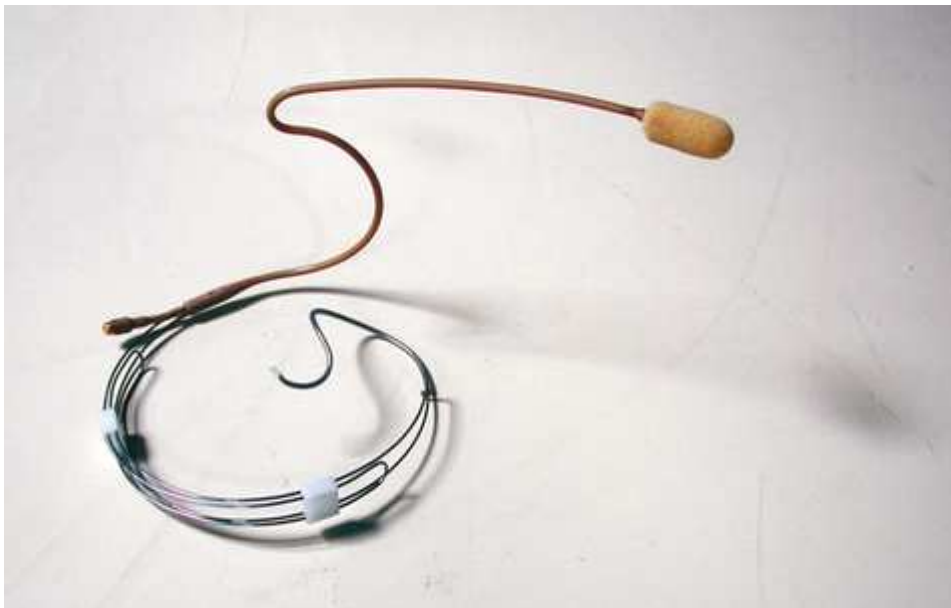
## **Le microphone électrostatique à électret**

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..

Utilisations : 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, ME102,104, Shure SM98, AKG408,409,614....



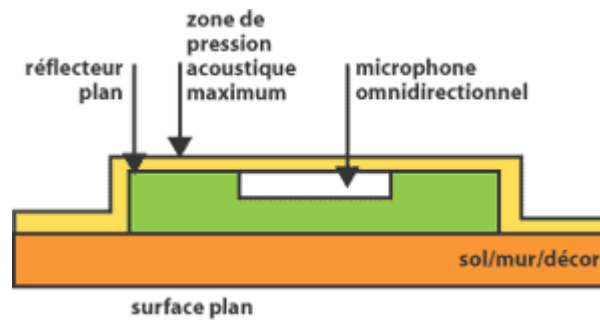
Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > Le microphone à zone de pression

## 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.

Utilisations : de part 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....





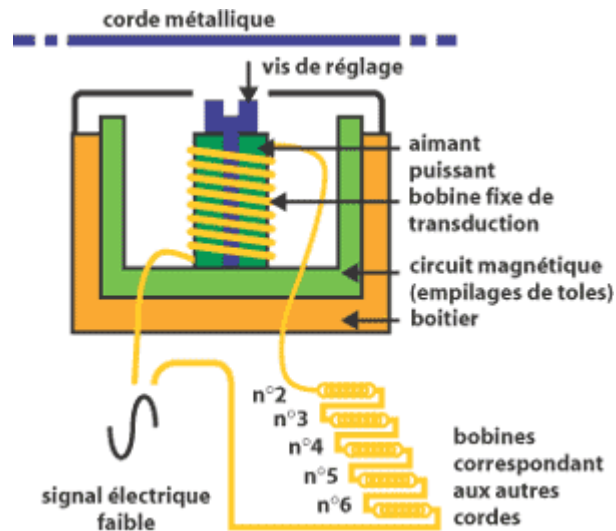
Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > Le microphone électromagnétique

## 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.



Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > Le microphone de contact

## **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.

Utilisations : 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, Shertler...

Sonorisation > Technologie > Les microphones > Principaux types de microphones > La boîte de direct (di box)

## 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.

Utilisations : branchement sur la console de mixage de synthétiseurs, guitares...situées sur scène.

Exemples : BSS, SCV, Hudson...