

Le Son



Dan GOUJON

SOMMAIRE

I- ACOUSTIQUE (P6)

A- L'ONDE SONORE

P7

- 1- Principe
- 2- Vitesse de propagation

B- NOTIONS DE PHYSIQUE ACOUSTIQUE

P8

- 1- L'onde sonore
- 2- Réaction aux obstacles
- 3- Superposition d'ondes
- 4- Effet Doppler
- 5- Les ondes stationnaires
- 6- Résonance
- 7- Correspondance notes / fréquences

P9

P10

P11

P12

C- LES SONS COMPLEXES

P13

- 1- Harmoniques
- 2- Partiels
- 3- Transitoires
- 4- Timbre
- 5- Définition d'un son

D- LE DECIBEL

P14

- 1- Définition
- 2- Atténuation
- 3- Le sonomètre

P15

E- PERCEPTION AUDITIVE

P16

- 1- Oreille et fréquences
- 2- Sensibilité
- 3- Fatigue auditive
- 4- L'âge

P17

F- ACOUSTIQUE DES LOCAUX

P18

- 1- Réflexion / Réfraction
- 2- Insonorisation
- 3- Traitement du local

P21

II- AMPLIFICATION (P23)

A- LA CHAINE D'AMPLIFICATION

P24

- 1- Les capteurs
- 2- L'amplification
- 3- La diffusion
- 4- Chaîne d'amplification détaillée
- 5- Multi-canaux

P25

B- NOTIONS PREALABLES

P26

- 1-Tessiture / Bande passante
- 2- Électricité
- 3- Les oscillateurs électromécaniques

P28

C- LES CAPTEURS

P30

- 1- Les micros
- 2- Les cellules
- 3- Caractéristiques techniques principales

P31

P32

D- L'AMPLIFICATION

P33

- 1- La pré-amplification
- 2- L'amplification
- 3- Caractéristiques techniques principales

P36

E- LA DIFFUSION

P39

- 1- Types de HP
- 2- Baffles / Enceintes
- 3- Les filtres
- 4- Caractéristiques techniques
- 5- Types d'enceintes et utilisation
- 6- Positionnement des enceintes

P40

P41

P42

P44

P46

F- CABLES ET CONNEXIONS

P47

- 1- Câbles
- 2- Branchements asymétrique / symétrique
- 3- Connexions

P48

G- TYPES DE SONORISATION

P51

- 1- Renforcement sonore
- 2- Sonorisation

III- LES EFFETS (P54)

A- LES EFFETS

P55

- 1- Les effets naturels
- 2- Les effets non naturels
- 3- Le LFO

B- DESCRIPTION DETAILLEE

P56

- 1- Quelques effets de base
- 2- Compresseur / Noise gate
- 3- Distorsion
- 4- Modulations
- 5- Delay
- 6- Reverb
- 7- Wha-wha / Pédale d'expression

P57

P58

P60

P61

E- PEDALES / MULTI-EFFETS / RACKS

P62

- 1- Chaîne
- 2- Pédales
- 3- Multi-effets
- 4- Racks

F- DERNIERS CONSEILS

P63

IV- INSTRUMENTS ET AMPLIFICATION (P64)

A- INSTRUMENTS ACOUSTIQUES

P65

I- LES VENTS

*- Généralités

1- Les Bois

P66

2- Les Cuivres

P68

3- Les instruments à réserve d'air

P69

II- LES CORDES

1- Cordes frottées

2- Cordes frappées : Le Piano

P71

3- Cordes pincées

III- LES PERCUSSIONS

P72

IV- LA VOIX

V- AUTRES CLASSEMENTS

P73

1- Instruments monophoniques / polyphoniques

2- Positions uniques et multiples / Translations

3- Les instruments transpositeurs

P74

B- LES INSTRUMENTS AMPLIFIES

P75

*- Généralités

1- Batterie

P76

2- Basse

P78

3- Guitare

P79

4- Voix

C- ROLES DANS LES GROUPES DE MAA

P80

1- Section Basse / Batterie

2- Guitare

3- Voix

4- Instruments fréquents en MAA

P81

5- Instruments rares en MAA

P82

6- Orchestration

P84

D- SON ET AMPLIFICATION

P85

1- Batterie

2- Basse

3- Guitare

4- Voix

P86

5- Claviers

6- Cuivres

7- Bois

8- Cordes

P87

9- Harmonica

10- Accordéon

11- Conclusions

E- TESSITURE DES INSTRUMENTS

P88

a- Cordes

b- Bois

P89

c- Cuivres

P90

d- Voix

P91

e- Correspondance notes / fréquences

P92

f- Transpositions

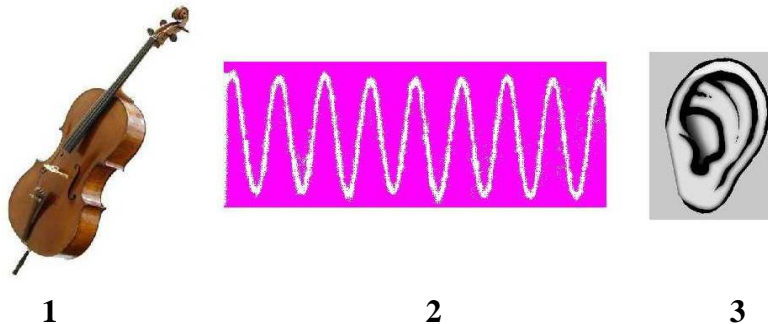
P93

I- ACOUSTIQUE

A- L'ONDE SONORE

1- Principe :

L'onde sonore se divise en 3 phases (chaîne du son acoustique) :



Production (1) :

La vibration (corde, colonne d'air, peau...) se transmet à l'instrument (caisse de résonance pour les cordes, "tuyau" pour les vents...). L'instrument "rayonne" cette vibration dans l'air sous forme d'une onde sonore.

Propagation (2) :

L'onde sonore se propage dans l'air, dans toutes les directions (onde sphérique).

Une onde sonore ne consiste pas en un déplacement de molécules, mais à une oscillation. On prend souvent l'exemple d'une pierre jetée dans l'eau : les molécules oscillent de bas en haut (élasticité) mais ne se déplacent pas. Nous sommes ici dans un exemple à 2 dimensions, l'onde sphérique est à imaginer dans un espace à 3 dimensions.

Contrairement à une idée reçue, un son ne monte pas plus qu'il ne descend. Il se propage de façon identique dans toutes les directions. Toutefois, les obstacles rencontrés interfèrent sur la propagation.

La propagation d'une onde nécessite un milieu "moléculaire" porteur : il n'y a pas de son dans le vide, Star Wars ment.

Réception (3) :

L'oreille capte le son.

2- Vitesse de propagation :

Le son se déplace à une vitesse (notée "c" pour célérité) qui varie en fonction du milieu qu'il traverse. Dans un même milieu, toutes les ondes sonores se déplacent à la même vitesse :

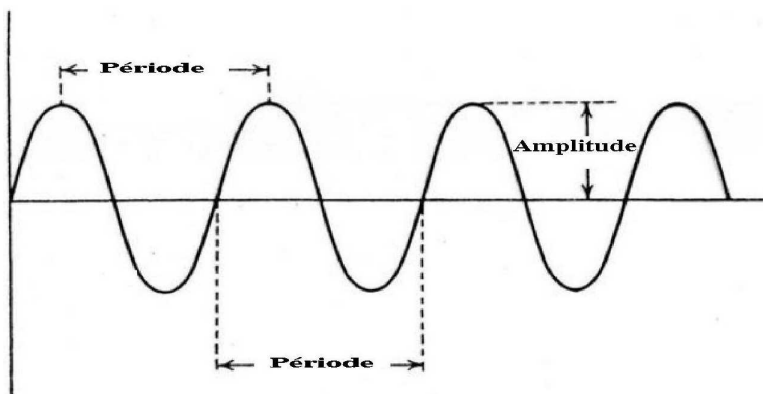
<u>air</u> :	340 m/s	<u>acier</u> :	5000 m/s
<u>eau</u> :	1500 m/s	<u>verre</u> :	6000 m/s

On peut noter que plus un milieu est dense, plus la vitesse est élevée. Notez surtout que dans un même milieu, une onde n'accélère pas, ni ne ralentit : la vitesse est constante.

B- NOTIONS DE PHYSIQUE ACOUSTIQUE

1- L'onde sonore :

Une onde sonore pure (diapason) peut être assimilée à une sinusoïde d'équation $y = A \sin \omega t + \varphi$:



(en gras, les notions les plus importantes)

Amplitude (A) :

- valeur maximale de la pression acoustique (volume sonore).
- elle s'exprime en pascals (1Pa = 1 N/m², soit une force d'un Newton par mètre carré).
- elle décroît avec la distance (les basses décroissent plus vite que les aigus).

Temps (t) : - en secondes.

Période (T) : - durée d'une oscillation complète (en secondes).

Fréquence (N) :

- nombre de vibrations par seconde (en Hertz (Hz)).
- c'est l'inverse de la période : $N = 1/T$ et $T = 1/N$.
- plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu.
- quand on double une fréquence, on obtient l'octave supérieure.

Phase (φ) : - phase (décalage de l'onde).

Pulsation (ω) : - est égale à $2\pi N$ (on peut donc écrire : $y = A \sin 2\pi N t + \varphi$)

Longueur d'onde (λ) :

- longueur d'une oscillation complète (en mètres).
- dépend de la vitesse de propagation et de la fréquence :
 $\lambda = c/N$, soit dans l'air $\lambda = 340/N$
- les sons graves ont une longueur d'onde de quelques mètres, les sons aigus ont une longueur d'onde de quelques décimètres, voire moins.

Milieu	Vitesse	E0 = 41,2 Hz	C3 = 262 Hz	C6 = 2 093 Hz
Air	340 m/s	8,5 m	1,29 m	0,16 m
Eau	1500 m/s	36,40 m	5,72 m	0,71 m
Acier	500 m/s	121,35 m	19,08 m	2,38 m

- une fréquence grave rencontrera souvent un obstacle avant d'avoir effectué une oscillation complète.

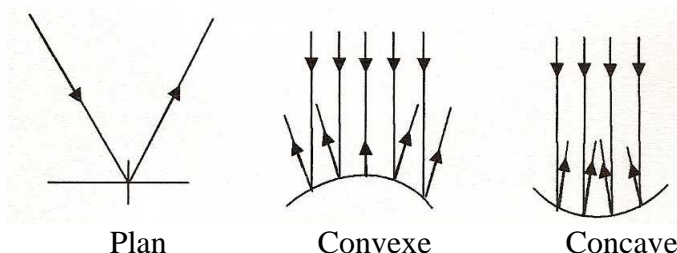
2- Réaction aux obstacles :

a- Diffraction :

Quand une onde sonore rencontre un obstacle, elle le contourne si sa longueur d'onde est plus large que l'obstacle : on dit que l'onde est "diffractée".

b- Réflexion :

Si la longueur d'onde est moins large que l'obstacle, elle est "réfléchi". Lorsque l'obstacle est plan, l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. Quand il est courbe, c'est l'angle formé avec la tangente au point d'incidence : un obstacle convexe disperse le son, un obstacle concave le concentre.



Obstacle :

Plan

Convexe

Concave

c- Réfraction :

Une partie de l'onde est absorbée par l'obstacle : elle "change de milieu" et traverse l'obstacle. Si l'obstacle est dur, l'onde est presque totalement réfléchi (acier, pierre, verre...). Si l'obstacle est poreux, moins élastique, une grande partie est absorbée (tissus, laine de verre...) :

<u>Air - eau</u> :	0,1	% de l'onde est réfractée
<u>Acier - eau</u> :	14	%
<u>Acier - air</u> :	0,004	%

Quand une onde change de milieu, son angle et sa vitesse sont modifiées.

3- Superposition d'ondes :

Si l'on superpose deux ondes de même fréquence, elles se perturbent mutuellement selon leurs déphasage. L'amplitude résultante étant la somme des 2 amplitudes, sachant que l'amplitude peut être positive (compression) ou négative (dépression) : par exemple, pour deux ondes de même amplitude, l'amplitude est doublée en phase et s'annule en opposition de phase.

Si l'on superpose deux ondes de fréquences très voisines, on obtient une troisième onde virtuelle égale à la différence entre les deux fréquences de base. Les deux fréquences vont s'ajouter pendant un temps, puis s'opposer et ainsi de suite. Cela produit un effet de battement très important, car perturbant (quand une guitare n'est pas bien accordée, par exemple).

Si l'intervalle entre les deux fréquences augmente, on entend deux fréquences distinctes.

4- Effet Doppler :

Nous avons vu que la vitesse de propagation est constante pour un milieu donné. Il en est de même pour une fréquence définie, mais cela implique que la source sonore et l'auditeur soient fixes.

La formule $\lambda = c/N$ implique que pour une fréquence donnée, plus c est élevée, plus λ est basse : pour $N = 340\text{Hz}$, si $c = 340\text{m/s}$, $\lambda = 1\text{m}$ et si $c = 680\text{m/s}$, $\lambda = 2\text{m}$.

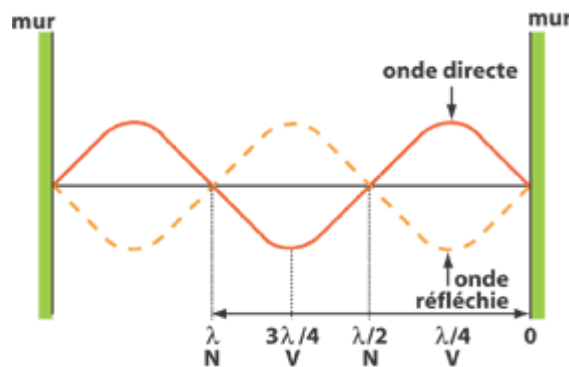
Si la source se déplace vers l'auditeur, les amplitudes maximales sont produites de plus en plus près : la vitesse de déplacement se soustrait à la vitesse de propagation, la longueur d'onde λ diminue et la fréquence augmente.

Quand la source s'éloigne, c'est l'effet inverse : la vitesse de déplacement s'ajoute à la vitesse de propagation, la longueur d'onde augmente et la fréquence diminue (=> Formule 1 passant devant le public : on notera qu'à l'intérieur du véhicule, la fréquence est constante).

On pourra noter qu'il en est de même pour les ondes lumineuses et c'est ainsi que l'on peut, par exemple, interpréter le mouvement des galaxies : dans le bleu (λ plus petites), elles se rapprochent, dans le rouge (λ plus grandes) elles s'éloignent.

5- Les ondes stationnaires :

Si deux ondes de même fréquence se propagent en sens contraire (par exemple, en se réfléchissant sur un obstacle), elles engendrent des compressions et des détentes qui ne se déplacent pas : c'est ce que l'on appelle des ondes stationnaires. A intervalles fixes, on trouvera des ventres (mouvement maximal) et des nœuds (mouvement nul) :



Les ondes stationnaires sont à la base du principe de fonctionnement de certains instruments. D'un point de vue acoustique, c'est un phénomène très gênant.

6- Résonance :

Un corps entre en vibration quand il est soumis à certaines fréquences qui lui sont propres. C'est ce qu'on appelle le phénomène de résonance. Les fréquences auxquelles il réagit sont toujours les mêmes : on les appelle fréquences propres ou fréquences de résonance. Ce phénomène est essentiel en acoustique.

On constate souvent, par exemple, qu'une basse à une fréquence précise génère un son "envahissant" avec beaucoup de vibrations : un élément du local est entré en résonance. On corrige le problème en agissant sur cette fréquence.

Dans le cas d'une onde sonore se propageant entre deux murs, la résonance dépend essentiellement de la distance entre les murs et de la longueur d'onde :

Si $d = \lambda/2$, les deux murs contiennent les nœuds (voir "les ondes stationnaires") ; l'air constitue un ventre, constamment alimenté par l'onde, qui va rapidement atteindre une valeur énorme : par exemple, si $N = 1000$ Hz, en une seconde, on aura généré 1000 vibrations, soit 1000 fois plus d'amplitude que l'onde initiale. Pour les multiples de $\lambda/2$, c'est le même principe divisé par le nombre de demi-périodes $\lambda/2$ ($\lambda = 2 \times (\lambda/2)$) ; 2 fois moins (amplitude x 500)).

Si $d = \lambda/4$, à l'inverse, les murs reçoivent les ventres : les réflexions s'opposent et l'amplitude engendrée reste faible. (Idem pour les multiples).

Si $d \neq \lambda/4$, l'amplitude augmente et diminue périodiquement.

Il n'y a donc une augmentation importante que pour $\lambda/2$. De plus, si $d = \lambda/2$, d est un multiple des sous-multiples de λ : si la fréquence de résonance est N, une résonance se produira également à 2N, 3N, 4N...(N = c/λ).

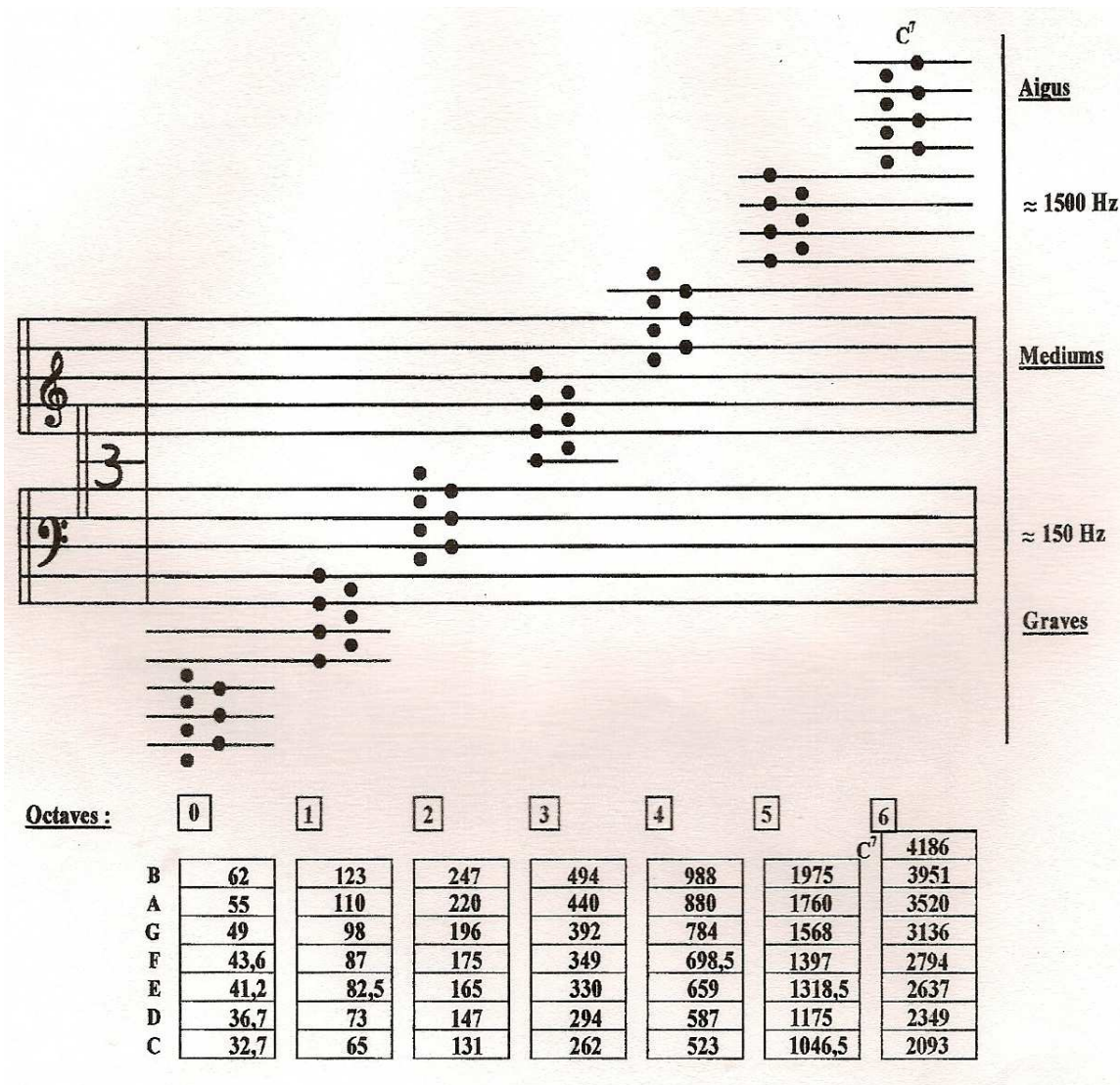
Pour que le phénomène se produise, il doit y avoir une relation entre les dimensions du "résonateur" et la longueur d'onde.

Pour anecdote, dans l'antiquité, les armées romaines rompaient le pas en traversant les ponts pour ne pas les écrouler à cause des ondes de chocs se propageant entre les arches.

7- Correspondance notes / fréquences :

* Octave : $N \times 2$

* Demi-ton : $N \times \sqrt[12]{2}$ (soit $\approx 1,06$)



* Les plages de fréquences graves, mediums et aigus concernent les fréquences fondamentales des notes : elles seront différentes en amplification (voir plus loin).

C- LES SONS COMPLEXES

Un son pur (composé d'une seule fréquence) est très rare : un son est généralement composé d'une fréquence fondamentale N, qui génère d'autres fréquences : il est constitué de différentes sinusoïdes superposées, la courbe résultante étant très irrégulière (séries de Fourier). On notera qu'en acoustique, toutes les fréquences générées sont supérieures à la fréquence fondamentale.

1- Harmoniques :

Ce sont les multiples entiers de N :

Harmonique 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fondamental	O1	5	O2	3M	5	7m	O3	2M	3M

Un son composé principalement d'harmoniques est caractéristique des instruments "mélodiques" : on peut reconnaître une hauteur de note.

2- Partiels :

Ce sont les multiples décimaux de N. Un son composé principalement de partiels est caractéristique des instruments à percussion : on ne peut pas attribuer une hauteur de note au son.

3- Transitoires :

Ce sont les attaques et les extinctions brusques : on ne peut pas attribuer non plus une hauteur de note.

4- Timbre :

La combinaison des harmoniques, des partiels et des transitoires détermine le timbre : certains harmoniques peuvent manquer et l'amplitude des diverses fréquences varier considérablement selon les instruments. En jouant sur les fréquences, on modifie le timbre.

5- Définition d'un son :

En conclusion, nous pouvons dire qu'un son se définit par 3 éléments :

a- Sa hauteur :

La hauteur d'un son correspond à sa fréquence fondamentale.

b- Son intensité :

L'intensité d'un son correspond à sa puissance sonore (amplitude). Entre les sons les plus faibles et les plus forts qu'un instrument peut produire, le rapport peut atteindre de très fortes valeurs (de l'ordre de 10^6). On appelle ce rapport la "dynamique" d'un instrument (en dB).

c- Son timbre :

Le timbre de l'instrument est défini par sa fréquence fondamentale et la répartition et l'amplitude de ses divers harmoniques, partiels et transitoires. C'est le timbre qui permet d'identifier les différents instruments et les différentes voix.

D- LE DECIBEL

1- Définition :

Considérons les écarts d'amplitude entre les sons les plus faibles et les sons les plus forts :

- Le seuil d'audibilité a été fixé à 2×10^{-5} Pa (pression acoustique : $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$) le seuil de la douleur atteignant 20 Pa. L'écart de 10^6 , soit un million.

- Le seuil d'audibilité correspond également à 10^{-12} W/m² (watts acoustiques (*)), le seuil de la douleur à 1w. L'écart est de l'ordre de 10^{12} (mille milliards).

- Le décibel (dB) a été choisi afin de faciliter les calculs : il convient beaucoup mieux, étant de base logarithmique. Les correspondances avec le Pa et le W (sous-entendu W/m²) sont les suivantes :

$$\underline{\text{dB / Pa}} : \text{ndB} = 20 \log (\text{Pa}/2 \times 10^{-5}) \quad \Rightarrow \text{Pa} = 2 \times 10^{(\text{n}/20 \text{ puissance } -5)}$$

$$\underline{\text{dB / W}} : \text{ndB} = 10 \log (\text{W}/10^{-12}) \quad \Rightarrow \text{W} = 10^{(\text{n}/10 \text{ puissance } -12)}$$

0dB correspond au seuil d'audibilité (2×10^{-5} Pa ou 10^{-12} W), 120dB au seuil de la douleur. On précise dB SPL (pour Sound Pressure Level), afin de les différencier d'autres dB :

dB SPL		Pa	W/m²
180	Fusée Ariane	20.000	10^6
140	Quadriréacteur	200	100
130	Sirène de pompier	60	10
120	Niveau crête concert Rock/ Seuil de la douleur	20	1
110	"Forte" orchestre symphonique / Discothèque	6	10^{-1}
100	Usine / Orage / Walkman	2	10^{-2}
90	Autoroute / Métro	6×10^{-1}	10^{-3}
80	Rue animée	2×10^{-1}	10^{-4}
70	Grand magasin / Imprimante	6×10^{-2}	10^{-5}
60	Parole à 1m / Sonnerie de téléphone	2×10^{-2}	10^{-6}
50	Automobile (bruit interne)	6×10^{-3}	10^{-7}
40	Bureau (bruit interne)	2×10^{-3}	10^{-8}
30	Studio d'enregistrement	6×10^{-4}	10^{-9}
20	Chuchotement	2×10^{-4}	10^{-10}
10	Bruit de feuillage	6×10^{-5}	10^{-11}
0	Seuil d'audibilité (chambre sourde)	2×10^{-5}	10^{-12}

Les Pascals sont multipliés par 10 tous les 20 dB, les watts tous les 10 dB (en W/m², la puissance double tous les 3 dB).

(*) Watts acoustiques (à ne pas confondre avec les watts électriques (amplis))

2- Atténuation :

Quand on double la distance entre la source sonore et l'auditeur (de 1 à 2 m, de 2 à 4m...), on observe une atténuation de 6 dB.

L'atténuation se calcule par la formule : $n\text{dB} = 20 \log(D1/D2)$ avec $D1 > D2$.

Par rapport au point d'origine, nous prendrons $D2 = 1\text{m}$ ($n\text{dB} = 20 \log(D1)$), valeur pour laquelle l'atténuation est nulle :

1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
0 dB	6	10	12	14	15	17	18	19	20

20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	200m
26	30	32	34	36	37	38	39	40	46

3- Le sonomètre :

L'intensité du niveau sonore se mesure avec un sonomètre. Le sonomètre est constitué d'un micro omnidirectionnel, combiné à des amplificateurs et à des filtres de pondération. La mesure est affichée sur un écran, en général numérique. On peut lire l'intensité instantanée (très vite changeante), ou une intensité moyenne. On peut relever l'intensité crête (fonction "Max Hold"), niveau le plus élevé qui servira de référence.

Le sonomètre effectue les mesures en tenant compte de la sensibilité de l'oreille (voir plus loin courbes isosoniques) : on parle de pondération :

Pondérations : A : niveau < 80 dB (on parlera de dB(A) SPL)
 B : 80 < niveau < 100dB (dB(B) SPL)
 C : 100 < niveau < 120dB (dB(C) SPL)
 D : => aéronautique : similaire à B avec + 5dB entre 2000 et 5000 Hz.

- Brancher le sonomètre et augmenter progressivement le volume amplifié jusqu'au niveau souhaité.

- Bruit rose (Pink noise) : c'est un signal linéaire de 20 à 20k Hz émis à un niveau constant. La mesure est beaucoup plus précise.

E- PERCEPTION AUDITIVE

1- Oreille et fréquences :

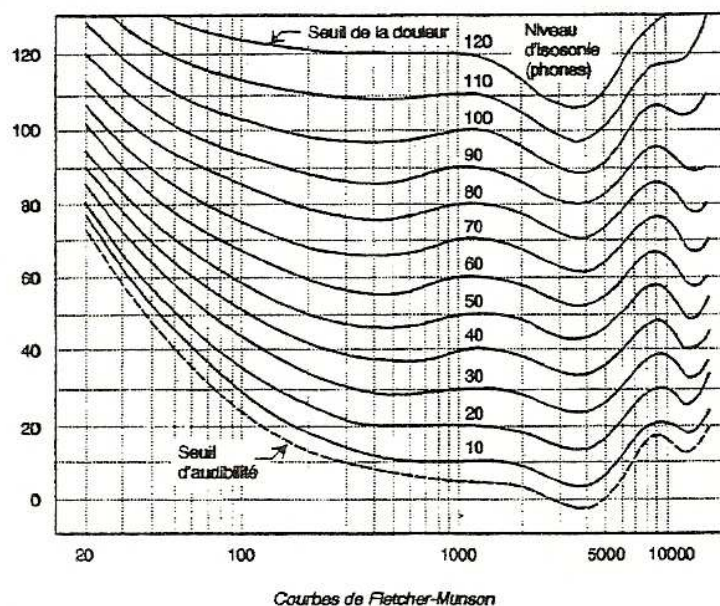
L'oreille entend les fréquences comprises entre 20 et 20k Hz (ce sont des valeurs moyennes qui varient selon les individus).

En dessous de 20 Hz, nous parlerons d'infra-sons : nous ne les entendons pas, mais nous pouvons les ressentir (par le ventre notamment).

Au dessus de 20k Hz, ce sont les ultra-sons : certains animaux (chiens...) y sont très sensibles.

2- Sensibilité :

Les courbes isotoniques de Fletcher - Munson indiquent la sensibilité de l'oreille selon la fréquence et l'intensité sonore. Elles montrent que l'oreille n'est pas linéaire :



La tranche la plus sensible est la tranche 1 kHz - 5 kHz, qui correspond aux fréquences (harmoniques) de la parole : hé oui, l'oreille humaine est faite pour entendre la voix humaine.

Pour les basses, comme pour les aigus (mais à moindre niveau), il faudra fortement augmenter le volume pour que l'oreille ressente un certain équilibre : par exemple, si l'on entend un son de 1 kHz à 60 dB, un son de 40 Hz devra développer 80 dB (soit 20 de plus) pour qu'ils soient tous deux perçus au même niveau (d'où le "loudness" des chaînes HI - FI et des autoradios). De même, un son de 8 kHz nécessitera 70 dB (10 de plus).

Vers 80 dB, les courbes deviennent plus linéaires (c'est vers 90 dB qu'elles sont le plus "planes"). Au-delà de 100dB, les écarts s'accroissent à nouveau.

Les sonomètres (dB(A), dB(B), dB(C)) tiennent compte des courbes isotoniques : ils se basent sur la sensibilité de l'oreille.

3- Fatigue auditive :

L'oreille se fatigue en fonction du volume sonore. Nous pouvons donner ici quelques durées d'exposition par jour (en dBA SPL) :

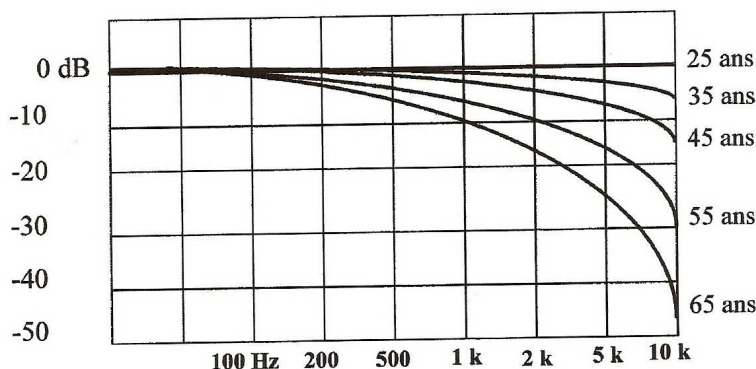
90	< 8 heures
95	< 4 heures
100	< 2 heures
105	< 1 heure
110	< 30 mn
120	< 7 mn
130	< 2 mn

Ces valeurs sont des moyennes, mais il faut toujours compenser les temps d'exposition par des temps de repos. On prendra évidemment soin de ne pas mixer un enregistrement après 8 heures d'exposition.

Il faut être très attentif, car l'oreille peut subir de graves lésions, certaines pouvant être définitives. Il faut prévoir un repos conséquent de l'oreille (calme) après une forte exposition (d'où les pauses "silencieuses" lors des répétitions, personne ne joue) et consulter rapidement un ORL si un trouble persiste après 12 h.

4- L'âge :

L'acuité auditive s'altère avec l'âge, essentiellement dans les aigus (les courbes isosoniques concernent les personnes jeunes) :



Il faut donc penser à faire régulièrement contrôler votre audition, surtout si vous êtes musicien.

F- ACOUSTIQUE DES LOCAUX

1- Réflexion / Réfraction :

Quand une onde sonore rencontre une paroi, une partie de l'onde est réfléchi, une autre est absorbée et une troisième réfractée de l'autre côté de la paroi. L'importance de chaque partie dépend de la nature de la paroi et de son épaisseur.

Pour un local de répétition, il faut surveiller deux points :

- "Isoler" le local afin qu'il ne perturbe pas les locaux voisins (et ne soit pas perturbé par eux).
- "Traiter" le local afin d'obtenir une qualité de son optimale.

2- Insonorisation :

a- Réglementation :

Extrait du décret n° 2006-1099 du 31 août 2006

"Toutefois, l'émergence globale et, le cas échéant, l'émergence spectrale ne sont recherchées que lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, est supérieur à 25 dB(A) si la mesure est effectuée à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées, ou à 30 dB(A) dans les autres cas. L'émergence globale dans un lieu donné est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause. Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 dB(A) en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et de 3 dB(A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures)..."

Plus le volume est élevé, plus l'atténuation doit donc être conséquente (et suivre l'évolution des lois).

b- Propagation des bruits :

1- Propagation aérienne :

Se fait par l'air. On s'en protège en utilisant des écrans lourds et étanches.

2- Propagation solide :

Se fait par les murs, le plancher... Ces bruits sont plus difficiles à atténuer ; il faudra séparer les différentes cloisons (planchers) en utilisant des joints élastiques afin d'atténuer la transmission du son.

3- Propagation mixte :

C'est la plus difficile à maîtriser (résonance). Les murs vont avoir des fréquences de résonance différentes selon leur nature (dimension, poids) et selon les contacts avec les autres parois (murs...).

Deux éléments importants à prendre en compte :

- 1- Plus un matériaux est épais, plus sa fréquence de résonance est basse.
- 2- Plus un matériaux est dense, plus l'atténuation est importante.

c- Principes d'isolation :

1- Légende des schémas :

	murs, planchers
	Matériau isolant (laine de verre)
	Joint isolant
	Solives

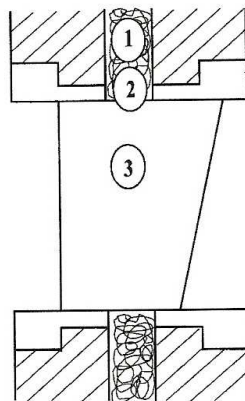
2- Propagation aérienne :

a- Les portes :

Il faut calfeutrer la porte du local. Une solution plus efficace consiste à construire un sas (2 portes). La porte doit être lourde, assez épaisse, si possible avec des matériaux poreux à l'intérieur. Toutes les ruptures de densité sont les bienvenues.

b- Les fenêtres :

Les fenêtres doivent être également calfeutrées. Un système de double vitrage donnera les meilleurs résultats :



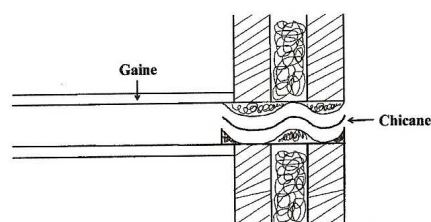
1- Mur : si possible, en deux cloisons d'épaisseurs différentes (résonance) séparées par un matériau poreux (laine de verre...).

2- Cadre : en deux parties séparées par un matériau poreux.

3- Vitres : ne doivent pas être parallèles (ondes stationnaires, résonance).

c- Les gaines de ventilation :

Les gaines de ventilation doivent également être traitées : les gaines doivent être épaisses et absorbantes et on utilisera des chicane aux extrémités :



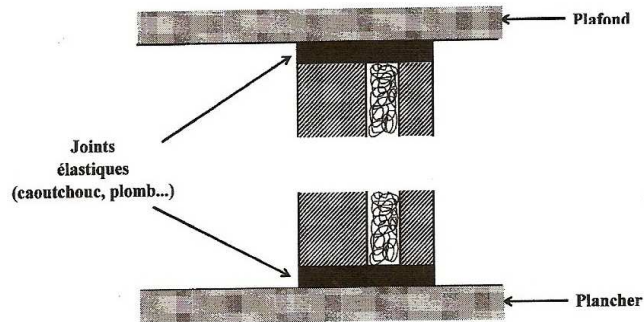
2- Propagation solide / mixte :

a- Les murs :

Ils doivent être isolés les uns des autres (et du sol et du plafond) par des joints élastiques.

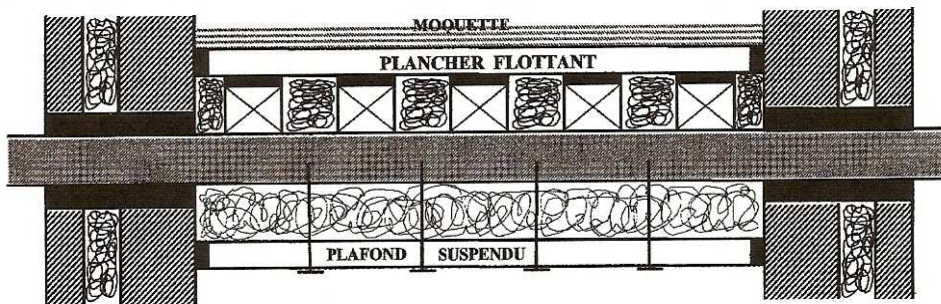
Les parois doubles sont beaucoup plus efficaces que les parois simples. L'épaisseur des 2 parois doit être différente afin d'atténuer les phénomènes de résonance (elles peuvent également être de natures différentes).

L'intervalle entre 2 parois doit être rempli d'un matériau absorbant (laine de verre...) : il faut éviter toute liaison solide (clous...) entre les 2 parois, pour ne pas créer de "pont acoustique".



b- Sol /Plafond :

Doivent également être isolés des planchers. Un plancher flottant et un plafond suspendu constituent le dispositif le plus efficace. On peut également prévoir une moquette épaisse pour le plancher.



3- Traitement du local :

a- Rappels :

Dans un local, une onde sonore va se propager vers les murs, le sol et le plafond. Quand elle arrive sur une paroi, une partie de l'onde est absorbée, une autre est réfléchiée à l'intérieur du local. La quantité absorbée dépend de la nature de la paroi. On attribue aux différents matériaux un coefficient d'absorption α , compris entre 1 et 0 ; à 1, l'onde est totalement absorbée et à 0, totalement réfléchiée.

Le coefficient d'absorption dépend de la fréquence, les fréquences aiguës étant plus absorbées que les fréquences graves : dans de nombreux locaux non traités, on obtient un son caractéristique sourd et lourd avec une nette prépondérance des sons graves et bas mediums.

b- Réverbération :

Le son entendu dans le local est composé d'ondes directes et d'ondes réfléchies : si l'on est proche de la source, c'est le son direct qui prédomine. En s'éloignant de la source, le taux de sons réfléchis augmente : à partir d'une certaine distance, dite distance critique, les sons réfléchis prennent le pas sur les sons directs (plus un local est "réverbérant", plus les ondes réfléchies sont importantes).

Distance critique : $d = 0,14 \sqrt{\alpha S}$ avec $S =$ surface des parois (m^2)
 $\alpha =$ coefficient moyen d'absorption

Exemple : Soit un local de 5 x 5 x 3m dont toutes les surfaces sont de même nature (α identique) :

4 murs : $5 \times 3 = 15 m^2 \times 4 = 60 m^2$
Sol / plafond : $5 \times 5 = 25 m^2 \times 2 = 50 m^2$ soit au total $S = 110 m^2$

si $\alpha = 0,1$ (marbre) : $d = 0,46m$,
 si $\alpha = 0,9$ (très absorbant) : $d = 1,39m$

Pour se faire une idée, nous pouvons indiquer quelques distances critiques selon la surface des parois d'un local et un α unique :

	100m ²	500m ²	1000m ²	10000m ²
$\alpha = 0,1$	0,44m	0,99m	1,40m	4,43m
$\alpha = 0,5$	0,99m	2,21m	3,13m	9,90m
$\alpha = 0,9$	1,33m	2,97m	4,20m	13,28m

Temps de réverbération :

Le temps de réverbération (durée d'un son avant son extinction) est donné par la formule :

$$T = 0,16V/\alpha S \quad (V=\text{Volume du local})$$

Dans notre exemple, le local a un volume V de $5 \times 5 \times 3 = 75 m^3$

si $\alpha = 0,1$, $T = 1,09s$
 si $\alpha = 0,9$, $T = 0,12s$.

Avec un bon traitement du local, le temps de réverbération est sensiblement le même pour toutes les fréquences (en pratique, il décroît fréquemment des graves vers les aigus qui sont plus facilement absorbés).

c- Intelligibilité :

Dans des locaux à forte réverbération, l'auditeur perçoit un son plus net s'il se trouve dans le champ des ondes directes, en deçà de la distance critique (on peut augmenter cette distance critique en utilisant des enceintes plus directives, voir plus loin).

La présence de public dans un local fait baisser le temps de réverbération, le corps humain absorbant les ondes sonores (il absorbe plus les fréquences aiguës que les graves : à 125 Hz, $\alpha = 0,15$: à 2000 ou 4000 Hz, $\alpha = 0,55$).

Pour pouvoir être bien entendu, le son doit être d'un niveau supérieur de 10 dB au moins à celui du bruit ambiant (pour ces tests, on étudie la compréhension de la parole). Deux sons atteignant l'auditeur avec 50 ms d'écart sont entendus distinctement ; cela perturbe l'intelligibilité, surtout si les écarts de niveau entre son direct et son réfléchi sont peu importants (effet de masque).

Dans tous les cas et quelque soit le volume de la salle :

- un temps de réverbération de 7s et plus engendre une intelligibilité inférieure à 50%.
- l'intelligibilité est optimale à environ $t = 1s$.

d- Traitement acoustique du local :

Le traitement acoustique du local vise deux principaux objectifs :

- Temps de réverbération optimal.
- Homogénéité du son dans tous les points de la salle.

Les murs ne doivent, si possible, pas être parallèles (ondes stationnaires). On alternera des surfaces qui disperseront le son (convexes) avec des surfaces qui l'absorberont. Les surfaces absorbantes peuvent être de trois types :

1- Matériaux poreux :

Leur efficacité croît avec la fréquence : les aigus sont plus absorbés que les graves.

2- Diaphragmes :

Ce sont des panneaux (contreplaqué, Isorel dur...) que l'on fixe à quelques centimètres des murs, avec un vide d'air entre panneau et mur. Ils sont surtout efficaces pour les graves ($N < 500$ Hz).

3- Résonateurs :

Ce sont, en quelque sorte, les combinaisons des 2 précédents : panneaux perforés liés à des matériaux poreux (par exemple, métal sur laine de verre). L'efficacité est assez homogène sur toute l'étendue des fréquences.

4- Effet de bord :

Les limites entre deux matériaux d'absorption différente absorbe également l'onde sonore : il faut multiplier les "effets" de bord : 10 panneaux d'1m² chacun seront plus efficaces qu'un seul de 10 m².

e- Conseils pour le traitement acoustique :

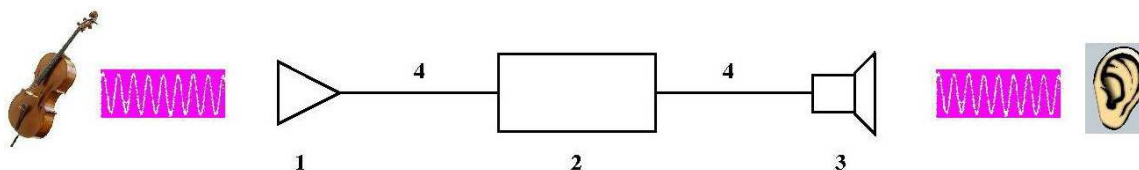
- Eviter deux surfaces parallèles en face l'une de l'autre (surtout si elles sont réfléchissantes).
- Placer les diaphragmes au sol (poids).
- Morceler et mélanger les matériaux absorbants et réfléchissants (effets de bords, homogénéité du local).

Note : la majorité des informations de ce chapitre sont tirées du livre "Sono et prise de son" de René Besson (éditions DUNOD). Cet ouvrage, bien qu'assez technique, est fortement conseillé.

II- AMPLIFICATION

A- LA CHAÎNE D'AMPLIFICATION

La chaîne d'amplification s'intègre à la chaîne du son acoustique :



- 1 : Capteur
- 2 : Amplification
- 3 : Diffusion
- 4 : Connexions

1- Les capteurs :

Ce sont des "transducteurs" : ils transforment l'énergie mécanique (vibration) en énergie électrique (signal).

Les micros : transforment la vibration de l'air (phase de propagation).

Les cellules : transforment la vibration du corps de l'instrument (phase de production).

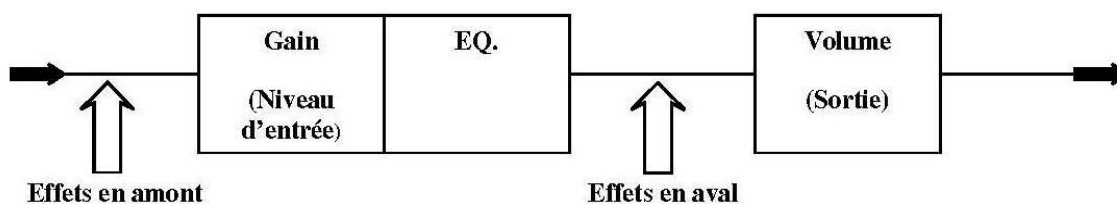
2- L'amplification :

L'amplification va "multiplier" le signal d'entrée. Elle se décompose en 2 parties :

a- La pré-amplification :

La pré-amplification sert à "traiter" le son avant qu'il soit amplifié. Nous pouvons également décomposer la pré-amplification en 2 parties :

- Les correcteurs (égaliseurs (EQ) / compresseurs...) dont le rôle consiste à optimiser la qualité du son.
- Les effets (reverb / delay / chorus...) qui transforment le son : ils peuvent s'insérer à différents endroits :



b- L'amplification :

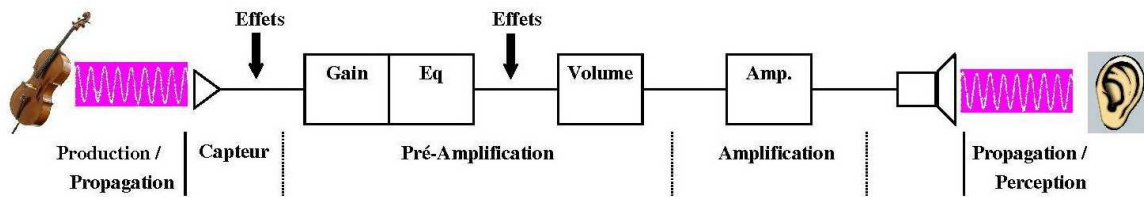
L'amplification "multiplie" le signal d'entrée de l'ordre du millivolts (mV) en volts (V) afin d'alimenter les hauts-parleurs : nous n'intervenons donc uniquement que dans le cadre de la pré-amplification.

3- La diffusion :

Les hauts-parleurs (HP) sont également des transducteurs, qui réalisent la transformation inverse des capteurs : énergie électrique (signal) en énergie mécanique (vibration).

4- Chaîne d'amplification détaillée :

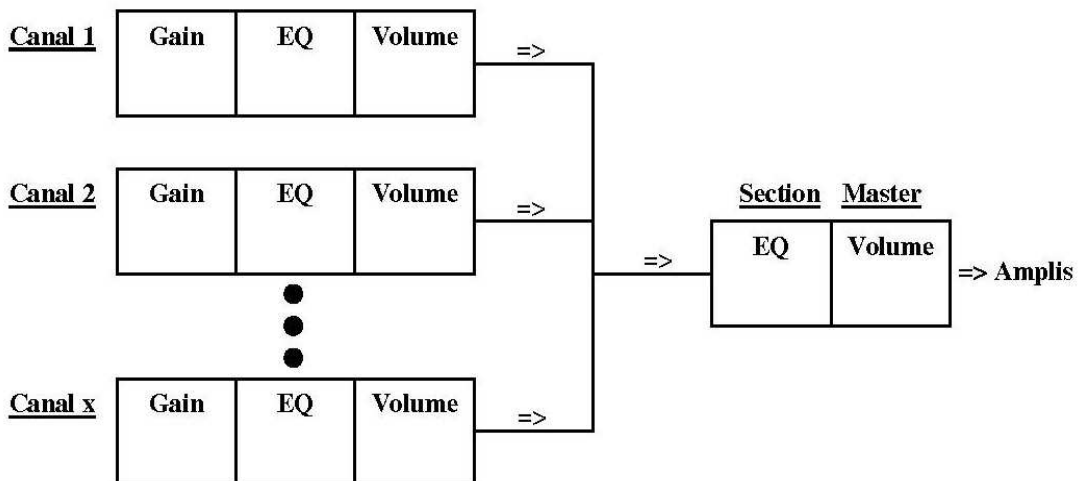
Nous pouvons affiner le schéma de la page précédente :



- Gain : niveau du signal d'entrée.
- Eq : égalisation (réglage graves / mediums / aigus)
- Volume : volume de sortie

5- Multi-canaux :

Les amplis d'instrument / tables de mixage (appelées également consoles) utilisent généralement plusieurs canaux (de 2 à 4 pour les amplis guitare, de 4 à beaucoup pour les tables), c'est à dire des entrées indépendantes, chacune disposant de ses propres réglages (les amplis guitare affectent les différents canaux à la même entrée : canal clair / canal saturé...). Ces canaux sont regroupés vers une section générale ("Master" / étage de sortie d'une console), les réglages "Master" affectant tous les canaux :



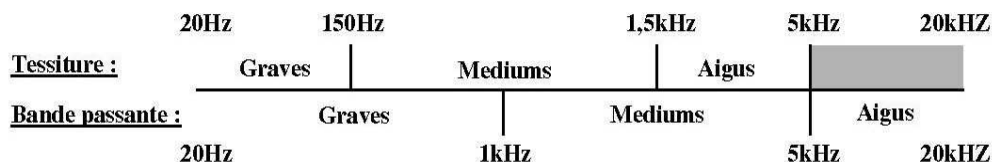
B- NOTIONS PREALABLES

1-Tessiture / Bande passante :

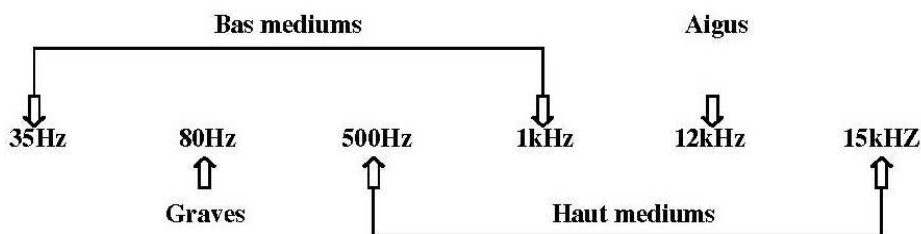
Pour les musiciens, la tessiture d'un instrument représente la plages des fréquences fondamentales qu'il peut produire. Ces notes atteignent difficilement 5kHz.

Les techniciens son considèrent toute la bande passante (environ 20Hz à 20kHz).

Les notions de graves / mediums / aigus, ne sont donc pas perçues de la même façon, ce qui peut générer quelques incompréhensions (on notera également que, même pour les instrumentistes, les graves d'une flûte sont aigus pour une basse, d'où la subjectivité de ces notions) :



On divise les mediums en bas et hauts mediums, dont les valeurs habituelles de l'égaliseur d'une tranche de console sont les suivantes :



2- Électricité :

Nous rappellerons ici les lois de physique électrique qui nous seront utiles :

a- Loi d'Ohm :

$$U = R I$$

U = tension (en volts (V))
 R = résistance (en ohms (Ω)) (*)
 I = intensité (en ampères (A))

(*) la résistance (courant continu) correspond à l'impédance (courant alternatif), avec toutefois des calculs plus complexes pour l'impédance.

b- Puissance :

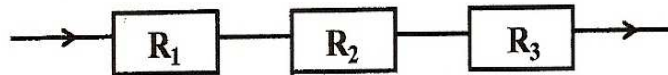
$$P = U I$$

P = puissance (en watts (W), ici Watts électriques)

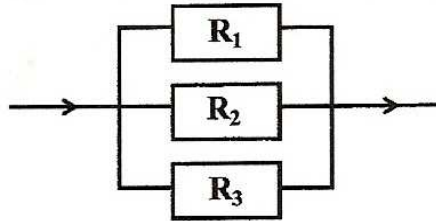
Il en résulte que $P = R I^2$ ou $P = U^2 / R$. Cette formule sera nécessaire pour les calculs d'ampérage.

c- Montage en série / parallèle : (exemples avec des résistances)

Le montage en série consiste à intégrer dans un circuit des résistances les unes à la suite des autres :



Le montage en parallèle consiste à diviser le circuit principal :



Les valeurs U, R et I sont différentes selon le type de montage :

	Série	Parallèle
U	$U = U_1 + U_2 + U_3...$	U est constante
I	I est constante	$I = I_1 + I_2 + I_3...$
R	$R = R_1 + R_2 + R_3...$	$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3... (*)$

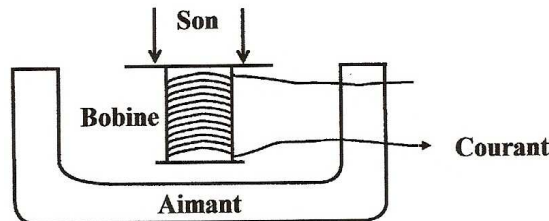
(*) La conductance G (en Siemens (S)) est l'inverse de la résistance ($G = 1/R$) : pour un montage en parallèle : $G = G_1 + G_1 + G_3...$

3- Les oscillateurs électromécaniques :

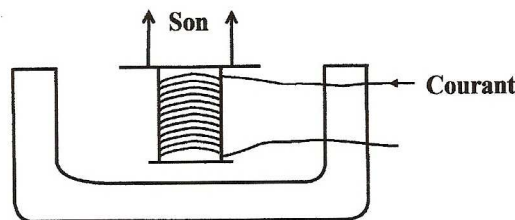
Les oscillateurs électromécaniques sont utilisés dans la fabrication des micros et des hauts-parleurs. En voici les principes de fonctionnement :

a- Oscillateurs électrodynamiques :

Ces oscillateurs sont constitués d'une bobine mobile se déplaçant entre les branches d'un aimant permanent. La bobine engendre, par son mouvement, un courant induit et variable : le signal.



Si, à l'inverse, on envoie un courant variable dans la bobine, celle-ci se déplace (force de Laplace).

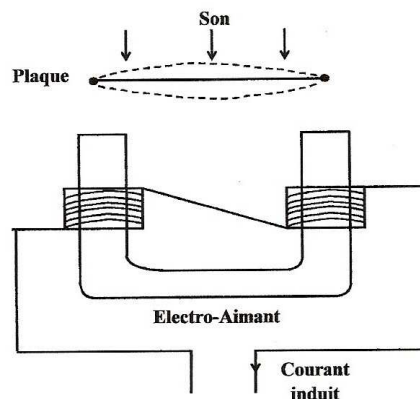


Dans le premier cas (transduction son => signal), nous avons un micro, dans le second (transduction signal => son), un haut-parleur. Quand les 2 types de transductions peuvent être réalisées par le même oscillateur, on dit qu'il est réversible.

L'oscillateur électrodynamique est l'oscillateur électromécanique le plus répandu. On peut fixer la bobine et faire "bouger" l'aimant (on parlera d'aimant mobile, beaucoup plus rare).

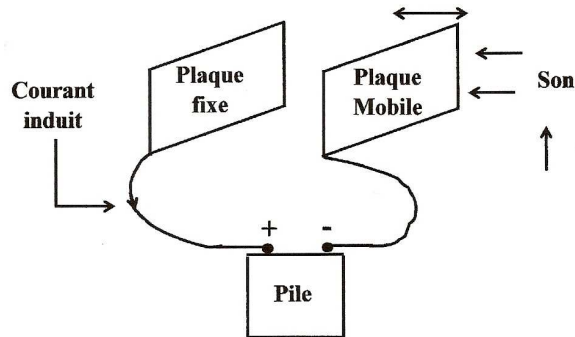
b- Oscillateurs électromagnétiques :

L'oscillateur utilise une plaque métallique fixée sur ses bords mais souple dans sa partie centrale, que l'on place au-dessus d'un électro-aimant. La vibration de la plaque engendre un courant induit variable (l'oscillateur est réversible) :



c- Oscillateurs électrostatiques :

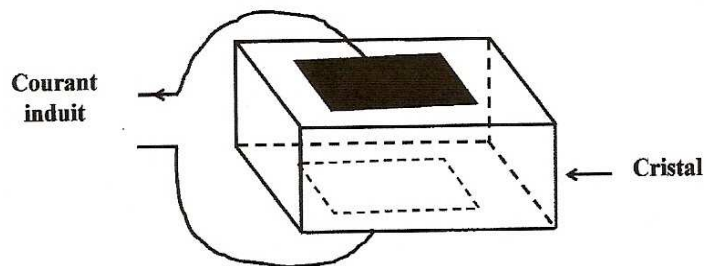
Un condensateur est constitué de 2 plaques conductrices séparées pas un isolant (air). Si l'on relie les 2 plaques d'un condensateur à une pile, aucun courant n'apparaît (le condensateur coupe le courant) ; cependant, si l'on déplace l'une des 2 plaques, un courant induit est engendré (l'oscillateur est réversible) :



L'oscillateur électrostatique nécessite une alimentation.

d- Oscillateurs piézoélectrique :

Ils utilisent les propriétés de certains matériaux (quartz...) qui peuvent générer des charges électriques sur des faces opposées (concentration, dilatation), sous l'effet d'une vibration (son). L'oscillateur est réversible.



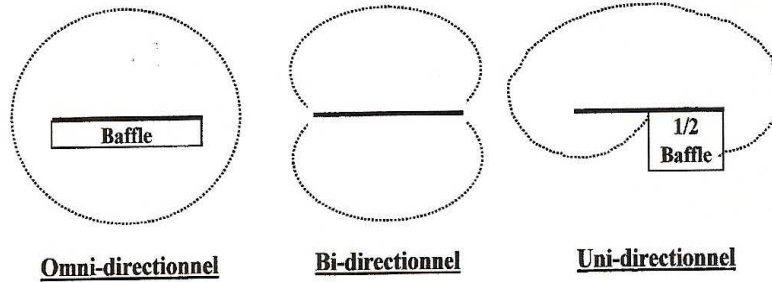
C- LES CAPTEURS

Comme nous l'avons vu, les capteurs transforment le son en signal électrique. Ils sont généralement de 2 types : micros et cellules.

1- Les micros :

a- Directivité :

La directivité d'un micro indique sa zone de couverture, c'est à dire les directions des sons qui seront captés :



1- Omnidirectionnels :

Ces micros, également appelé microphones "à pression", captent les sons venant de toutes les directions. En pratique, l'absence de directivité concerne essentiellement les fréquences graves et médiums (< ou = à 5kHz), les fréquences aiguës étant beaucoup plus directives (on y remédie en réduisant les dimensions du boîtier).

2- Bidirectionnels :

Egalement appelés microphones "à gradient de pression", ils favorisent 2 directions (avant / arrière) perpendiculaires à la membrane.

3- Unidirectionnels :

Egalement appelés "cardioïdes" (en raison de la forme de leur diagramme directionnel ressemblant vaguement à un cœur), ils sont une combinaison des 2 précédents : la direction perpendiculaire à l'avant de la membrane est privilégiée. On utilise différents termes selon que le "cœur" est plus ou moins serré : cardioïdes (larges), super cardioïdes (moins larges), hyper cardioïdes (étroits), canons...

En sonorisation / enregistrement, on n'utilise que des micros de type cardioïde, puisque les différentes sources doivent évidemment être isolées les unes des autres (on ne veut pas récupérer d'autres sons parasites).

b- Différents types de micros :

1- Micros électrodynamiques :

Ce sont les micros les plus utilisés : ils proposent une gamme importante de modèles, dont les caractéristiques varient selon les applications auxquelles ils sont destinés.

Ces micros sont solides, la qualité du son est très bonne. Ils ne nécessitent pas d'alimentation (même si certains en utilisent parfois, dans le but d'amplifier le signal : micro à ruban, micro actifs de guitare et basse...).

Certains modèles peuvent être omnidirectionnels (boîtiers fermés), bidirectionnels ou cardioïdes (boîtiers avec fentes ou filtres).

Toutefois, ils réagissent aux champs magnétiques importants (ils doivent être blindés et peuvent contenir une bobine anti-induction).

Leurs prix sont assez abordables.

2- Micros électrostatiques :

Egalement très nombreux et d'une qualité supérieure aux micros électrodynamiques, ils sont néanmoins plus fragiles.

Ils nécessitent une alimentation (pile ou fantôme).

Ils peuvent proposer différentes directivités (omni, bi ou unidirectionnels).

Leurs prix sont assez élevés.

3- Micros à électret :

Basés sur le principe des micros électrostatiques, ils n'utilisent pas d'alimentation, mais la faculté de certains matériaux (métaux, plastiques) à conserver une charge électrique (sur la partie mobile ou fixe). Ils sont d'une qualité légèrement inférieure à celle des micros électrostatiques.

Il existe d'autres types de micros qui ne sont pas développés ici.

c- Précautions d'emplois :

Les micros sont certainement les éléments les plus fragiles de la chaîne d'amplification. Il faut donc en prendre particulièrement soin :

- éviter les chocs et les chutes.
- ne pas tirer sur les connexions.
- pour tester un micro, souffler dessus plutôt que de taper sur la grille.
- en cas de larsen, ne pas le couvrir de la main (cela augmente l'effet) : utiliser le commutateur On-Off, éloigner le micro des enceintes, modifier l'orientation du micro, baisser le niveau des enceintes ou des fréquences critiques (égaliseur).
- utiliser les micros en fonction de leurs destinations.
- pour le chant, bien gérer la distance au micro et la directivité (augmenter la distance quand la puissance sonore augmente).

2- Les cellules :

On appelle "cellules" des transducteurs qui "capturent" le son directement sur le corps résonant (caisses de résonance, corps des instruments...). Elles se situent donc dans la phase de production du son et non, comme les micros, dans la phase de propagation. Elles concernent évidemment les instruments acoustiques.

Les cellules sont moins sensibles au larsen que les micros (surtout à forte puissance), mais plus sensibles aux fréquences de résonance propres à l'instrument. Le son peut être assez éloigné du son acoustique et, dans ce cas, impliquer une égalisation plus difficile.

Elles peuvent nécessiter l'utilisation d'un pré-ampli, afin d'augmenter le niveau du signal : le son amplifié doit être supérieur au son acoustique (c'est en quelque sorte un rapport signal / bruit, voir plus loin) et l'amplification doit souvent être importante.

3- Caractéristiques techniques principales :

Certains micros peuvent disposer de commutateurs permettant de faire varier certaines de leurs caractéristiques (directivité, courbe de réponse, On-Off, impédance, atténuation...).

Ils peuvent intégrer des convertisseurs analogique => numérique (micros numériques).

Ils peuvent proposer des liaisons HF (micros "sans fil").

a- Diagramme directionnel :

Indique la courbe de directivité du micro, en fonction des différentes fréquences.

b- Sensibilité :

Indique la tension de sortie du micro (en mV/Pa). Une sensibilité de 3mV/Pa indique qu'une pression acoustique de 1Pa génère un signal de 3mV : plus la sensibilité est élevée, plus le signal est important. (la mesure s'effectue à 1 kHz).

Les micros électrodynamiques auront en général une sensibilité comprise entre 1,5 mV/Pa et 3 mV / Pa, les micros électrostatiques entre 10 et 30 mV / Pa et les micros à électrets entre 6 à 30 mV / Pa.

c- Bande passante / Courbe de réponse :

La bande passante indique la plage de fréquences traitée par le micro. La courbe de réponse indique comment le micro réagit en fonction des différentes fréquences (atténuations ou "bosses" en dB).

d- Pression maximale :

C'est le niveau maximal (en dB SPL) que peut supporter le micro ; il est en général de l'ordre de 120 à 140 dB SPL. Les micros électrostatiques sont les plus "puissants".

e- Impédance :

L'impédance de sortie d'un micro est de l'ordre de 200 à 600 Ω (low-Z).

f- Distorsion Harmonique Totale (DHT ou THD en anglais) :

Indique le taux de distorsion du signal. Il doit être le plus petit possible. (inférieure ou égale à 1% (entre 250 et 8 kHz) pour une pression acoustique inférieure ou égale à 114 dB SPL).

g- Rapport signal / bruit :

Indique la différence de niveau entre signal et bruit de fond. Il doit être le plus grand possible. Il s'exprime en dB SPL : il est de l'ordre de 65 à 80 dB SPL environ.

h- Niveau de bruit (niveau nominal de pression acoustique) :

Indique la pression minimale (en dB) pour laquelle on obtient un signal correct. On l'obtient en retranchant le rapport signal / bruit de 94 dB SPL : par exemple, un rapport signal / bruit de 80 dB correspond à un niveau de bruit de $84 - 80 = 14$ dB. Le niveau de bruit est de l'ordre de 14 à 29 dB.

Dernière remarque :

On notera juste que les instruments électroniques (claviers, synthés...) génèrent directement un signal électrique et ne nécessitent donc pas de transducteurs.

D- L'AMPLIFICATION

Nous avons vu qu'il faut distinguer pré-amplification et amplification. Certains appareils combinent les 2 (amplis d'instruments, "sonos" amplifiées). En sonorisation, par contre, la console de mixage et l'amplificateur (les amplificateurs) sont des appareils différents.

1- La pré-amplification :

a- Gain (ou trim) :

Permet de régler le niveau du signal d'entrée, afin d'éviter saturation ou faiblesse du signal. L'entrée peut être équipée d'un atténuateur (par exemple PAD (-20 dB)) ou d'un "booster" augmentant le signal d'entrée.

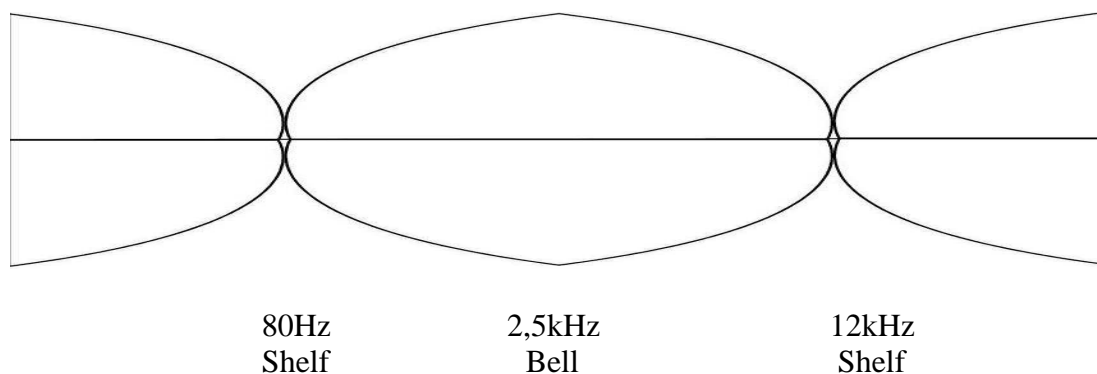
Dans le cas d'amplis guitare, le gain sert à définir le taux de saturation. L'objectif est différent de celui d'une tranche de console : on désire un son "sale" (par écrêtage du signal) alors qu'en sonorisation, on espère un son propre.

b- Egalisation :

Permet de régler le niveau des fréquences. Il peut aller de très "vague" à très précis. Deux éléments sont importants :

- Une fréquence est indiquée pour un potentiomètre ciblant la fréquence centrale sur laquelle il travaille : en effet, les potentiomètres n'agissent pas que sur une seule fréquence, mais sur un groupe.

- On distinguera 2 types potentiomètres : les "bells" qui agissent sur les fréquences en-dessous et au-dessus de la fréquence centrale (d'où leur nom de cloche (bell)), et les "shelves" (ou Baxandall) qui agissent sur les fréquences en-dessous ou au-dessus de la fréquence indiquée. Les shelves sont utilisés pour les graves et les aigus, les bells pour les mediums (les courbes ne sont pas représentatives, mais montrent l'action en-dessous, au-dessus ou les 2) :



Nous pouvons distinguer différents types d'égaliseurs :

1- Les égaliseurs "simples" :

De 1 à 3 potentiomètres en général :

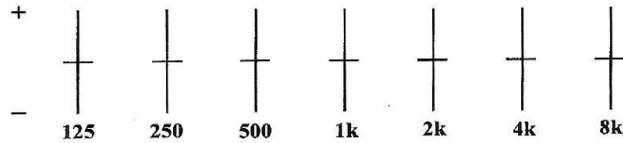
. 1 potentiomètre "tonalité"	:	Low	⊕	High	
. 2 potentiomètres	:	⊕	⊕	Low	High
					{ Low : 50 Hz High : 20 kHz } +/- 10 dB
. 3 potentiomètres	:	⊕	⊕	⊕	High
					{ Low : 80 Hz Mid : 2,5 kHz High : 12 kHz } +/- 15 dB

Dans une configuration à 3 potentiomètres, le "Mid" peut être remplacé par un égaliseur paramétrique à 2 potentiomètres (voir plus loin), soit 4 en tout.

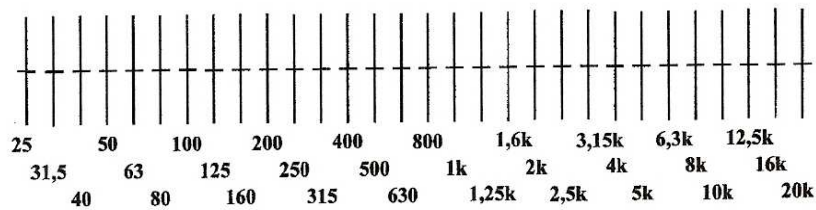
2- Les égaliseurs graphiques :

Un potentiomètre de type curseur linéaire est attribué à une plage de fréquence. Le nombre de potentiomètres peut varier (de 5 à 30) ; on parle d'égaliseur à x "bandes".

Exemples _____ : 7 bandes :



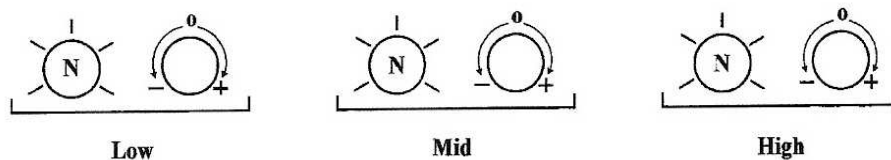
30 bandes : (norme ISO)



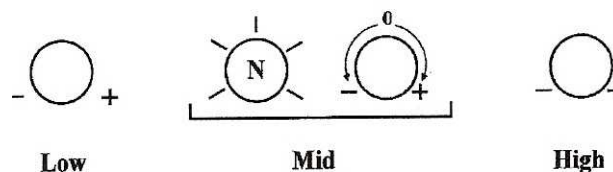
L'égaliseur 30 bandes divise toute la plage des fréquences audibles (20 à 20 kHz) par tiers d'octave. L'utilisation d'un égaliseur graphique est simple et très visuelle, mais il est volumineux et ne peut pas être intégré à une tranche de console (on le trouve généralement dans l'étage de sortie et/ou en rack).

3- Les égaliseurs paramétriques :

Ils sont constitués de 2 potentiomètres : le premier sélectionne la fréquence à traiter, le second la corrige. Il faut plusieurs égaliseurs paramétriques pour couvrir la bande passante :



Comme nous l'avons vu, un égaliseur paramétrique remplace fréquemment le potentiomètre "Mid" d'un égaliseur 3 bandes :



On peut avoir jusqu'à 4 paramétriques (8 potars, 4x2) sur une tranche de console (graves, bas-mediums, hauts-mediums, aigus).

L'utilisation d'un égaliseur paramétrique est plus délicate et moins visuelle que celle d'un graphique, mais il prend moins de place, est très efficace et peut être intégré dans une tranche de console.

c- Volume :

Gère le niveau du signal envoyé à l'amplificateur. Sur les consoles de mixages, c'est un curseur linéaire (fader), alors que sur les amplis d'instruments, c'est un potentiomètre rotatif.

d- Autres dispositifs :

1- Amplis d'instruments :

Contour / Présence... :

Ces potentiomètres agissent sur l'égalisation générale.

Reverb :

Permet de régler le taux de réverbération (voir effets).

Compresseur :

Certains amplis contiennent un compresseur (ampli basse principalement, voir effets).

2- Tranches de console :

Filtre coupe - bas :

C'est un interrupteur qui permet d'atténuer fortement les graves (en dessous de 80 ou 100 Hz / atténuation de -12 dB à -18 dB par octave). On l'enclenche pour les instruments ou voix qui n'utilisent pas ces fréquences afin de diminuer le bruit de fond.

Alimentation fantôme :

C'est un interrupteur qui permet d'alimenter des microphones électrostatiques (48v en général). On peut utiliser sans problèmes des micros électrodynamiques, même si l'alimentation est active, à condition qu'ils soient symétriques (voir Connexions). Par contre, dans le cas de liaisons asymétriques, il y a risque de détérioration du matériel : dans ce cas, il faut déconnecter l'alimentation fantôme.

L'alimentation fantôme ne fonctionne que sur les entrées XLR.

Auxiliaires :

C'est un potentiomètre qui gère le signal envoyé vers les "auxiliaires" (retours de scène, effets...). Un sélecteur Pré / Post permet de choisir d'envoyer le signal avant ou après le fader ; dans le premier cas (Pré), le fader n'a pas d'action sur le signal envoyé : dans le second (Post) il intervient sur le niveau du signal envoyé. Dans le cas d'effets, ils devront être récupérés après traitement (section Master, send/return).

Panoramique :

Ou balance (pour les signaux stéréo): gère l'orientation droite - gauche du signal.

Led :

Diodes de contrôle du niveau du signal. Il peut y avoir une seule Led (crête), ou plusieurs (-20 dB, 0 dB, +6 dB, peak...). Le contrôle est visuel.

Mute :

Permet de couper la voie tout en conservant les réglages (fader). On rencontre parfois l'inverse avec un interrupteur "ON".

PFL :

Pre Fader Listen : permet d'écouter la voie en amont du fader. La voie est contrôlée indépendamment du niveau de sortie. Cette fonction permet de régler le gain (voir Balances).

e- Etage de sortie d'une console :

L'étage de sortie d'une console peut regrouper plusieurs dispositifs : niveau de sortie général (droite - gauche), auxiliaires, entrée - sortie magnétophone (ou autres), égalisation générale (graphique), effets internes, contrôle casque...

2- L'amplification :

Elle se résume à un transformateur qui amplifie un courant en mV (sortie de table) en courant en V. Les amplis de puissance peuvent disposer de potentiomètres de volume, de leds de contrôle, d'un limiteur contre les saturations et de divers circuits de protection (courts circuits, température...).

Modes de fonctionnement d'un ampli de puissance :

- Stéréo : Les 2 canaux amplifient 2 signaux différents.
- Parallèle : Les 2 canaux amplifient le même signal.
- Ponté : Les 2 canaux sont cumulés : la tension de sortie est doublée, la puissance est environ 3 fois celle d'un seul canal (Bridge).

3- Caractéristiques techniques principales :

A- Pré-amplification :

a- Caractéristiques d'entrée :

1- Impédance :

On distinguera les entrées à haute impédance (Hi-Z) des entrées à basse impédance (Lo-Z) :

Les entrées Lo-Z (micros) ont une impédance de l'ordre de $1\text{k}\Omega$ à $10\text{k}\Omega$.

Les entrées Hi-Z (line : claviers, pré-amplis...) ont une impédance de l'ordre de $10\text{k}\Omega$ à $50\text{k}\Omega$.

L'impédance d'un instrument (guitare électrique) est de l'ordre du $\text{mega}\Omega$ (ultra haute impédance).

Les entrées ligne et instrument utilisent le même connecteur (jack) : il est préférable de pré-amplifier le signal d'un instrument avant de le connecter à une tranche de console, sinon le signal est trop faible pour être exploitable.

L'impédance d'entrée doit être toujours supérieure à l'impédance de sortie du micro, de la ligne...

2- Sensibilité :

C'est le niveau le plus bas pouvant produire un son utilisable. Elle s'exprime en dB (dB de tension, rien à voir avec le dB SPL) et en mV (voir μV), sachant que 0 dB correspond au seuil de saturation de l'appareil ($0\text{ dB} = 0,775\text{ Vrms}$). Par exemple : Entrée Lo-Z : -62 dB (-62 dB (616 μV)).

3- Gain max :

Indique la valeur maximale (en dB) d'augmentation du signal d'entrée. Par exemple : 66 dB (Lo-Z) / 56 dB (Hi-Z).

b- Egaliseurs :

On précise les fréquences de l'égaliseur et le niveau maximum de l'augmentation / atténuation. Par exemple : 7 bandes (125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8kHz) +/- 12 dB max.

Il en est de même pour les autres types d'égalisateur :

- HIGH : 12 kHz +/- 15 dB max
- MID : 2,5 kHz +/- 15 dB max.
- LOW : 80 Hz +/- 15 dB max

c- Caractéristiques de sortie :

Niveau de sortie (à destination d'un amplificateur de puissance) s'exprime en dB et en V. On peut distinguer le niveau nominal du niveau maximum avant saturation. Par exemple :

- Nominal : + 4 dB (1,23 V)
- Max. avant saturation : +20 dB (7,75 V)

B- Amplification :

a- Puissance de sortie :

C'est la valeur qui intéresse généralement le plus les musiciens (à tort). C'est une valeur volontairement floue (argument commercial) : puissance moyenne, admissible, efficace, musicale, crête...

Puissance moyenne, efficace, admissible :

Correspond à la puissance que l'ampli peut fournir en régime continu (pendant des heures). C'est le régime musical sinusoïdal (RMS) (par exemple : 100 W).

Puissance crête :

Correspond à la puissance que l'ampli peut fournir sur un temps très court (moins de 10 ms). Elle peut être 4 fois supérieure (+6 dB) à la puissance moyenne (même exemple : 400 W).

Puissance musicale :

Est en quelque sorte une moyenne des 2 précédentes : l'ampli peut fournir cette puissance sur un temps "pas trop long"» (non défini). Elle correspond à environ deux fois la puissance moyenne (même exemple : 200W).

La puissance est toujours indiquée en fonction de l'impédance sous laquelle elle est délivrée : par exemple : 200 W / 4Ω.

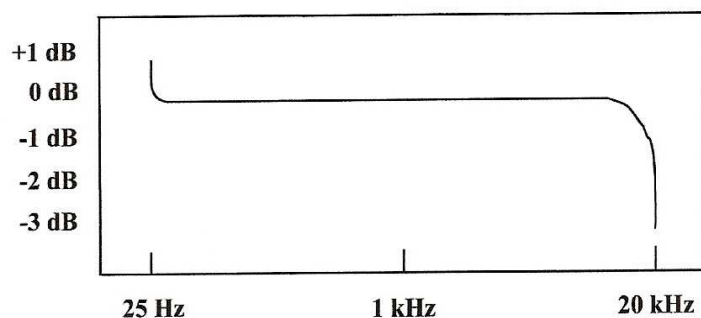
b- Impédance :

Nous avons vu que $P = U^2/R$

A tension continue, la puissance est inversement proportionnelle à l'impédance : pour l'exemple d'un ampli de 200 W / 4Ω, la puissance sera environ de 100 W / 8 Ω et de 400 W / 2Ω. Il est très important de bien combiner les impédances de l'ampli et de l'enceinte : si l'enceinte a une impédance inférieure à celle de l'ampli, celui-ci risque d'être détérioré.

c- Bande passante / Réponse en fréquence :

Indique la plage de fréquence de l'appareil. On indique l'atténuation ou l'augmentation (en dB) aux extrémités de la plage. Par exemple : 20 Hz à 20 kHz +1 dB, -3 dB indique que les fréquences proches de 20 Hz sont augmentées de 1 dB, les fréquences proches de 20 kHz sont atténuées de 3 dB :



d- DHT :

Indique le taux de distorsion à une puissance donnée. Il doit être le plus faible possible. Par exemple : < 0,5 % (20 - 20kHz, 100W / 4Ω).

e- Rapport signal / bruit :

Il exprime en dB et doit être le plus élevé possible (voir micros).

f- Limiteur :

Indique le niveau de DHT à partir duquel le limiteur est activé. Le limiteur coupe drastiquement les surmodulations afin de protéger les circuits.

g- Consommation :

C'est la puissance électrique consommée par l'appareil. Par exemple : 200 W. Ces watts servent à calculer l'ampérage grâce à la formule $P = UI$. Il ne faut pas confondre la consommation avec la puissance de l'amplificateur.

Calcul d'ampérage :

Il est important de pouvoir calculer l'ampérage que nécessite l'amplification :

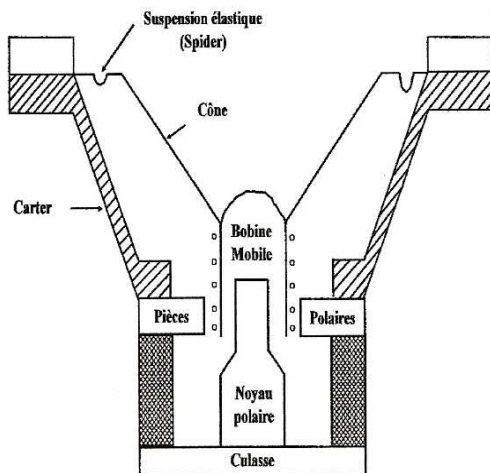
Nous déduisons de $P = UI$ que $I = P/U$, sachant que $U = 220v$ ($I=P/220$) : pour un appareil consommant une puissance de 200W, l'ampérage nécessaire est $I = 200/220$ soit 0,9A. En additionnant les ampérages de tous les appareils (amplis, instruments nécessitant une alimentation, sono, alimentations effets...), on obtient l'ampérage total nécessaire.

E- LA DIFFUSION

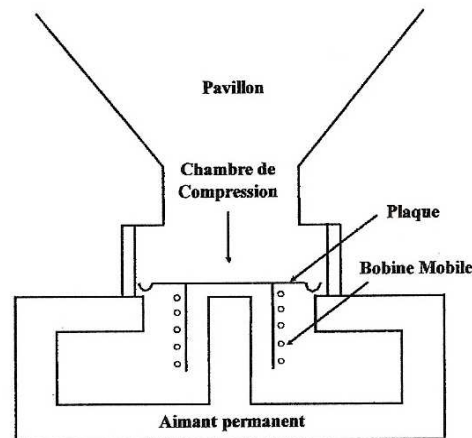
La diffusion du son est assurée par les haut-parleurs (HP). Ils transforment l'énergie électrique (signal), en provenance de l'ampli, en énergie acoustique (son).

1- Types de HP :

Nous étudierons les 2 types de HP les plus répandus. Ils utilisent tous les 2 des oscillateurs électrodynamiques :



Haut - parleur à dôme



Haut - parleur à chambre de compression

Les HP à dôme reproduisent principalement les fréquences graves et bas mediums. Leurs diamètres varient généralement de 25 à 46 cm et ils peuvent supporter de très fortes puissances (de l'ordre du KW).

Les HP à chambre de compression reproduisent généralement les fréquences supérieures à 1200 Hz. Le diamètre des membranes varie de 2,5 cm à 5 cm. Les moteurs utilisent le pouce (2,54 cm) comme référence : les diamètres ne correspondent pas à la membrane, mais à la gorge du pavillon. Les fréquences aiguës étant assez directives, le pavillon permet de gérer la "distribution" des aigus. Les HP à chambre de compression peuvent supporter des puissances de l'ordre de 75 W.

2- Baffles / Enceintes :

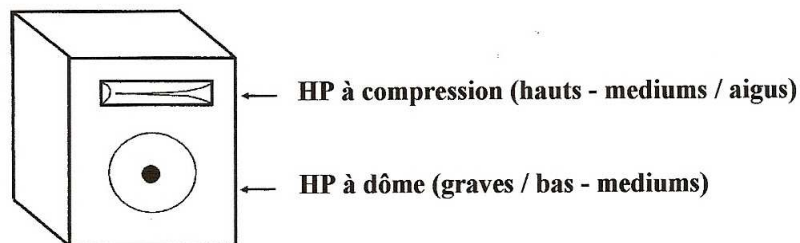
Un HP à dôme comprime l'air situé devant lui pendant que l'air situé derrière lui subit une dépression (et inversement). Si les ondes se rencontrent, elles s'atténuent fortement : on appelle cela le court-circuit acoustique. On remédie à ce phénomène en supprimant l'onde arrière :

a- Baffle :

Signifie écran en anglais. C'est une plaque de bois de grandes dimensions dans laquelle on encastre un HP. Le baffle diminue les effets du court-circuit acoustique sans les éliminer totalement : une fréquence de 20 Hz a une longueur d'onde de $340/20$ soit 17m, ce qui implique un baffle de 34m de côté.

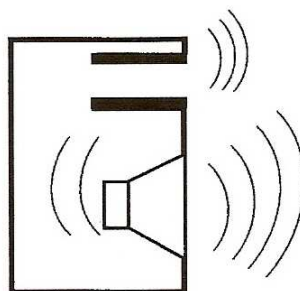
b- Enceinte :

Le HP est encastré dans un caisson qui atténue très fortement le rayonnement arrière (enceinte ouverte), voire totalement (enceinte close). Les enceintes combinent généralement au moins 2 HP, chacun reproduisant une plage de fréquences : ce sont des enceintes dites à 2 voies (Graves, Bas Mediums / Hauts Mediums, Aigus) à 3 voies (Graves / Mediums / Aigus)..., une voie pouvant compter plusieurs HP :



Les enceintes comptent généralement de 2 à 5 voies.

Dans une enceinte close, l'onde arrière est perdue. Le système "bass-reflex" permet d'en récupérer une partie, grâce à un évent (ses dimensions sont très complexes à calculer). Ces enceintes engendrent une amélioration du niveau des basses, une réduction des mouvements du HP et une diminution du taux de distorsion :

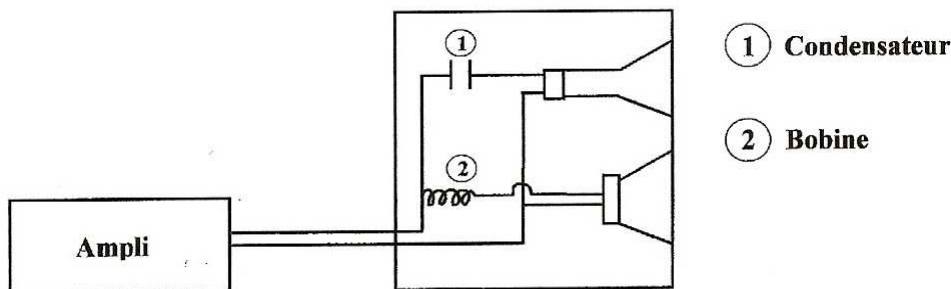


3- Les filtres :

Le signal doit être décomposé en plusieurs plages de fréquences spécifiques aux HP utilisés. Nous pouvons distinguer plusieurs types de filtres :

a- Filtres passifs :

Ces filtres sont contenus dans l'enceinte. Les filtres les plus simples comprennent une bobine qui coupe les aigus ("coupe haut" ou "passe - bas") et un condensateur qui coupe les graves ("coupe - bas" ou "passe - haut") :

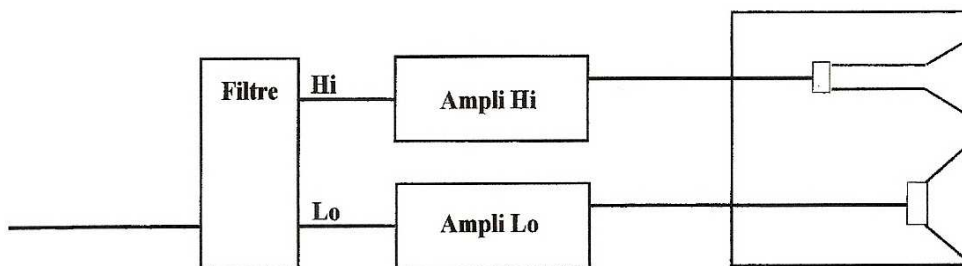


Les filtres les plus élaborés contiendront divers condensateurs, bobines et résistances. La réponse en fréquence est de meilleure qualité.

Les filtres traitent de fortes tensions en provenance de l'ampli, qui ont des répercussions sur les performances de l'enceinte : c'est pourquoi la plupart des enceintes équipées de filtres passifs sont généralement limitées en puissance (de l'ordre de 500 W max.).

b- Filtres actifs :

Les enceintes contiennent des filtres passifs, mais ceux-ci peuvent être désactivés (par un commutateur) : les HP peuvent ainsi être alimentés par des signaux différents. Le filtrage devra alors s'effectuer en amont des amplis (derniers appareils avant les amplis).



Chaque HP travaille alors dans un cadre plus précis et l'ensemble améliore ses qualités sonores (clarté, réponse en fréquence) et réduit le taux de distorsion (les tensions sont plus faibles).

4- Caractéristiques techniques principales :

a- Puissance :

Puissance acoustique (en W) que l'enceinte peut supporter. Elle implique que la puissance de l'ampli soit adaptée à l'enceinte. Une enceinte acceptera un ampli de puissance inférieure ou égale (à même impédance) voire d'une puissance supérieure : il est souvent conseillé d'utiliser des enceintes de puissance inférieure à l'ampli : amplis et enceintes ne fonctionnant jamais aux puissances maximales, le rendement est meilleur dans cette configuration.

Pour les différentes puissances utilisées (moyenne, crête...), voir amplification.

b- Impédance :

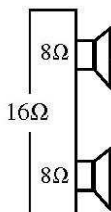
Rappelons qu'il est très important de bien combiner les impédances de l'ampli et de l'enceinte : si l'enceinte a une impédance inférieure à celle de l'ampli, celui-ci risque d'être détérioré. Les impédances habituellement utilisées sont 4Ω et 8Ω , plus rarement 2Ω et 16Ω .

Les HP peuvent être montés en série, en parallèle, ou en série - parallèle : les 2 premiers montages sont peu utilisés, car il est difficile d'adapter les impédances habituellement utilisées ; on leur préfère le montage série - parallèle (dans les montages, tous les HP ont évidemment la même impédance Z).

1- Montage en série :

Dans un montage en série, l'impédance totale (Z_T) est égale à Z multiplié par le nombre de HP (n) :

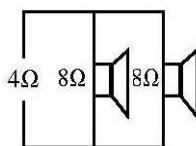
$Z_T = nZ$: pour 2 HP de 8Ω , $Z_T = 2 \times 8\Omega = 16\Omega$.



2- Montage en parallèle :

Dans un montage en parallèle, l'impédance totale est égale à Z divisé par le nombre de HP :

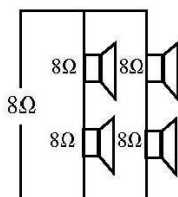
$Z_T = Z/n$: pour 2 HP de 8Ω , $Z_T = 8\Omega/2 = 4\Omega$.



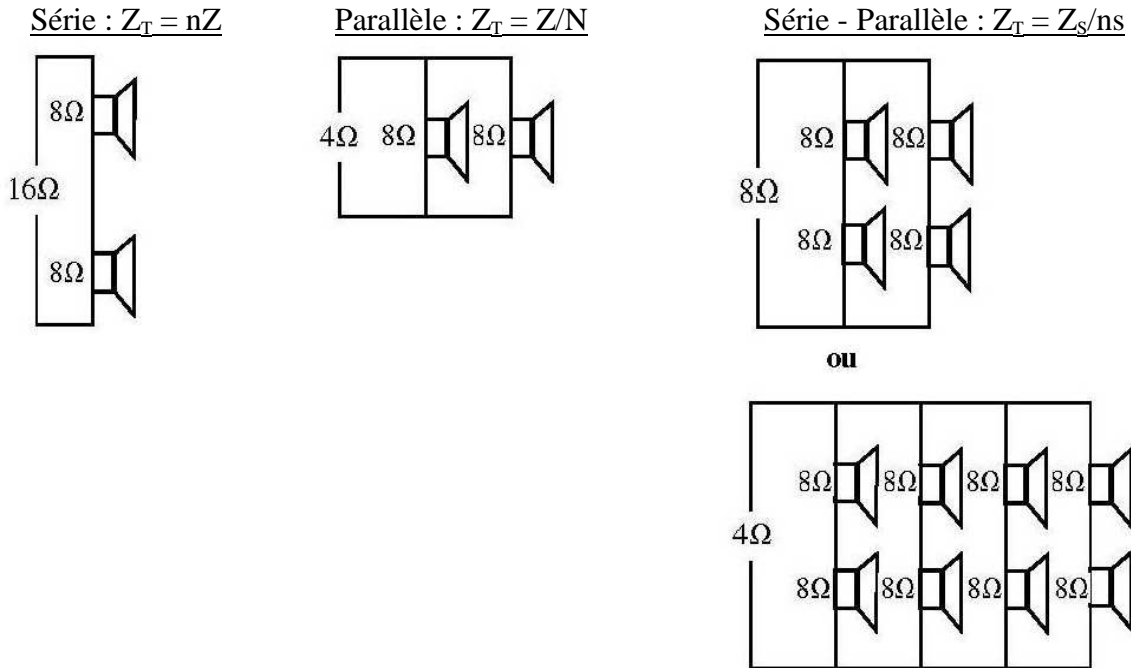
3- Montage en série -parallèle :

Dans un montage en série - parallèle, l'impédance totale est égale à l'impédance d'une série divisé par le nombre de séries :

$Z_T = Z_s/ns$: pour 2 séries 2 HP de 8Ω , soit 4HP de 8Ω : Z_s (impédance d'une série) = 16Ω (voir montage série), n_s (nombre de série) = 2 : $Z_T = 16/2 = 8\Omega$.



4- Récapitulatif :



5- Enceintes et ampli guitare :

Le cas se présente fréquemment de brancher 2 enceintes d'impédance différentes à un ampli guitare. Le branchement se fait généralement en parallèle. Il faut se rappeler qu'en parallèle, nous avons $1/Z_T = 1/Z_1 + 1/Z_2...$ et que l'impédance totale des enceintes doit être supérieure ou égale à celle de l'ampli :

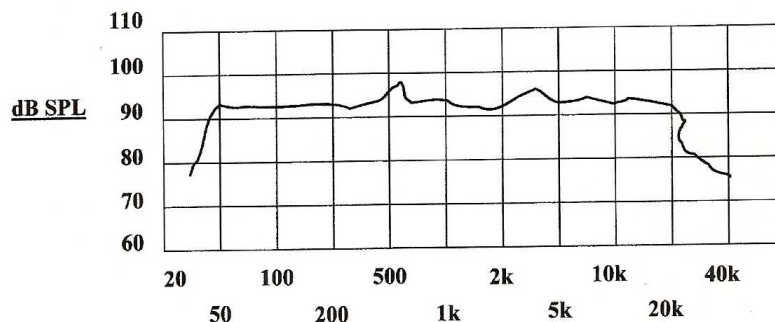
Enceinte 1	Enceinte 2	Z Totale
4Ω	8Ω	$1/Z_T = 1/4 + 1/8 = 3/8 \Rightarrow Z_T = 8/3 = 2,7\Omega$
4Ω	16Ω	$1/Z_T = 1/4 + 1/16 = 5/16 \Rightarrow Z_T = 16/5 = 3,2\Omega$
8Ω	16Ω	$1/Z_T = 1/8 + 1/16 = 3/16 \Rightarrow Z_T = 16/3 = 5,3\Omega$

Seul la dernière combinaison est viable (8Ω/16Ω), en mettant la sortie de l'ampli sous 4Ω (les amplis guitare sortant généralement en 4, 8 ou 16Ω).

c- Bande passante / Courbe de réponse :

La bande passante indique la plage de fréquences dans laquelle l'enceinte peut être utilisée. On peut spécifier des atténuations / augmentations (en dB) pour les extrémités de la bande passante.

La courbe de réponse est un schéma qui indique le comportement de l'enceinte en fonction des différentes fréquences. Elle fait apparaître des "bosses" et des "creux" :



d- Sensibilité :

La sensibilité indique le niveau de pression acoustique obtenu lorsque l'enceinte est soumise à une puissance d'entrée de 1W.

Par exemple, 98 dB / 1W / 1m indique qu'une puissance de 1W génère une pression de 98 dB (mesurée à 1m dans l'axe de l'enceinte).

Une sensibilité élevée indique que l'enceinte, à même puissance, disposera d'un plus grand niveau de pression acoustique qu'une enceinte de sensibilité inférieure.

e- SPL Max :

Indique le niveau maximal de pression acoustique que l'enceinte peut produire, en fonction de la sensibilité et de la puissance admissible de l'enceinte. L'augmentation en décibels entre 1W et nW (P) se calcule par $10 \log P/1$: on ajoute ce résultat à la sensibilité pour obtenir le SPL max (il faut généralement le diminuer de 3 à 9 dB).

Exemple : 500W // 98 dB / 1W / 1m.
 $10 \log 500 = 27 \text{ dB}$: SPL max = $98 + 27 = 125 \text{ dB}$

f- Directivité :

Renseigne sur la couverture de l'espace sonore. Elle est exprimée selon deux angles (horizontal / vertical). On précise - n dB, ce qui indique qu'aux abords de ces angles, le niveau de pression acoustique baisse de n dB : les aigus seront donc moins bien perçus dans ces zones que dans l'axe de l'enceinte.

Plus une enceinte propose de petites valeurs d'angles, plus elle est directive : une enceinte de 90° H x 60° V est une enceinte à large dispersion, qui sera essentiellement utilisée à courte portée ; une enceinte de 60° H x 40° V sera beaucoup plus directive (moyenne portée).

La directivité concerne essentiellement les fréquences hauts mediums / aigus, les fréquences graves n'étant pas directives.

5- Types d'enceintes et utilisation :

a- Enceinte large bande passive :

Les modèles les plus courants sont à 2 voies : boomer (25 à 38 cm) et compression (1 ou 2 pouces). La bande passante est de l'ordre de 45 à 20 kHz, la sensibilité de 95 à 100 dB / 1W / 1m et la puissance admissible de 60 à 700W. C'est une enceinte très utilisée pour les petites sonorisations de proximité.

Avantages :
- très grande simplicité d'emploi.
- dimensions et poids relativement faibles.
- prix abordable, choix très important.
- peut être utilisée en façade ou en retour.
- certaines peuvent contenir leur propre amplificateur (enceintes amplifiées).

Inconvénients :
- performances limitées (puissance / pression acoustique).
- n'est donc pas adaptée aux "grosses" sonorisations.

b- Enceinte large bande passive / active :

Elle peut être utilisée comme une enceinte passive, mais le filtre peut être désactivé, chaque HP travaillant indépendamment (voir filtres).

Avantages :
- utilisation des HP optimisée (spécialisation).
- meilleure clarté sonore.
- réduction du taux de distorsion.
- meilleur contrôle de la réponse en fréquence.
- puissance maximale.
- peut être utilisée en façade et en retour.

Inconvénients :
- emploi plus complexe (filtrage en amont et plusieurs amplificateurs spécialisés).
- prix plus élevé que les passives.

On appelle fréquemment aujourd'hui enceinte active une enceinte amplifiée (un amplificateur est intégré dans le coffrage) : attention aux confusions.

c- Bi - amplification :

Elle utilise un caisson de graves et une ou deux enceintes pour les fréquences supérieures. Les caissons de graves utilisent des "boomers" de grands diamètres (38 à 46 cm). Leur bande passante est de l'ordre de 30 Hz à 500 Hz (fréquence de coupure entre 80 et 125 Hz), la sensibilité de 98 à 100 dB / 1W / 1m, la puissance de 150 à 1kW.

Avantages :
- utilisation des HP optimisée.
- meilleur rendement dans les graves (effet de sol).
- meilleur rendement des enceintes (les boomers sont allégés).

Inconvénients :
- emploi plus complexe.
- prix élevé.

d- Retours de scène :

Les "Sides" sont des retours généraux disposés sur les côtés de la scène. Ils peuvent utiliser les 3 premiers types d'enceintes.

Les "Wedges" sont des retours individuels placés au sol ("bains de pieds"). Ce sont des enceintes spécifiques : 2 voies (boomer 25 à 38 cm) et compression (1 ou 2 pouces), large bande passante, sensibilité de l'ordre de 98 à 100 dB / 1W / 1m, puissance de 200 à 500W, pans coupés. Ils proposent des courbes de réponse et des directivités optimisées (meilleur clarté, limitation du larsen).

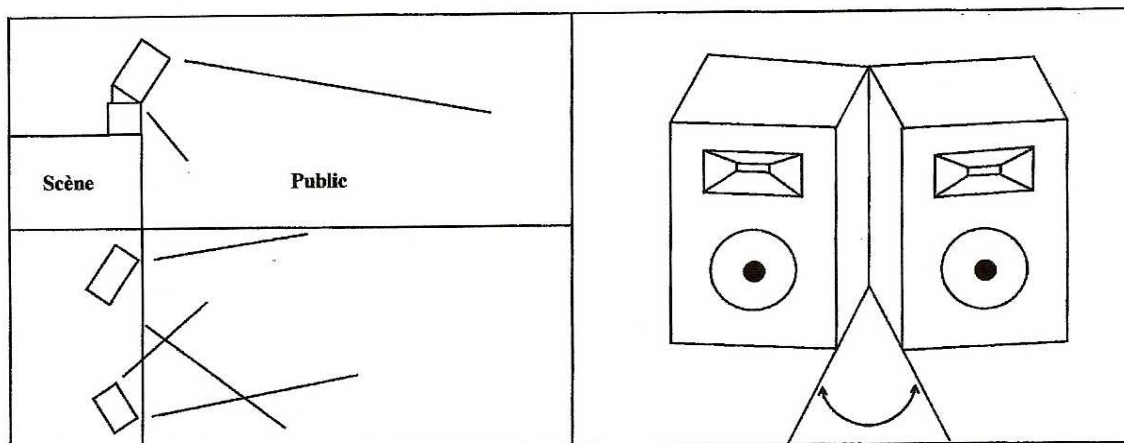
6- Positionnement des enceintes :

L'onde directe doit être perçue par la majorité du public afin que la clarté soit maximale : le public absorbe les fréquences (surtout les aigus), il est donc judicieux de placer les enceintes en hauteur et orientées vers le public, plutôt que sur le sol ou trop en hauteur sans inclinaison.

Si l'on utilise plusieurs enceintes de chaque côté, on peut leur donner un angle, afin d'élargir la couverture sonore. L'angle est important : trop petit, il amènera des irrégularités (battements) dans la diffusion, trop grand, il créera une zone de "trou".

Les caissons basses sont posés à terre, pour profiter de l'effet de sol.

Plusieurs enceintes peuvent également être utilisées pour augmenter le niveau de pression acoustique : doubler la puissance (ou le nombre d'enceintes) accroît la pression de + 3 dB, multiplier la puissance par 10 amène + 10 dB.



F- CABLES ET CONNEXIONS

1- Câbles :

Le choix des câbles est particulièrement important. Ils doivent correspondre au rôle auxquels ils sont destinés.

Plus un câble est long, plus il subit de pertes. Il est donc important d'adapter les longueurs des câbles aux signaux qu'ils doivent transporter et d'utiliser les câbles les plus courts possible.

L'impédance aura également de l'importance quant à la longueur du câble : par exemple, un micro de 500 Ω peut supporter une longueur de 100m, alors qu'un micro à haute impédance ne supporte qu'une dizaine de mètres.

La section d'un câble est importante, car elle a des répercussions sur la qualité du signal transmis.

Les câbles doivent être éloignés de toute source pouvant provoquer des interférences (transformateurs, alimentations secteur, alimentations éclairage...). L'utilisation d'appareils à basse impédance (DI box / micros 200 Ω) est efficace contre ces interférences.

2- Branchements asymétrique / symétrique :

a- Branchement asymétrique (unbalanced) :

Le câble comprend un seul conducteur, le retour s'effectuant par le blindage. On peut utiliser un câble à deux conducteurs : 1 conducteur actif, 1 conducteur inactif, le blindage étant relié à la masse. Ce blindage est efficace contre les interférences du conducteur actif.

Le câble à un seul conducteur est sensible aux interférences (à partir d'une dizaine de mètres de longueur).

b- Branchement symétrique (balanced) :

Il utilise un câble à 2 conducteurs et blindage. Les signaux des 2 conducteurs circulent en opposition de phase (les signaux étant une division par 2 du même signal). Si un signal parasite franchit le blindage, il est induit dans les 2 conducteurs. Arrivés à la console ou à l'ampli, les 2 signaux sont remis en phase, ce qui annule l'interférence (inversion de phase). On appelle ce phénomène "réjection de mode commun".

c- Polarité :

Il faut veiller à ce que les signaux identiques soient en phase : si 2 micros sont branchés avec des câbles inversés et captent la même source, ils peuvent se retrouver hors phase, d'où une dégradation, voire une annulation du signal.

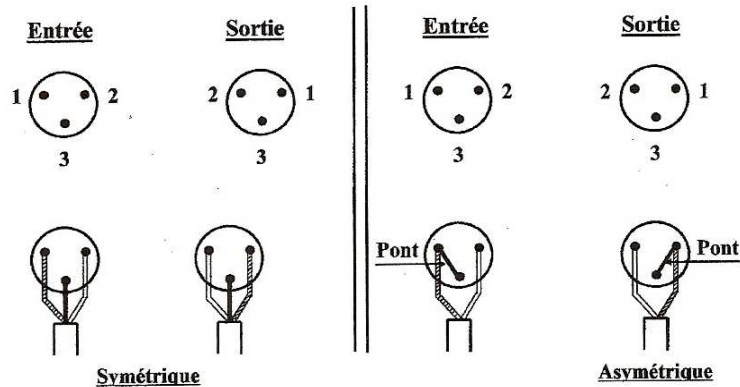
3- Connexions :

a- XLR :

Broche 1 : Masse blindée / terre (ground)

Broche 2 : + (point chaud) (hot)

Broche 3 : - (point froid) (cold)



Les fiches XLR sont très utilisées, pour les micros notamment, mais également pour les enceintes. Les entrées XLR ont un gain beaucoup plus élevé que les entrées ligne (Jack), il est donc préférable de les utiliser. L'alimentation fantôme passe par les broches 2 et 3 (symétrique) ; dans un branchement asymétrique, on pontage les broches 1 et 3 : les 48v sont donc présents partout (à éviter à tout prix).

b- Jack :

Pointe : + (point chaud) 1 (Tip)

Anneau / Bague : - (point froid) 2 (Ring)

Corps / Manche : Masse blindée / terre 3 (Sleeve)

On distingue les Jacks stéréos (3 points) des Jacks monos (2 points, pas d'anneau).



Symétrique :

1	:	point chaud (+)
2	:	point froid (-)
3	:	masse

Stéréo :

1	:	gauche
2	:	droite
3	:	masse

Mono (asymétrique):

1	:	point chaud (+)
3	:	masse (et -)

On utilise généralement des jacks 6,35mm (normaux) et 2,5mm (petits jacks).

Les bornes 1 et 2 sont reliés à des conducteurs, la borne 3 à une tresse de masse.

Pour les câbles d'enceinte Jack mono, deux conducteurs sont reliés à 1 (+) et 3 (-). **Attention** : ne jamais utiliser un jack guitare (avec tresse de masse) pour brancher les enceintes sous peine d'endommager l'ampli et/ou les enceintes.

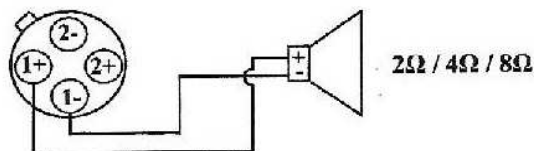
c- RCA :

Ce sont les fiches standards pour les appareils Hi - Fi (également appelées "chinch"). Elles sont constituées de deux câbles indépendants (gauche - droite) monos à 2 points, disposant chacun de sa propre fiche. Ces câbles monos contiennent un conducteur et un blindage.

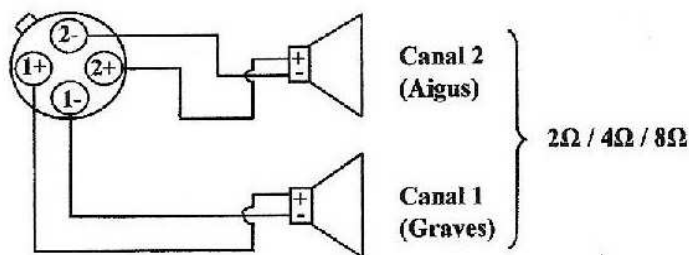
d- Speakon :

Ces fiches sont utilisées pour les liaisons ampli - enceintes. Il y a plusieurs possibilités de câblage :

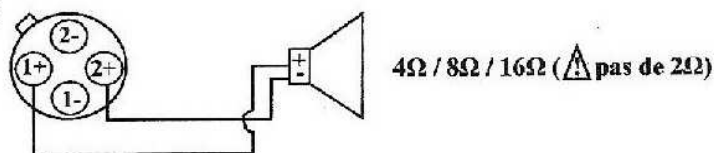
1 canal :



2 canaux :



Mono ponté :



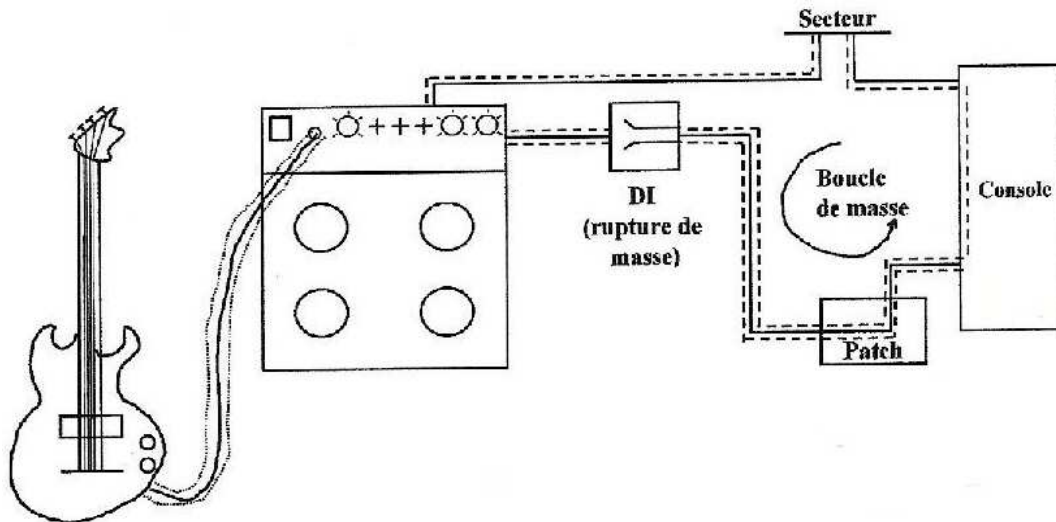
Le protocole de câblage est très important et doit être rigoureusement respecté (voir fiches techniques et/ou faces arrières des amplis / enceintes).

e- Mise à la masse :

Il est impératif que la masse audio soit reliée à la terre, afin d'éviter les risques électriques. La prise de terre ne doit jamais être déconnectée (prises secteur, rallonges, prises de courant...).

*** Boucles de masse :**

Tous les appareils sont reliés à la terre par le câble secteur. Ils communiquent entre eux par le blindage des câbles de connexion ; les différents câbles peuvent former de grandes boucles, pouvant être considérées comme des antennes. Ces antennes peuvent capter les rayonnements environnants. Comme nous venons de le voir, il ne faut surtout pas couper la liaison à la terre. Il faut arriver à couper la liaison des différentes "terres" : les boîtiers de direct (DI box) proposent généralement un dispositif "ground lift" (rupture de terre) :



G- TYPES DE SONORISATIONS

1- Renforcement sonore :

Le renforcement sonore est adapté aux petites salles qui ne nécessitent pas (ou ne supporteraient pas) des puissances très importantes. Il est très simple à mettre en œuvre.

Il s'agit de ne sonoriser que les sources sonores qui le nécessitent : la batterie et les amplis des instruments ne sont pas "repiqués". Cela concerne donc essentiellement le traitement du chant et des instruments non amplifiés (dans la mesure du possible, tous les instruments devraient disposer de leur propre amplification individuelle, pour plus de confort, les amplis servant de retours et leur proximité permettant des corrections en temps réel par les musiciens). Il faut prévoir des retours, afin que les sources sonorisées puissent être entendues correctement par les musiciens.

On procède d'abord à un réglage "back line", c'est à dire que l'on règle le niveau des amplis d'instruments par rapport à la batterie, tout comme lors d'une répétition. On règle ensuite les niveaux des instruments sonorisés et des retours selon le même procédé.

2- Sonorisation :

La sonorisation va permettre d'amplifier le son jusqu'à des puissances très importantes (grandes salles, public nombreux). Tous les instruments sont "repiqués", ce qui implique une puissance sonore nettement supérieure à celle des instruments (batterie, amplis d'instruments).

Il existe de nombreuses configurations de sonorisation (nombre de voies en entrée, nombre de circuits de retours, correcteurs, égaliseurs, effets, types d'amplification...).

a- Rôle des balances :

Les balances (sound check) ont 2 objectifs :

1- Préparer le son de salle (façade) :

Ceci est du ressort du sonorisateur. Les musiciens (groupe) doivent lui faire confiance : quand ils seront sur scène, ils ne pourront pas contrôler ce qui se passe dans la salle (et ils auront bien autre chose à faire).

2- Préparer le son de scène (retours) :

Le groupe est ici directement concerné ; une bonne gestion des retours permettra aux musiciens de bien s'entendre et d'être ainsi dans les meilleures conditions de jeu.

Les balances posent souvent des problèmes dans la mesure où les groupes n'y sont pas toujours bien préparés et ne savent que vaguement ce qu'ils doivent en attendre. Les sonorisateurs font souvent remarquer que de nombreux groupes ne savent pas balancer.

Il est également important de noter qu'avant de parler de balances, un groupe doit proposer un son global de qualité (back line). Les sonorisateurs ne sont pas des magiciens et ne font que traiter le son proposé par le groupe : un son de mauvaise qualité à la base restera un son de mauvaise qualité, mais plus puissant, sachant que tous les défauts sont également amplifiés.

b- Gestion des retours :

Il est important de bien comprendre le rôle des retours, que bien des musiciens ont du mal à cerner : moins il y a de sources dans un retour, plus le son sera précis. En fonction de la disposition sur scène, on mettra dans les retours les instruments les plus éloignés. Le propre retour d'un musicien est son ampli : il est donc inutile de demander à s'entendre en plus dans son "wedge" Seul le batteur, généralement placé derrière le back line a besoin de retours conséquents.

Avant de procéder aux balances proprement dites, il est essentiel de commencer par un réglage du back line ("ligne arrière", c'est à dire les amplis du groupe). Tout comme lors d'une répétition, on règle l'équilibre des niveaux des musiciens par rapport à la batterie (non amplifiée). Chacun doit s'entendre correctement (par son propre ampli), et le groupe doit proposer un équilibre des niveaux cohérent. On pourra ensuite penser à la gestion des retours en ciblant les manques sur scène : la disposition sur scène étant différente de celle d'une répétition, l'éloignement relatif des amplis sera corrigée par les retours :



Dans cette configuration très commune, les retours devraient être gérés ainsi :

Batteur _____ : tout ce qui lui est utile pour jouer (s'il ne se repère habituellement que sur la guitare 1, il n'est pas nécessaire de lui adresser la guitare 2) : on notera que le batteur dispose de 2 wedges, puisqu'il est le plus "gourmand" en retours.

Bassiste _____ : Peut-être un peu de guitare 1 (il est à côté de la 2 et proche du retour du chanteur).

Guitariste 1 _____ : Guitariste 2 (de l'autre côté de la scène).

Guitariste 2 _____ : Guitariste 1 (idem)

Chanteur _____ : Du chant (il n'est pas amplifié).

La basse, de par ses fréquences peu directives, s'entend généralement bien partout. Si l'on dispose de "sides", ils reprennent généralement le chant, ce qui évite de l'envoyer dans les wedges.

Cette présentation n'est évidemment qu'un exemple basique, modifiable en fonction de chacun et du matériel à disposition. Il faut toutefois garder à l'esprit que les retours ne doivent traiter que le strict nécessaire.

c- Déroulement des balances :

Préalablement aux balances, il faut préparer le patch, c'est à dire le branchement des micros, DI box... Ce sont les techniciens qui s'en occupent, mais le groupe peut (doit ?) fournir une fiche technique avec plan de scène afin de faciliter le travail. Les groupes travaillant avec leur propre sonorisateur définiront le patch (micro 1, grosse caisse, micro 2, caisse claire..., par exemple). Plus la préparation est précise (et la prise en compte de ces éléments est incontournable), plus on pourra travailler vite et se concentrer sur le son.

On procède alors généralement de la façon suivante (cette présentation reste très succincte) :

1- Réglage du back line : J'insiste, mais c'est très important : si, après la balance batterie et basse, les 2 jouent ensemble et que l'on s'aperçoit que le bassiste est trop ou pas assez fort, on recommence. Cela s'applique à tous les instruments.

2- Balances :

On commence habituellement par la batterie, qui est l'instrument de base et le plus délicat à régler de par son nombre d'éléments (et donc de micros).

a- Niveaux d'entrée :

Les niveaux d'entrée se règle grâce au PFL (égaliseur en neutre) : on monte progressivement le gain jusqu'au niveau nominal de 0dB (à ce stade, l'écoute n'est pas nécessaire). On effectue ce réglage voie par voie (on dit également tranche de console).

b- Egalisation :

Les niveaux d'entrée réglés, chaque élément est égalisé. Pour la batterie, on peut égaliser simultanément la section rythmique (grosse caisse, caisse claire, charley) afin de prendre tout de suite en compte l'équilibre globale : auparavant, l'égalisation se faisait élément par élément, mais il fallait apporter des modifications quand ils étaient joués ensemble (niveaux, effets de masque...). Une fois la section rythmique réglée, on travaille sur les éléments restants (toms, cymbales...).

Il est à noter que l'égalisation d'une piste peut nécessiter un nouveau réglage du gain.

c- Suite :

Une fois la batterie réglée, on suit la même procédure (gain / égalisation) pour la basse, la guitare 1, la guitare 2 et le chant (dans le cas du groupe étudié précédemment). A chaque étape, il est souvent nécessaire d'affiner les réglages des instruments précédents. Il est évident que tous les sons utilisés doivent être traités (multi-effets des guitaristes...).

d- Retours :

Le sonorisateur a pour l'instant mixé le son de façade. Une fois cette opération terminée, on procède au réglage des retours, conformément à ce qui a été dit plus haut (si l'on dispose d'une console de retour, on peut faire les 2 en même temps). Dans le but de travailler efficacement, on indique les corrections à apporter le plus vite possible : pas besoin de faire tourner en entier un morceau de 10mn pour dire qu'on entend pas le chant.

e- Fin :

Lors du déroulement des balances, il faut être à l'écoute du sonorisateur : c'est lui qui commande et qui vous dit de jouer ou de ne pas jouer. Soyez présents sur scène avant votre tour : il est très pénible d'attendre un musicien qui n'est pas là au moment où il doit balancer.

Une balance n'est pas une répétition, le but n'est pas de faire tourner le set. On joue généralement un morceau ou deux à la fin pour s'assurer du confort auditif, mais c'est tout.

On notera pour terminer que la balance se fait sans public, et que la présence d'un public nombreux nécessite de ré-égaliser la façade (le public absorbe certaines fréquences).

III- LES EFFETS

A- LES EFFETS

1- Les effets naturels :

Le pick slide des guitaristes (faire glisser le médiator sur le filet des cordes), le pizzicato du violon... peuvent être considérés comme des effets naturels (que l'on peut produire "manuellement"). On rencontre un grand nombre d'effets naturels spécifiques à certains instruments : gouttes d'eau, moto, coup de feu, sirènes, voix humaine, rires, animaux...

2- Les effets non naturels :

Nous appellerons effets non naturels les effets nécessitant un dispositif électronique afin de fonctionner. Ces effets existent sous forme de "pédales d'effets" bien connues des rockeurs.

Les effets "modifient" le son, c'est-à-dire qu'ils lui apportent des qualités qu'il n'a pas à l'origine et qui ne peuvent être obtenues "manuellement".

On dit qu'un son est "mouillé" (wet) quand il transformé : le son d'origine est "sec" (dry). On peut utiliser plusieurs effets simultanément, mais il faut être attentif à la qualité du son qui peut vite devenir confus : il est important de limiter le nombre d'effets simultanés.

Pour la plupart des effets, on trouve un paramètre "Level" (niveau de l'effet) ou "Mix" (équilibre sons dry et wet).

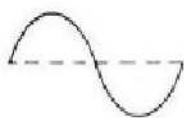
3- Le LFO :

Certains effets utilisent un LFO (Low Frequency Oscillator, soit oscillateur basse fréquence). Son but est de générer une oscillation qui permet de faire varier un paramètre donné.

La fréquence d'oscillation est inférieure à 50Hz, ce qui la rend facilement "audible".

L'oscillation peut prendre différentes formes : sinusoïdale (douce), triangulaire (moyenne), carré (abrupte)... et bien d'autres :

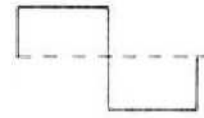
Ondes



Sinusoïdale



Triangulaires



Carrée

Pour un LFO, les principaux paramètres sont :

Speed : Vitesse de l'oscillation.

Depth : Profondeur de l'oscillation.

Shape : Forme d'onde.

Width : Réglage plus précis de l'oscillation (d'un côté ou de l'autre en %).

Nous serons amenés à revoir souvent ce LFO...

B- DESCRIPTION DETAILLEE

Je n'indiquerai que les principaux paramètres. Selon les modèles que vous utiliserez, vous pourrez trouver d'autres paramètres, référez vous aux notices.

1- Quelques effets de base :

a- Violoning :

Le "potar" des guitares (ou la pédale de volume) permet de "shunter" l'attaque du médiator : on appelle cette "technique" le Violoning. C'est un effet commun et simple : baisser le volume à fond (c'est en général l'auriculaire qui gère le potar), attaquer la note, et remonter le volume progressivement : le son résultant se rapproche du son des cordes classiques, d'où son nom.

b- Egalisation :

C'est le principal effet utilisé (et probablement le plus important pour obtenir un son de qualité). C'est un "correcteur", qui traite le son sans le transformer réellement (effet primaire). Dans le cas d'un multi-effets, chaque pad (son pré-programmé) dispose de sa propre égalisation : on n'égalisera pas de la même façon un son clair, un son disto rythmique, un son lead... : cela implique que l'égalisation de l'ampli devient une égalisation "master" (générale).

Les différents types d'égaliseurs et leur utilisation sont étudiés dans "II - Amplification".

c- Le larsen :

Ce principe, très gênant à la base, peut être maîtrisé et utilisé comme effet (guitare saturée). La note qui "larsen" est en général la note jouée ou ses harmoniques naturelles. Les notes graves partent plus facilement en larsen que les notes aiguës. On peut affiner la hauteur de la note à l'aide de la barre de "vibrato".

On peut contrôler le larsen avec une wha - wha (choix des harmoniques) ou une pédale (potar) de volume (durée, intensité).

2- Compresseur / Noise gate :

Ces deux effets (correcteurs) reposent sur le même principe et remplissent des rôles similaires : ils interviennent sur le niveau (volume) du signal .

Le **Compresseur** "nivelle" le niveau maximal du signal. Les sons dépassant un certain seuil (**Threshold**, en dB) sont abaissés un fonction d'un certain taux (**Ratio**) : par exemple, pour un ratio de 5:1, un signal dépassant le seuil de 5dB ne produit en sortie qu'une augmentation de 1dB. Cela permet d'éviter les trop grands écarts d'attaque et de niveaux. Plus le ratio est élevé, plus la compression est importante.

La **Noise gate** (littéralement "porte de bruit") fixe le niveau minimal du signal. Il fonctionne de la même manière qu'un compresseur, mais à l'inverse : en dessous du seuil, un ratio de 5:1 indique que le signal en sortie est 5 fois moins important qu'en entrée. La Noise Gate sert essentiellement à supprimer les bruits de fond.

Dans les 2 cas, 2 paramètres sont également importants :

Attack time : indique le temps d'entrée en action de la correction : un temps trop court effacera les nuances dans l'attaque des notes, un temps trop long ne sera pas efficace.

Release time : indique le temps de relâchement de la correction : selon le même principe, il faut paramétrer correctement pour obtenir un bon résultat.

Paramètres : **Threshold** : Seuil de déclenchement en dB

Ratio : Généralement jusqu'à 10:1

Attack time : Temps d'attaque

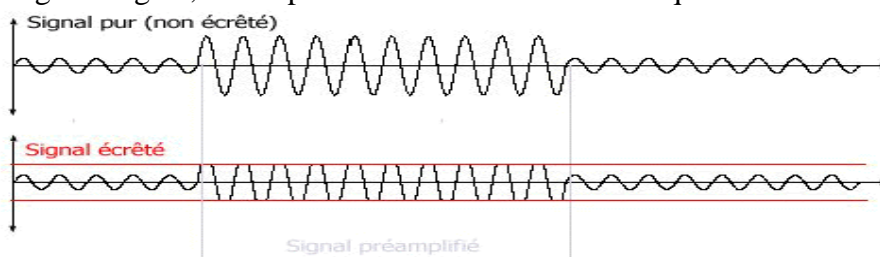
Release time : Temps de relâchement

Limiteur : C'est un compresseur dont le ratio est supérieur à 10:1. Un taux infini $\alpha:1$ indique qu'aucune augmentation n'est tolérée (le signal reste au niveau du seuil). Son rôle de protection compresse de façon drastique tout dépassement de seuil.

D-S-eur : C'est un compresseur travaillant essentiellement sur les fréquences du "S" (voix).

3- Distorsion :

Le principe de la distorsion (disto) consiste à pré-amplifier un signal au-delà des limites du pré-ampli, ce qui produit un écrêtage du signal, les amplitudes maximales étant tronquées :



La distorsion ne comprend donc qu'un seul paramètre propre, le **gain** (ou **drive** : niveau du signal d'entrée) : plus le gain est élevé, plus la distorsion est importante. Il reste toutefois à bien gérer l'égalisation.

Il existe différents types de distorsion :

Crunch : distorsion légère ; si l'attaque est douce, le son reste clair : si elle est plus accentuée, une légère disto apparaît (Blues / Rock).

Overdrive : disto douce (Blues / Rock)

Distorsion : disto moyenne (Rock / Hard)

Saturation : disto très forte et précise (Thrash / Metal).

Fuzz : disto assez forte, sale et vintage, avec un son qui... fuse.

4- Modulations :

a- Vibrato / Tremolo :

Ces deux effets fonctionnent de façon similaire et font appel à un LFO : le **Vibrato** fait osciller la hauteur d'une note, tandis que le **Tremolo** en fait osciller le volume.

Paramètres : Depth : Profondeur de l'oscillation.
Speed : Vitesse de l'oscillation.

b- Panner :

Cet effet est similaire aux vibratos / tremolos appliqué à un son stéréo : "pan" est une abréviation de "panoramique", soit le relief stéréo droite / gauche (appelé "balance" sur les chaînes Hi-Fi). Le Panner fait donc osciller le signal de droite à gauche.

Paramètres : Speed : Vitesse du déplacement droite - gauche.
Shape : Forme d'onde.
Width : Réglage plus précis du déplacement (largeur d'impulsion).

c- Doubling / Chorus / Flanger :

Le **Doubling** permet d'ajouter un signal absolument identique au signal de base : il "grossit" le son. Il ne suffit pas à donner l'impression de plusieurs instruments : par exemple, quand des violons jouent ensemble, le son général résulte des légères différences d'attaques, d'amplitude et de durée des sons qui le constituent : ces signaux ne sont pas identiques et le doubling est ici impuissant.

Le **Chorus** prend en compte ces considérations. Quand deux instruments jouent ensemble, on observe de légers décalages : tout d'abord dans le temps (au millième de seconde près, l'attaque n'est pas simultanée), ensuite dans la hauteur (au millième de 1/2 ton près, est-on vraiment accordé ?).

Le Chorus copie le son en entrée, lui applique d'un léger retard (Delay : 20 à 30 ms) et une légère différence de hauteur (LFO), les 2 signaux (wet / dry) sont ensuite mélangés.

Le Chorus "stéréo" est généralement basé sur 2 Chorus mono : les paramètres sont identiques, mais on introduit un décalage de phase (90° : quadrature de phase) entre les sorties droite / gauche.

Le Chorus "multi-voies" permet de paramétrer individuellement plusieurs Chorus appliqués au même signal. Il peut être stéréo, chaque Chorus disposant d'un panoramique.

Le **Flanger** fonctionne sur le même principe. La différence se fait d'une part sur le Delay (10ms maximum), d'autre part sur la régénération : le signal wet est réinjecté en entrée et subit à nouveau le traitement. Comme pour le Chorus, on trouve des Flangers stéréo et multi-voies.

Paramètres : Delay : Temps de retard.
Speed : Vitesse de balayage.
Depth : Profondeur du balayage.
Waveform : Forme d'onde (voir LFO).
Feedback : Taux de réinjection

d- Phaser :

Si le Phaser produit un effet proche du Chorus / Flanger, il utilise un principe différent. Comme son nom l'indique, le Phaser travaille sur les phases. Le son en entrée est copié et déphasé par rapport au signal d'origine sans être modifié (pour les phases, voir I - Acoustique). Les 2 signaux sont ensuite mélangés, ce qui se traduit par un effet de battements cycliques. Il est à noter que le Phaser travaille sur une fréquence centrale définie.

*Paramètres : Frequency : Fréquence centrale.
Depth : Profondeur du balayage.
Rate : Fréquence de balayage (entre 0,5 et 10Hz, généralement).
Regeneration : Taux du signal wet réinjecté (feedback).*

e- Pitch / Whammy / Harmoniseurs :

L'**Octaveur** copie le son à différentes octaves.

Le **Pitch** va reproduire le signal d'entrée selon un intervalle défini et constant : octave, tierce majeure, quinte... L'intervalle s'exprime en demi - tons (généralement de -12 : octave inférieure à +12 : octave supérieure).

La **Whammy** est un Pitch que l'on gère avec une pédale d'expression (position basse = note d'origine, position haute = note pitchée) : la Whammy s'assimile à une barre de vibrato actionnée avec le pied.

Mis à part l'octave, les intervalles posent des problèmes dans le cadre de gammes harmonisées, dans lesquels ces intervalles sont amenés à varier : par exemple, pour les tierces de la gamme Majeure, I=3M, II=3m, III=3m, IV=3M, V=3M, VI=3m et VII=3m. Afin de palier à ce problème, on utilise un **Harmoniseur**, qui tient compte de l'harmonisation des gammes.

Certains appareils permettent de pitcher 2 notes ou plus et / ou peuvent être stéréo.

*Paramètres : Amount : Intervalle généré.
Scale : Gamme harmonisée (Harmoniseurs).
Key : Tonalité (Harmoniseurs).*

5- Delay :

Ou écho. Son objectif est de reproduire le son avec un certain retard (delay) et une certaine décroissance de niveau. Le signal wet peut être réinjecté pour obtenir plusieurs répétitions. Il existe différents types de Delay (analogiques (tape), numériques, stéréos (Ping-pong)... La répétition peut être gelée, c'est à dire qu'elle continue indéfiniment.

Paramètres : Type : Type de Delay.
Time : Temps de retard (1ms à 1s).
Feedback : Nombre de répétitions.










Temps de retard :

Le temps de retard se règle au départ au "pif" : il est néanmoins important de pouvoir arriver à le caler en rythme. Il dépend tout d'abord du tempo, puis de la figure de note que l'on veut répéter (à la noire, à la croche...).

On utilise le tempo du métronome (nombre de "clics" par minute). Le retard étant exprimé en millisecondes (ms) on convertit la minute : 60.000 ms. En considérant la noire comme unité de base (la noire vaut un temps / clic), on attribue une valeur à chaque figure de note, indiquant le nombre d'unité contenu dans la noire (ronde = 0,25, blanche = 0,5, noire = 1, croche = 2...). Le temps est alors :

$$t = 60.000 / (n \times \text{tempo})$$

Le temps de retard est généralement compris entre 1ms et 1s, mais certains appareils proposent des temps plus longs. Le tableau ci-dessous indique les temps de retard en fonction du tempo et du débit considéré.

	 n=0,25	 n=0,5	 n=1	 n=2	 n=3	 n=4	 n=6	 n=8
 = 40	6s	3s	1,5s	750 ms	500 ms	375 ms	250 ms	188 ms
 = 60	4s	2s	1s	500 ms	333 ms	250 ms	167 ms	125 ms
 = 80	3s	1,5s	750 ms	375 ms	250 ms	188 ms	125 ms	94 ms
 = 100	2,4s	1,2s	600 ms	300 ms	200 ms	150 ms	100 ms	75 ms
 = 120	2s	1s	500 ms	250 ms	167 ms	125 ms	83 ms	63 ms
 = 140	1,714s	857,14 ms	429 ms	214 ms	142 ms	107 ms	71 ms	54 ms
 = 160	1,5s	750 ms	375 ms	188 ms	125 ms	94 ms	63 ms	47 ms
 = 180	1,333s	666 ms	333 ms	167 ms	111 ms	83 ms	56	42 ms
 = 200	1,2s	600 ms	300 ms	150ms	100 ms	75 ms	50 ms	38 ms

Si l'on désire adopter une autre valeur référence que la noire, il faut modifier la formule :

- Blanche : n vaut 0,5 pour la ronde, 2 pour la noire...

- Noire pointée (ternaire) : n vaut 0,5 pour la blanche pointée, mais 3 pour la croche, 6 pour la double croche...

6- Reverb :

C'est l'effet le plus courant et de nombreux amplis d'instruments en proposent. La **Reverb** permet de simuler l'acoustique d'une salle, en imitant la réverbération naturelle. Elle combine artificiellement les 3 types d'ondes de réverbération naturelle (directs, premières réflexions, réflexions ultérieures).

La **Gated Reverb** ajoute un Gate Time permettant de couper la réverbération avant son extinction normale. On ajoute un paramètre Gate Decay Time afin que la coupure ne soit pas trop abrupte (ces 2 paramètres peuvent être remplacés par un Gate Threshold, seuil auquel la porte se ferme). On utilise ce type de Reverb sur une caisse claire, par exemple, afin que les réverbérations n'empiètent pas sur l'attaque suivante.

Il existe également des Reverbs inversés (**Reverse Reverb**) : les réverbérations croissent au lieu de décroître.

*Paramètres : Type _____ : Room / Chamber / Hall / Plate (plaque de métal).
Time _____ : Permet de retarder le déclenchement de la reverb.
Decay time _____ : Temps de décroissance.*

7- Wha-wha / Pédale d'expression :

La **Wha-wha** est constituée d'un potentiomètre de tonalité que l'on commande avec le pied. Il change rapidement l'égalisation du son (sourd, brillant). On peut généralement régler la plage de fréquence sur laquelle le potentiomètre agit, ce qui constitue un égaliseur paramétrique. Cet effet peut être naturel chez certains cuivres, en utilisant une sourdine (exemple trompette). La Wha-wha peut également servir de filtre.

La pédale d'expression des multi-effets est généralement attribuée au Volume ou à la Wha-wha, mais la plupart des paramètres d'effets peuvent être assignés. La gestion de ces paramètres par la pédale d'expression est plus ou moins délicate : on peut par exemple gérer le temps de retard d'un délai, la profondeur d'un chorus ou d'un phaser, ce qui implique une certaine précision. Certains multi-effets proposent 2 pédales d'expression assignables.

E- PEDALES / MULTI-EFFETS / RACKS

1- Chaîne :

L'ordre des effets dans une chaîne est un élément important, chaque effet recevant en entrée le son wet du précédent. La chaîne basique se présente ainsi, mais on peut évidemment adopter d'autres combinaisons :

Compresseur	Disto	Eq	Noise Gate	Modulation	Delay	Reverb
-------------	-------	----	------------	------------	-------	--------

2- Pédales :

Les effets sont tout d'abord disponibles en pédales (un seul effet par pédale). On peut combiner différentes pédales en série, dans l'ordre désiré (attention à respecter une chaîne cohérente). Cependant, on arrive vite à multiplier les connexions et les alimentations, ce qui altère la qualité du son (éviter absolument les piles : le son varie selon leur état de charge). En général, une chaîne dépasse difficilement 5 ou 6 pédales, même si aujourd'hui on trouve des pedalboards en contenant plus de 10.

3- Multi-effets :

Les multi-effets regroupent plusieurs effets que l'on peut programmer, combiner et mémoriser (pads). Ils sont très simples d'utilisation, mais la programmation peut s'avérer complexe. Ils diminuent les pertes (moins de câbles). Le musicien dispose de nombreux sons différents très rapidement (un seul contacteur). Pour une utilisation sur scène, le multi-effets doit être adapté (nombre d'effets disponibles "tout de suite").

Les multi-effets proposent des sons d'usine pré-programmés : je conseillerais de s'en servir pour comprendre le fonctionnement du pédalier et créer ses propres sons, plutôt que de les adopter tel quel et de sonner comme tout le monde.

Il est important que les multi-effets disposent un paramétrage réel, beaucoup de multi-effets d'entrée de gamme ne le permettant pas : on utilisera le Delay 1, 2 ou 3 sans pouvoir en modifier les paramètres.

4- Racks :

Les racks d'effets sont de qualité supérieure. Ils peuvent proposer plusieurs effets ou être dédiés à un seul. Ils disposent d'un paramétrage généralement plus complet que celui des multi-effets.

Il est à noter que pédales, multi-effets et racks fonctionnent comme des pré-amplificateurs : ils délivrent en sortie un niveau ligne et non un niveau instrument. Il est donc souvent conseillé de les brancher dans la boucle d'insertion des amplis plutôt qu'en entrée. Toutefois, soyez attentif à la qualité du son : il m'est arrivé d'avoir des résultats bien supérieurs en branchant le multi-effets en entrée (de plus, l'égalisation de l'ampli est plus apte à remplir son rôle d'égalisation master).

Vu la qualité actuelle des appareils, les pédales, multi-effets et racks peuvent servir directement de pré-amplis : on peut alors directement attaquer une sono (simulateurs de HP), ou adopter la configuration suivante :

Multi-effets	Egaliseur	Amplis de puissance	Enceintes
--------------	-----------	---------------------	-----------

F- DERNIERS CONSEILS

Il existe un très grand nombre d'effets et de modèles pour chaque effet : je n'ai fait ici qu'en approcher les principaux, en décrivant leurs objectifs, leur fonctionnement et leurs paramètres les plus communs.

Il faut se référer aux notices d'explication des fabricants (attention aux traductions) afin de bien comprendre la logique de programmation, ainsi que le rôle des différents paramètres.

L'utilisation efficace des effets nécessite beaucoup de recherche, une bonne connaissance du matériel et surtout beaucoup de temps d'expérimentation et d'écoute critique.

Il ne faut pas perdre de vue l'intelligibilité du son, éviter de trop "masquer" le son dry et d'utiliser trop d'effets simultanément : apprenez à bien doser.

IV- INSTRUMENTS ET **AMPLIFICATION**

A- INSTRUMENTS ACOUSTIQUES

Il est d'usage de classer les instruments selon leurs similitudes dans le mode de production du son :

I- LES VENTS

*- Généralités :

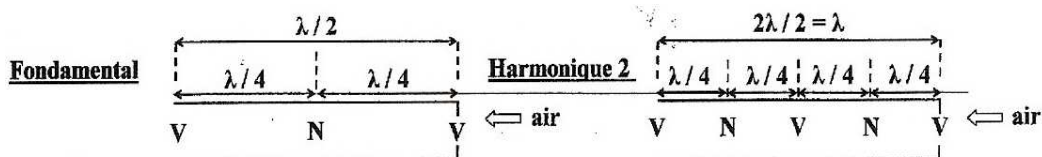
Les instruments à vent utilisent les vibrations d'une colonne d'air et sont basés sur le principe des ondes stationnaires. Les "tuyaux" peuvent être ouverts ou fermés :

a- Tuyaux ouverts :

La vibration créant des ondes stationnaires, des nœuds et des ventres apparaissent. Un tuyau ouvert présente toujours un ventre à ses extrémités. Un nœud se forme au milieu du tuyau, qui produit le son fondamental. Le nœud séparant deux ventres, la longueur d'onde λ du son fondamental est de 2 fois la longueur L du tuyau : la fréquence est donc :

$$n = 340/\lambda \text{ avec } \lambda = 2L$$

Si l'on perce un trou dans le tuyau, un ventre se forme (par équilibre avec la pression extérieure) : on raccourcit ainsi le tuyau et la fréquence augmente : la disposition et la combinaison des trous permettront de produire différentes notes. On peut produire les harmoniques pairs et impairs en forçant le débit.

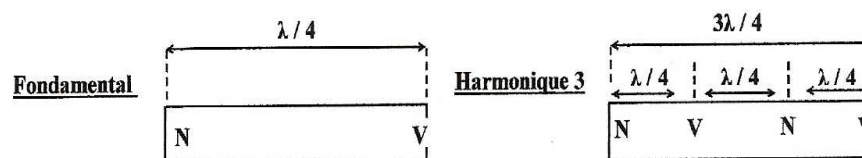


b- Tuyaux fermés :

Ils présentent toujours un nœud de vibration à l'extrémité puisque les ondes rencontrent une paroi. Ils vibrent en $\lambda/4$, leur fréquence est :

$$n = 340/\lambda \text{ avec } \lambda = 4L$$

soit l'octave d'un tuyau ouvert de même longueur. Le tuyau fermé ne peut émettre que des harmoniques impairs.



1- Les Bois :

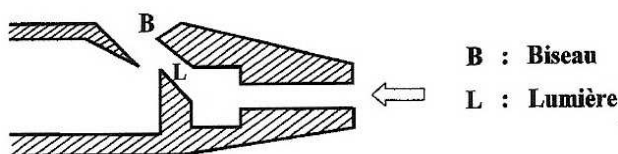
Comme leur nom l'indique, ils sont généralement fabriqués en bois (certains peuvent être fabriqués dans d'autres matières (flûte, sax))...

a- Famille des flûtes :

* Fonctionnement :

a- Flûte à bec :

L'air passe par une fente (lumière) et se brise sur un "biseau" qui provoque les vibrations :



b- Flûte traversière :

La lame d'air est directement fabriquée par les lèvres et dirigée contre le bord d'un orifice latéral.

c- Son :

Le son d'une flûte est très pur, proche de la sinusoïde (il contient néanmoins des harmoniques). Il est très doux, "nostalgique" dans les graves et plus brillant dans l'aigu. Le son de la flûte piccolo, qui sonne une octave au-dessus de la flûte standard, est plus perçant.

Flûte à bec :

Les flûtes à bec sont généralement en bois ou en plastique. Elle se joue perpendiculairement à l'axe des épaules (les mains devant). Elle se décline en plusieurs modèles de tessitures différentes. Le son est très doux.

Flûte traversière :

Les flûtes traversières sont à la base en argent, mais on trouve des modèles en plastique. Elle se joue parallèlement à l'axe des épaules. Elle existe en version piccolo (une octave au-dessus). Le son est plus brillant que celui de la flûte à bec.

Il existe une très grande variété de flûtes, présentes dans toutes les cultures mondiales.

b- Familles des "anches" :

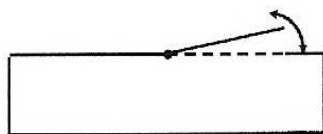
*** Fonctionnement :**

a- Anche battante :

Une lame élastique (roseau) vient battre le bord du tuyau et produit la vibration. Les lames peuvent être doublées (anche double).

b- Anche libre :

Elle est identique à l'anche battante, mais pénètre à l'intérieur du tuyau.



Anche battante



Anche libre

c- Son :

Les instruments à anches sont assez doux dans le grave et assez perçants dans l'aigu. Ils sont riches en harmoniques et en partiels. Le son est plus pur que celui des cuivres (voir plus loin). Chaque instrument est disponible dans différents modèles (tessitures différentes).

Hautbois :

Le registre medium est assez doux, mais les graves et les aigus peuvent être grêles et criards. Il existe en plusieurs modèles : musette (piccolo) en Mib ou Fa, le soprano en Ut (le plus utilisé), le hautbois d'amour en La, le cor anglais en Fa, le baryton... Ce sont des instruments à anches doubles libres (l'anche double étant directement en contact avec les lèvres).

Clarinette :

Le registre grave est assez doux, le registre aigu perçant. C'est un instrument transpositeur. Il existe généralement 5 modèles utilisés (mais on en trouve bien d'autres) : de l'aigu au grave : Mib (petite clarinette), en Ut, en Sib (la plus utilisée), en La et la clarinette basse (en Sib).

En forçant le débit d'air, on obtient la quinte à l'octave, et non l'octave comme sur les flûtes. L'octave correspondant à l'harmonique 2 et la douzième (quinte à l'octave) à l'harmonique 3, on est en présence d'un tuyau fermé (l'anche se comporte comme une extrémité fermée) à anche simple.

Basson :

C'est le plus grave des bois. Il possède une anche double et un timbre riche en harmoniques. Il est très souple dans le registre grave, mais le son peut être quelque peu "nasal" (canard) dans l'aigu. Le contre basson sonne une octave en-dessous du basson (Bb₋₁ = 29 Hz).

Saxophone :

Bien qu'en métal, il est classé dans les bois car il dérive de la clarinette. Il possède un timbre particulier, plus métallique, très riche en harmoniques. C'est un instrument transpositeur qui vibre en $\lambda/2$ (on obtient l'octave en forçant le débit d'air). On distingue généralement 7 modèles, de l'aigu au grave : soprano (Mib), soprano (Sib), alto (Mib), ténor (Sib), baryton (Mib), basse (Sib), contrebasse (Mib) (on descend d'une quarte, puis d'une quinte...).

2- Les Cuivres :

*** Fonctionnement :**

"Tuyaux" métalliques se terminant par un pavillon de dimensions variables. L'instrumentiste provoque la vibration de la colonne d'air en crispant les lèvres et en soufflant dans le tuyau. Les cuivres sont tous composés d'un tube métallique recourbé plusieurs fois. Ce sont des instruments très puissants, présents et très riches en harmoniques. La plupart de ces instruments sont transpositeurs.

Trompette :

C'est le plus aigu des cuivres, au son clair et brillant. Des pistons sont utilisés pour faire varier la longueur de la colonne d'air et générer les notes. Le timbre est très pénétrant, très perçant, sauf quand la trompette est jouée avec une sourdine. Il existe de nombreux modèles.

Cor :

Il possède un pavillon très large et fonctionne également grâce à des pistons. Son timbre est plus large et plus moelleux que celui de la trompette, mais il peut émettre des sons éclatants dans l'aigu. Il existe également de nombreux modèles.

Trombone :

La longueur du tuyau est modifiée grâce à une "coulisse". Sa plage de prédilection correspond à la plage de sensibilité maximale de l'oreille (2000 à 2800 Hz), ce qui le rend très présent. Le timbre est grave et majestueux. On distingue 7 modèles plus ou moins utilisés : Piccolo, Soprano, Alto, Ténor (le plus utilisé), Basse, Ténor basse et Contrebasse.

Tuba :

C'est le plus grave des cuivres. Moins puissant que le trombone, le timbre est grave et assez pénétrant. Il fonctionne grâce à des pistons. On distingue principalement 2 familles : les saxhorns (une dizaine de modèle, du soprano "petit bugle" au soubassophone, et les tubas au sens stricts (4 modèles du baryton au contrebasse).

3- Les instruments à réserve d'air :

Cornemuse :

Une outre pleine d'air alimente les tuyaux. Elle est remplie régulièrement par le musicien (il ne souffle pas pour jouer, mais pour remplir l'outre). Le timbre est clair et puissant, riche en harmoniques. On peut distinguer de nombreux types de cornemuses et d'instruments basés sur le même principe, certaines ne disposant que d'un nombre limité de notes (cornemuse écossaise). La cornemuse s'apparente au hautbois.

Lames de métal :

Accordéon :

Le son est produit par la vibration de lamelles métalliques, l'instrument servant lui-même de soufflerie. Le timbre est très riche en harmoniques, très présent dans les mediums. Le volume sonore est puissant. Ce sont des instruments principalement diatoniques, parfois chromatiques.

Harmonica :

Le principe est le même que pour l'accordéon, mais le souffle est produit par l'instrumentiste. Le timbre est assez similaire à celui de l'accordéon en beaucoup moins puissant. Ce sont des instruments diatoniques, qui ne jouent que dans une seule tonalité (cela implique l'utilisation de différents harmonicas en fonction de la tonalité des morceaux). Il existe également des harmonicas chromatiques.

L'orgue :

Une soufflerie alimente les tuyaux. C'est l'instrument qui propose la tessiture la plus large (8,25Hz à 16kHz). Du fait de la quasi impossibilité de l'intégrer à un groupe de MAA, il n'est pas étudié ici.

II- LES CORDES

Le son est produit par la vibration d'une corde, amplifiée par une caisse de résonance. L'attaque des cordes peut être différente selon les instruments :

1- Cordes frottées :

Les cordes sont frottées par un archet et transmettent leurs vibrations à la caisse de résonance. La longueur des cordes est inversement proportionnelle à la fréquence. Les instruments de cette famille sont accordés en quintes, sauf la contrebasse qui est accordée en quarts. Les notes peuvent être attaquées à l'archet (différentes techniques) ou aux doigts (pizzicati). Ils possèdent tous quatre cordes.

Violon :

C'est l'instrument le plus aigu de la famille. Les quatre cordes sont G₂, D₃, A₃ E₄. Sa tessiture s'étend généralement de G₂ (196 Hz) à C₆ (2093 Hz). Le timbre du violon est très riche et très complexe.

Alto :

Est accordé une quinte sous le violon (C₂, G₂, D₃, A₃), il a 3 cordes en commun avec le violon. Sa tessiture s'étend du C₂ (131 Hz) à C₅ (1046,5 Hz). Le son est un peu moins complexe que celui du violon, les graves sont ronds et les aigus brillants (il existe des hybrides violon - alto à 5 cordes, voire plus).

Violoncelle :

Est accordé une octave sous l'alto : C₁ G₁, D₂, A₂. Sa tessiture s'étend du C₁ (65 Hz) à E₄ (659 Hz).

Contrairement au violon et à l'alto qui se joue debout, l'instrument bloqué entre le menton et l'épaule, la grande taille du violoncelle impose le jeu assis, le violoncelle reposant sur une clavelle. Les graves sont très profonds, les médiums très riches en harmoniques et les aigus puissants et homogènes. Les harmoniques peuvent sensiblement augmenter la tessiture de l'instrument (jusqu'à F₆ (2794 Hz) ; il atteint alors les notes fondamentales les plus aiguës du violon

Contrebasse :

La contrebasse s'accorde en quarte, de la même façon qu'une guitare basse : E₀ A₀, D₁, G₁. Sa tessiture est E₀ (41,2 Hz) à A₂ (220 Hz). Elle se joue aux doigts ou à l'archet. C'est l'instrument le plus grave de la famille. Le son est assez feutré et rond quand il est joué aux doigts, les harmoniques sont plus riches et le son plus "grinçant" à l'archet. Sa très grande taille implique de jouer debout.

Violes de gambe :

Les violes de gambe, cousine de la famille du violon, sont également jouées à l'archet. On tient par contre l'instrument entre les jambes (d'où son nom) ce qui implique une position d'archet différente de celle du violon. Les manches disposent de frettes mobiles. Elles comptent généralement 6 cordes. Il existe différents modèles : pardessus de viole (5 cordes), dessus de viole, viole de gambe alto (rare, 5 cordes), viole de gambe ténor, basse de viole, grande basse de viole et contrebasse de viole, de la plus aiguë à la plus grave. Les cordes de la viole de gambe ténor sont G₁ C₂ F₂ A₂ D₃ G₃, soit un accord en quarte sauf F - A (tierce Majeure).

2- Cordes frappées : Le Piano :

Les cordes sont percutées par des marteaux couverts de feutre, ces marteaux étant actionnés pas les touches du clavier. Une sourdine, placée près des marteaux, peut être actionnée à l'aide de pédales pour atténuer les vibrations (sons plus brefs). Le piano compte 223 cordes : les 10 premières notes utilisent une seule corde, les 12 suivantes 2 cordes, les 63 dernières 3 cordes (85 notes au total). Sa tessiture s'étend de A₁ (27,5 Hz) à C₇ (4186 Hz), soit 7 octaves plus une tierce mineure.

Dans le cas de groupes de 2 et 3 cordes, il est difficile de les accorder toutes exactement à la même fréquence : cela produit un régime complexe de battements, caractéristique du piano. Le timbre du piano est très net, mordant et limpide. Les attaques sont très pures et très puissantes, les harmoniques riches (les cordes correspondant aux harmoniques peuvent se mettre à vibrer au son d'un fondamental, si la sourdine n'est pas actionnée).

3- Cordes pincées :

Harpe :

Les cordes sont "pincées" par les doigts : les 47 cordes sont accordées en *Dob* Majeur : sept pédales (trois à gauche, quatre à droite) sont attribuées à une note chacune, dans toutes les octaves (par exemple, tous les Do). Les pédales ont trois positions : en abaissant la pédale d'un cran, les notes sonnent un demi - ton plus haut (la corde est raccourcie) ; de 2 crans, un ton plus haut. La tessiture de la harpe est B-1 (30,8 Hz) à G₆ (3136 Hz), soit 6 octaves plus une sixte mineure. L'attaque des cordes est très nette, le son doux et rond. Le timbre est très fluide, "liquide". La puissance est moyenne.

Il existe d'autres types de harpes, parfois très différents (harpe celtique...).

Guitares acoustiques :

On peut distinguer la basse (4 cordes), la guitare classique (6 cordes en nylon), la guitare folk (6 cordes en métal) et la guitare 12 cordes (métal : les cordes sont doublées à l'unisson ou à l'octave).

Les guitares classiques ont un timbre similaire à celui des harpes ; doux, rond, fluide, avec des attaques nettes : elles se jouent généralement aux doigts.

Les guitares folks et 12 cordes ont un timbre plus cristallin, plus "métallique", plus riche en harmoniques et partiels : elles se jouent généralement au médiator (plectre).

Tous les types de guitare existent en version électro-acoustique.

Il existe énormément d'instruments "cousins" de la guitare, du luth au oud, en passant par la mandoline, le banjo, le sitar, le bouzouki, la balalaïka... Ces instruments sont également présent dans toutes les cultures mondiales.

Mandolines / Banjos :

La mandoline compte généralement 4 doubles cordes accordés en quinte comme le violon : G₂, D₃, A₃, E₄ (il existe des mandolines à 5 ou 6 doubles cordes). La caisse de résonance est généralement bombée (en forme de poire), mais on trouve également des caisses à fond plat. La mandoline se joue au médiator.

Les banjos comptent 4, 5, 6 ou 8 cordes ; ils s'accordent généralement en quintes, mais peuvent également s'accorder en quarts (6 cordes). La caisse de résonance est ronde et plate, la table supérieure étant remplacée par une peau. Ils se jouent aux doigts ou au médiator.

Le son de ces 2 instruments est plus cristallin que celui de la guitare et plus riche en harmoniques. Le timbre de la mandoline est clair, le son net et homogène. Celui du banjo est plus métallique, plus diffus, l'attaque est plus claquante.

Clavecin / Epinette :

Ce sont des instruments à claviers (le clavecin en comporte de 1 ou 2, voire exceptionnellement 3). Contrairement au piano, les cordes ne sont pas frappées : la touche du clavier actionne un sautereau muni d'un plectre qui pince les cordes.

Ils proposent un son caractéristique riche en harmonique, aussi éloigné de celui du piano que de celui de la harpe ou de la guitare.

III- LES PERCUSSIONS

On distingue 2 sous-groupes :

Membraphones :

Pourvus d'une peau et d'un fût (grosse caisse, caisse claire, timbales, congas, djembé...).

Idiophones :

Servent eux-mêmes de source de vibration (cymbales, cloches, célesta, vibraphone, xylophone...).

On peut également distinguer les percussions rythmiques (on peut difficilement identifier la hauteur des notes : grosse caisse, caisse claire, cymbales...) des percussions mélodiques (dont on peut reconnaître les notes : timbales , célesta, marimba, vibraphone, xylophone).

IV- LA VOIX

On divise traditionnellement les voix en voix d'hommes et de femmes. Les voix d'hommes sont la basse, le baryton et le ténor (de la plus grave à la plus aigu), les voix de femmes l'alto, la mezzo-soprano et la soprano (idem). Ces catégories peuvent être affinées : baryton basse, baryton ténor...

V- AUTRES CLASSEMENTS

1- Instruments monophoniques / polyphoniques :

On distingue différents groupes d'instruments selon le nombre de notes qu'ils peuvent produire simultanément.

a- Les instruments monophoniques :

Ils ne peuvent produire qu'une seule note à la fois (et ne peuvent donc pas jouer d'accords). Ce sont essentiellement les instruments à vents. Une section peut se répartir les notes d'un accord.

b- Les instruments polyphoniques :

Ils peuvent jouer les accords les plus complexes : ce sont essentiellement des instruments à cordes (claviers, harpes).

c- Polyphonie restreinte :

Certains instruments ne peuvent jouer qu'un certain nombre de notes simultanément :

Le violon : ne peut jouer que deux cordes à la fois, à cause de l'angle d'attaque de l'archet : il ne peut donc pas jouer d'accords mais uniquement des intervalles (doubles cordes).

La guitare : peut jouer 6 cordes à la fois et donc produire des accords de 6 notes.

Il est important de bien percevoir les possibilités harmoniques de chaque instrument et de chaque groupe d'instruments.

2- Positions uniques et multiples / Translations :

Sur certains instruments, une note ne peut être jouée que d'une seule façon (vents, piano, harpe...). La mémorisation de la note est simplifiée.

Sur d'autres (cordes) on peut trouver la même note en différentes positions. La mémorisation d'une note est multipliée par le nombre de positions : sur ces instruments à positions multiples, les schémas harmoniques peuvent "coulisser" le long du manche ; cette translation facilite la mémorisation : les schémas harmoniques sont les mêmes quelque soit la tonique / fondamentale.

Sur les instruments à positions uniques, on est obligé de réagir par rapport aux notes et chaque schéma demandera une mémorisation spécifique à la fondamentale.

Exemples :

- Si un guitariste désire mémoriser un schéma harmonique quelconque, ce schéma sera identique quelque soit la tonique / fondamentale : le travail se résume à mémoriser le schéma (en fonction de ses intervalles) et la position des toniques / fondamentales. Une gamme de Do# est identique à une gamme de Do, en se décalant d'une case.

- Un clarinettiste devra mémoriser 12 gammes (de Do à Si) note à note : la mémorisation passe ici obligatoirement par les notes. De plus, la complexité des gammes est différentes selon la tonique : une gamme de Do# est largement plus difficile qu'une gamme de Do au niveau des doigtés.

Ces éléments sont importants si l'on veut adapter l'approche de l'harmonie aux spécificités de l'instrument : on ne travaille pas de la même façon avec les cordes qu'avec les vents.

3- Les instruments transpositeurs :

Ce sont des instruments dont l'écriture est décalée d'un certain intervalle par rapport aux notes réelles. L'écriture est "transposée", les instruments "transpositeurs".

a- Transpositions à l'octave :

Certains instruments s'écrivent une octave au-dessus du son réel (guitare, basse, contrebasse...). D'autres peuvent s'écrire une octave en dessous (Flûte piccolo...).

La transposition à l'octave n'entraîne pas de problèmes majeurs, les notes restant les mêmes. Il faut néanmoins tenir compte de la hauteur réelle des notes jouées, surtout si l'on travaille avec d'autres instruments.

b- Autres transpositions :

Quand on joue un Do écrit, on entend une autre note : par exemple, un instrument transposé en Sib fera entendre un Sib à la place du Do : il est décalé d'un ton vers le grave (-2M). Cela implique que si l'on désire réellement entendre un Do, il faudra écrire un Ré (+2M). (Ces notions sont développées dans ma méthode de "Théorie musicale"),

Cette particularité génère des problèmes de communication entre les musiciens "en Ut" (non transposés ou transposés à l'octave) et les musiciens "transposés", car il faut constamment "traduire" les notes transposées. Les instruments transpositeurs sont des instruments à vent.

c- Tableau des transpositions :

Transposition	Ecart avec Do		Jouer en	Armure de clé
	-	+		
Sib	-2M		Ré	+2# ou -2b
La	-3m		Mib	-3# ou +3b
Sol	-4	+5	Fa	-1# ou +1b
Fa	-5	+4	Sol	+1# ou -1b
Mib		+3m	La	+3# ou -3b
Ré		+2M	Sib	-2# ou +2b

Pour la communication entre musiciens transpositeurs et non transpositeurs, il y a une astuce ; on fournit à chaque musicien un tableau des intervalles dans toutes les tonalités, on indique à chaque musicien la tonalité dans laquelle il joue (par exemple : en Ut, Do et en Sib, Ré) : on ne parle ensuite que des degrés à jouer (voir "Transpositions" page 93).

B- LES INSTRUMENTS AMPLIFIES

***- Généralités :**

Nous pouvons distinguer 3 types d'instruments amplifiés :

a- Instruments électro-acoustiques :

Ce sont des instruments acoustiques dont on récupère les vibrations grâce à des micros ou des cellules, afin de les amplifier. Même si l'amplification peut amener certaines adaptations dans l'approche de l'instrument (son), ces instruments restent avant tout acoustiques (les guitares "demi-caisses" ne devraient-elles pas être considérées comme électro-acoustiques ?).

b- Instruments électriques :

Ces instruments sont basés sur des instruments acoustiques (guitare, violon, violoncelle...), mais ils présentent des modifications importantes (pas de caisse de résonance). Les micros ne récupèrent que la vibration de la corde : l'absence de caisse de résonance empêche l'utilisation de l'instrument sans amplification.

c- Instruments électroniques :

Ces instruments génèrent eux-mêmes les sons qu'ils utilisent, sous forme de signaux électriques : cela implique que sans courant électrique, il n'y a aucun son (claviers, synthétiseurs...).

Certains de ces instruments nécessitent une approche similaire aux instruments traditionnels (technique musicale : claviers), d'autres se basent sur la connaissance technique du matériel :

Claviers :

Les claviers sont très fréquents en MAA : pianos électriques (Rhodes...), orgues électriques (Hammond...), synthétiseurs... Ils disposent d'une très grande plage de fréquence. Les sons "électroniques" sont relativement "propres".

Samplers / Séquenceurs :

Un sampler (échantillonneur) permet d'enregistrer des sons, de les échantillonner (échantillon se traduit par sample) et de les rejouer (ils peuvent être transposés).

Un séquenceur permet de jouer des boucles pré-programmées, il peut aussi mémoriser puis rejouer des instructions contrôlant des instruments de musique électronique (généralement norme MIDI).

Les samplers sont de plus en plus souvent utilisés. Les sons échantillonnés peuvent être de différentes qualités, ils sont plus difficiles à bien gérer que les claviers au niveau du son.

Platines :

Les platines (DJ's) sont également classées dans les instruments électroniques.

Les platines sont utilisées en Rap (technique du "scratch"). Elles sont principalement jouées "rythmiquement", mais peuvent également servir à introduire divers sons. Les platines utilisent des disques "vinyles" qui ne proposent pas toujours de sons très propres (craquements et sifflements des vinyles, égalisation "métallique" ...).

Elles sont également utilisées en "Electro" : on mixe généralement deux platines, la technique de base consistant à combiner les graves (rythmique) d'un disque et les aigus (mélodie) d'un autre. Ce principe nécessite évidemment une table de mixage dotée de filtres (graves/aigus) en plus des 2 platines.

1- Batterie :

Elle combine différents types de percussions :

a- Membraphones :

La batterie standard est composée de 5 fûts :

1- Grosse caisse (GC) :

En anglais, bass drum. C'est le fût le plus grave. Elle se pose à même le sol. Elle est actionnée par une pédale dont la batte frappe la peau. C'est le seul fût joué par une pédale, les autres étant joués avec des baguettes (ou, plus rarement, mailloches ou balais).

Certaines batteries utilisent 2 GC (une pour chaque pied). Ce système existe depuis les années 60 (on a même vu des batteries avec 3 GC). Ce système permet de renforcer la rythmique, de la rendre plus lourde et plus puissante (rythmiques "rouleau compresseur" Metal / Thrash).

Depuis une vingtaine d'années, on préfère souvent aux 2 GC le système "double pédalage", où les 2 battes frappent la peau de la même GC. Ce système évite les problèmes d'accord des 2 GC et il est moins encombrant.

La GC possède une fréquence fondamentale, que l'on peut "accorder" en modifiant la tension de la peau (les GC proposent des modèles de diamètres différents). Les harmoniques et partiels s'élèvent à 1 kHz et plus.

2- Caisse claire (CC) :

En anglais, snare drum. C'est un petit fût de bois ou de métal (tous les autres fûts sont en bois). Il est posé sur un pied et produit un son très marqué, très incisif.

Il dispose d'un "timbre" (chaînes métalliques vibrant en contact avec la peau inférieure) qui lui donne ses caractéristiques sonores. Le timbre est amovible grâce à un levier (la caisse claire sonne alors comme un tom "aigu"). Une vis permet de régler le contact timbre - peau.

Les attaques sont très sèches, le son très riche en harmoniques et en partiels (jouée avec des balais, la caisse claire n'engendre que des partiels).

3- Toms :

Généralement au nombre de 3 : toms alto et médium (en anglais top toms) et basse (floor tom).

Ce sont des fûts plus ou moins larges et profonds. Les top toms se fixent sur la grosse caisse, sur un pied ou sur un stand. Le tom basse se pose sur le sol (floor) grâce à ses propres pieds (il peut également être fixé sur un stand).

Les toms possèdent une fréquence fondamentale bien marquée et ils sont riches en harmoniques. Ils produisent des sons similaires à celui de la grosse caisse, mais en plus aigu.

4- Autres :

Le nombre de toms est variable (de un seul à beaucoup..). Les batteurs utilisent de nombreux autres types de membraphones, mais ils ne sont pas généralisés.

b- Idiophones :

La batterie standard en compte 3 types principaux : ce sont tous des cymbales, très riches en partiels.

1- Charleston ou Charley (Ch) :

En anglais, Hi-hat. Le Charley est constitué de 2 cymbales inversées et posées l'une sur l'autre. L'écartement des cymbales se règle tout d'abord par une vis situé sur la cymbale supérieure, puis par une pédale qui fait coulisser cette cymbale. Quand les 2 cymbales sont en contact, on dit que le Charley est fermé (le son est sec et étouffé), quand elles ne sont pas en contact, elles peuvent résonner : on dit que le Charley est ouvert (le son est plus "long" et très riche en partiels).

2- Ride :

Ce sont des cymbales de grand diamètre aux fréquences relativement graves. On peut les jouer sur la partie externe pour produire un son diffus et très riche en partiels. Plus on se rapproche du centre, plus le son devient net et cristallin (le dôme de la cymbale est appelé cloche).

3- Crash :

Elles sont assez similaires aux Rides, mais elles sont moins épaisses et de plus petit diamètre, ce qui engendre des sons plus aigus et très riches en partiels (4 kHz à 6 kHz). On les trouve en différents diamètres et formes. Elles sont très puissantes, plutôt utilisées pour des "pêches" (impacts) et peuvent parfois "polluer" l'espace sonore.

4- Autres :

Le nombre de cymbales est très variable (de une seule à beaucoup). Les batteurs utilisent de nombreux autres types d'idiophones (en bois ou en métal) mais ils ne sont pas généralisés.

c- Le jeu :

Le trio rythmique est constitué des GC, CC, et Ch pour le jeu rythmique de base.

Exemple : mesure 4/4 Rock.

- La GC joue les temps 1 et 3.
- La CC joue les temps 2 et 4 (Back beat).
- La Ch joue le débit (croche, triolet, double croche...).

On appelle la division du rythme par 2 (GC=Temps / CC=Contretemps) Skank beat (Punk / Thrash). On appelle la division du rythme par 4 (GC=Doubles croches impaires / CC=Doubles croches paires) Blast beat (Metal / Thrash).

On remplace le Ch par la Ride pour "étouffer" le son (d'où son nom de cymbale "de rythme").

Les toms et la crash sont utilisés pour les ornements et les accents : roulements / breaks pour les toms, "pêches" pour les crash (toujours accompagnées d'un coup de grosse caisse)...

Certaines rythmiques combinent le tom basse au trio rythmique, d'autres peuvent n'utiliser que la GC et les toms (climat plus "primitif")...

2- Basse :

a- L'instrument :

La basse peut être considérée comme une guitare plus grave d'une octave ou une contrebasse en format guitare. Elle possède généralement 4 cordes accordées en quarts : E_0 , A_0 , D_1 , G_1 (identique à la contrebasse). Sa tessiture s'étend du E_0 (41,2 Hz) au G_3 (392 Hz) pour les modèles 24 frettes (2 octaves par corde).

On trouve fréquemment des basses à 5 cordes : un Si grave est ajouté (tessiture : B_{-1} (30,8 Hz) à G_3). On trouve plus rarement des basses à 6 cordes : on rajoute un Do aigu, afin de conserver l'accord en quarte (Tessiture : B_{-1} à C_4 (523 Hz)).

La douzième frette est à égale distance du cordier et du sillet : elle produit l'octave de la corde à vide. On peut en déduire la position des premières harmoniques.

Certains manches sont Fretless (sans frettes) Le repérage y est beaucoup plus difficile et l'instrument a un son proche de celui des cordes classiques (contrebasse).

Les basses utilisent différents types de micros (en général un ou deux) : le micro placé près du chevalet (bridge) produit un son assez aigu et riche en harmoniques, le micro placé près du manche (neck) propose un son plus doux, plus velouté (du à la grande amplitude de la vibration de la corde).

Les basses possèdent en général un potentiomètre de volume et un de tonalité au minimum, mais peuvent disposer de circuits électroniques plus complexes (actifs, nécessitant une pile). Il existe également des modèles acoustiques et électro-acoustiques.

b- Le jeu :

Le basse se joue généralement en notes, les accords étant plutôt arpégés que plaqués.

L'attaque des cordes peut être abordée de différentes façons : doigts (doux et feutré), médiator (attaque plus claquante), slap ("percuté - tiré" pouce / majeur ou annulaire, très puissant et "groovy" (funk)), tapping (2 mains sur le manche, jeu très fluide impliquant des cordes assez fines et une bonne synchronisation des 2 mains)...

3- Guitare :

a- L'instrument :

Elle est plus petite que la basse, donc plus aiguë. (si on diminue la longueur d'une corde en vibration, la fréquence augmente). Elle possède 6 cordes : E₁, A₁, D₂, G₂, B₂, E₃. Les cordes sont accordées en quarts, sauf G/B (tierce Majeure) : il faut tenir compte de cette particularité et de ses répercussions sur les positions, mais elle permet de produire des accords de 3 notes (triades) sur 6 cordes. La tessiture de la guitare est E₁ (82,5 Hz) à E₅, (1318,5 Hz) pour les modèles 24 frettes.

Les guitares utilisent différents types de micros (de 1 à 3, simple et double bobinage, actifs ou passifs). Tout comme pour la basse, plus les micros sont proches du chevalet (bridge) plus ils sont "aigus" (mordants, incisifs) : plus ils sont proches du manche (neck), plus ils sont "graves" (plus doux, ronds).

Elles disposent au moins d'un potentiomètre de volume et un de tonalité, mais peuvent proposer des circuits électroniques plus complexes (sélecteurs de micros (3 à 7 positions), inverseurs de phase, "varitones", électronique active (piles)...).

Certaines guitares disposent d'un vibrato, système permettant de jouer sur la tension des cordes grâce à des ressorts fixés sous le cordier. Les cordes peuvent être bloquées au niveau du sillet (Floyd Rose, Kahler) : ce système permet une action du vibrato plus large et dans les 2 sens, et gère mieux les problèmes de "désaccordage". Le changement des cordes est plus fastidieux que sur une guitare sans blocage (et de même pour l'accord de l'instrument, le blocage des cordes impliquant un dispositif "fine tuning" sur le chevalet).

b- Le jeu :

La guitare se joue indifféremment en accord ou en notes : les 6 cordes permettent les notes seules, les intervalles (doubles notes) et les accords (jusqu'à 6 notes).

On utilise généralement un médiator pour attaquer les cordes, mais on peut jouer avec les doigts ou en tapping (la main droite jouant sur le manche). Les techniques de jeu sont très diverses et ne seront pas développées ici (voir plutôt "Méthode de guitare").

4- Voix :

a- L'instrument :

La voix est le quatrième (ou le premier ?) instrument d'un groupe standard de MAA. Elle génère des harmoniques aigus, ce dont micros et amplification doivent tenir compte.

b- Le jeu :

La voix humaine peut être approchée sous différents angles :

Intelligibilité : Si le chant se base sur un texte, celui-ci doit être bien compris. Plus la ligne de chant est proche du langage "parlé", plus le texte est intelligible. Le chant peut toutefois se baser sur des onomatopées, des "sons".

Rythme : Certaines formes de chant sont essentiellement rythmiques (Rap, Funk, Hard Rock), d'autres peuvent se détacher de cette approche.

Mélodie : Certains chants peuvent être linéaires (Rap, Punk...) ou au contraire être mélodiques (Pop, Rock, Metal...).

La combinaison de ces 3 éléments offre une multitude d'approches différentes.

C- ROLES DANS LES GROUPES DE MAA

1- Section Basse / Batterie :

La basse et la batterie travaillent conjointement. Elles constituent l'assise rythmique du groupe et sont directement responsables de la dynamique rythmique des morceaux. Elles forment la section rythmique sur laquelle les autres instruments viennent se greffer.

La basse appuie les accents de la batterie, donnant ainsi une trame rythmique / harmonique aux morceaux. Elles sont généralement très liées, mais peuvent se détacher l'une de l'autre (l'une reste en rythmique, l'autre brode autour).

La section basse / batterie peut se faire très discrète, se contentant de soutenir le rythme. Elle peut également se faire beaucoup plus incisive, plus présente, voire "hallucinée" et devenir le centre d'intérêt principal.

La plage de fréquence attribuée à la section basse / batterie est le registre grave, même si certains éléments (cymbales, harmoniques de la basse...) produisent des fréquences plus aiguës.

Il est fréquent que la section basse / batterie répète seule (en intermittence avec les répétitions générales), afin de gagner en précision et en cohésion.

On peut apercevoir l'importance de leur travail et de leur précision quand on constate que les "pains" rythmiques (batterie) sont les plus remarquables (avec la voix).

2- Guitare :

La guitare peut généralement s'intégrer de 3 façons :

- Elle peut soutenir fortement la section basse / batterie, en grossissant la section rythmique, en lui donnant plus de tessiture et de puissance.

- Elle peut se détacher de la section basse / batterie, tout en restant dans la section rythmique : riffs, accords arpégés, phrases mélodiques, effets... Elle suit néanmoins le schéma rythmique / harmonique.

- Elle peut se détacher complètement de la section rythmique en jouant des parties indépendantes ou des solos (lead guitar), la guitare étant le principal instrument soliste des MAA.

Le rôle de la guitare est donc d'"habiller" la rythmique, d'"orner" la trame basse / batterie. Dans le premier cas, on peut parler de rythmiques brutes, primaires, dans le second cas, de rythmiques enrichies et dans le dernier cas, de phrases, de thèmes, de chorus, de solos. Il est parfois difficile de distinguer une rythmique enrichie d'un solo : on pourrait dire généralement qu'une rythmique est cyclique, alors qu'un solo ne l'est pas.

3- Voix :

C'est généralement l'instrument en première ligne : la basse / batterie reste stable, la guitare se fait plus discrète quand il y a du chant, afin que le texte soit intelligible. Le chant est primordial pour la communication avec le public et pour aérer un set (il est beaucoup plus difficile de "tenir une ambiance" avec un groupe instrumental). Le texte peut laisser la priorité à la mélodie (intelligibilité des paroles) ; certaines mélodies peuvent même être jouées sans aucun texte. On peut évidemment combiner texte et mélodie, mais il faut bien gérer l'articulation et le son.

4- Instruments fréquents en MAA :

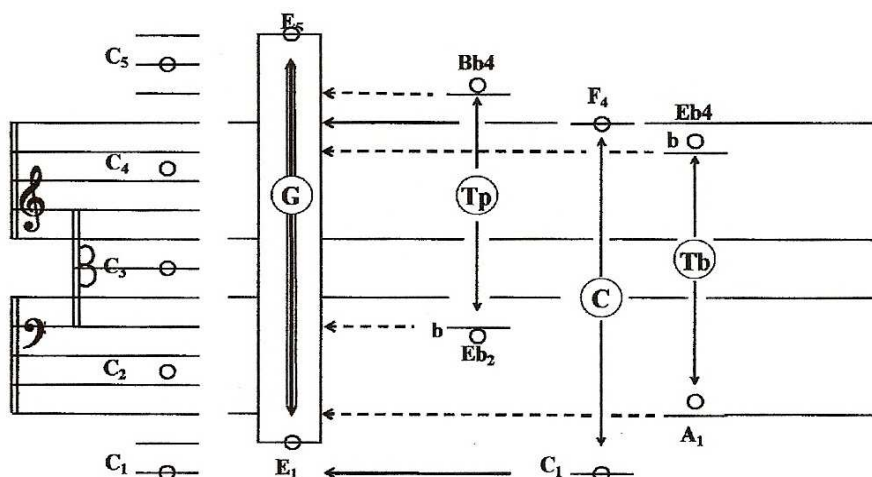
Instruments électroniques :

Les claviers sont très fréquents dans les MAA depuis leurs origines, sous des formes qui ont suivi les évolutions techniques : pianos acoustiques, électriques, orgues électroniques, synthétiseurs... Ils occupent une place similaire à celle de la guitare : ils disposent aujourd'hui d'une palette de sons considérables. Ils ne descendent que rarement dans les graves (place de la basse) et contrairement aux claviers classiques, ne gèrent pas les basses, vu la présence habituelle d'un bassiste. Ce sont les instruments qui proposent la plus grande tessiture, mais qui vont plutôt travailler vers l'aigu (mélodie). Les samplers et les platines sont fréquemment utilisés dans des rôles principalement ornementaux.

Cuivres :

Egalement présents depuis l'origine des MAA, les cuivres sont utilisés dans de nombreux styles (Rock'n roll, Rock, Reggae, Funk...). Ils travaillent généralement en section, mais il peut aussi n'y avoir qu'un cuivre dans le groupe (le saxophone, par exemple, même s'il est "classiquement" classé dans les bois, est néanmoins souvent considéré comme un "cuivre"). Les cuivres seuls ne peuvent pas produire d'accords et doivent dans cette optique travailler en section. Ils travaillent généralement en rythmique enrichie (pêches / phrases) ou thèmes. Ils sont également habitués à produire d'excellents solos (désolés, je ne dis pas soli). Les cuivres privilégiés sont les cuivres "aigus" (sax, trompette). Le cor est très rare. Les trombones (et tubas, plus rares) sont essentiellement utilisés en rythmique.

On peut comparer les tessitures des principaux cuivres à celle de la guitare :



Harmonica :

L'harmonica est utilisé depuis longtemps dans divers styles Rock (Blues, Country, Rock'n roll, Pop...). C'est un instrument essentiellement mélodique, le plus souvent au premier plan (solos, phrases, questions - réponses avec la voix ou avec d'autres instruments). Il peut ponctuellement soutenir la rythmique.

Banjo :

Est utilisé sensiblement dans les mêmes styles que l'harmonica. Il s'utilise aussi bien en soutien rythmique (accords arpégés et broderies) qu'en mélodie.

Percussions :

Les MAA ont toujours été intéressées par l'intégration de percussions venus des différents continents (afro-cubaines, brésiliennes, africaines, asiatiques, européennes traditionnelles...). Ces percussions enrichissent la section rythmique et peuvent évoluer en solo. Les instruments "exotiques" ayant influencé les MAA ne se limitent pas aux seules percussions : on trouve également de nombreux instruments à cordes ou à vent, depuis de nombreuses années, les percussions sont toutefois ceux qui semblent avoir été le plus généralisés.

5- Instruments rares en MAA :

a- Les instruments "traditionnels" :

La plupart des instruments de musiques traditionnelles s'intègre parfaitement aux MAA ; d'une part, les musiques traditionnelles ont depuis longtemps influencé les MAA (country, "celtique", musiques slaves, espagnoles, indiennes...) et l'expérience dans le domaine est conséquente. D'autre part, il existe des similitudes dans l'approche des structures et des climats. Il ne faut pas oublier que les musiques traditionnelles sont à l'origine des MAA (et des musiques classiques profanes).

La diversité des instruments traditionnels ne permet pas ici de décrire le rôle de chaque instrument : il faudra se baser sur les groupes d'instruments auxquels ils peuvent être reliés (rythmique / mélodique // monophonique / polyphonique // tessiture grave / aiguë...).

b- Les instruments "classiques" :

De nombreuses rencontres entre MAA et musiques "Classiques" se sont produites depuis déjà longtemps (années 60). Elles tenaient parfois plus de la "juxtaposition" que de l'intégration : chacun jouait selon sa propre culture et ses habitudes. Cependant, une évolution certaine peut se percevoir depuis quelques années et de plus en plus de groupes "adoptent" des instruments classiques, notamment grâce à l'apparition de matériels plus adaptés ("violons" électriques, cellules...).

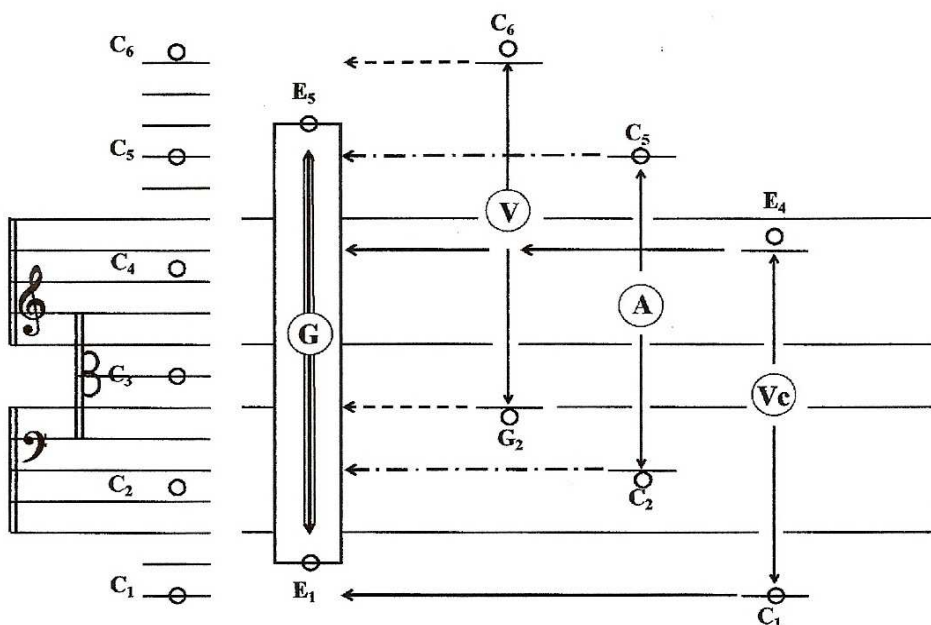
Ils sont généralement intégrés par section (les cuivres plus que tout autres), mais les instrumentistes "solos" ne sont pas anecdotiques. Il existe des flûtistes (Jethro Tull...) et violonistes (Kansas...) jouant dans des groupes de MAA depuis déjà longtemps (70^s).

Cordes :

Les cordes peuvent intégrer la section rythmique (archet, doubles notes...), enrichir les rythmiques, ou évoluer en solos. D'une façon générale, le rôle est similaire à celui de la guitare. Les "violons" sont cependant plus limités au niveau des accords, qu'ils doivent arpéger ou jouer en section (rythmique). Une analogie existe entre leur timbre et celui d'une guitare saturée.

La contrebasse étant "cousine" de la basse (qui est le résultat du "croisement" guitare - contrebasse), leur rôle est totalement similaire : la contrebasse peut remplacer la basse (selon les styles, elle sera jouée aux doigts (doux, feutré) ou à l'archet (plus incisif, plus mordant).

On peut comparer les tessitures des violons, altos et violoncelles à celle de la guitare :

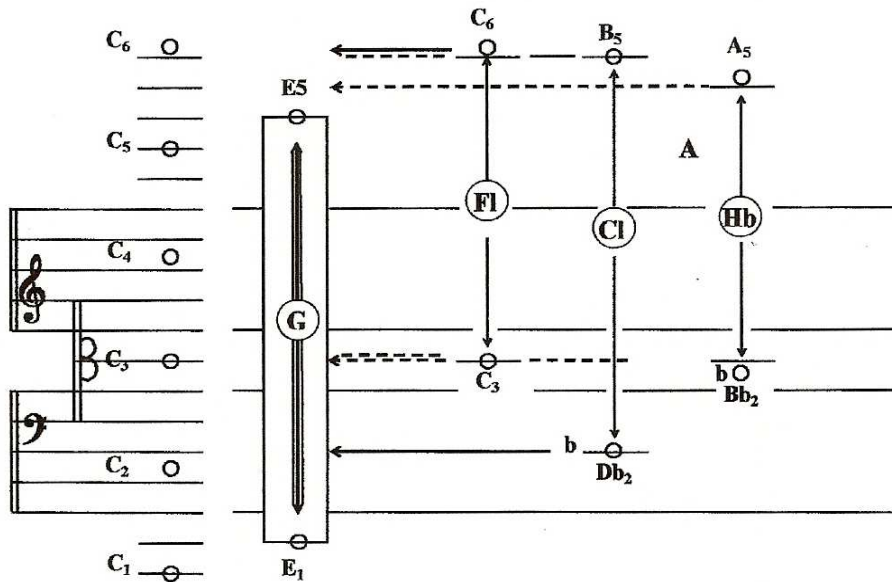


Bois :

L'approche du rôle des bois peut être calqué sur celui des cuivres, vu leurs nombreuses similitudes (instruments à vents monophoniques, transpositeurs) : jeu en section ou solo, accords par section, rythmiques enrichies, thèmes,...

Le basson (tout comme le tuba) ne peut pas toujours remplacer une basse (surtout sur des tempos rapides (160 et plus en doubles croches).

Nous pouvons également comparer les tessitures de la flûte, de la clarinette (Sib) et du hautbois à celle de la guitare :



6- Orchestration :

L'orchestration constitue le premier mix d'un morceau. Il est important que le message sonore soit intelligible pour les auditeurs : il doit donc être le plus équilibré possible. La qualité des différentes sources sonores et de leur cohésion est l'élément primordial du "son du groupe" : quelque soit le style de musique, il est important que l'"écriture" soit claire et l'orchestration aérée.

a- Niveaux :

=> Gestion du volume :

Les musiciens doivent nuancer leur jeu en fonction des différents passages : ils peuvent successivement se retrouver en avant, au niveau moyen, en retrait, voire silencieux. Par exemple, sur une partie chantée ou un solo, la rythmique doit gérer son niveau pour soutenir sans envahir : les sons doivent se compléter et non se gêner.

b- Effet de masque :

=> Gestion de l'égalisation :

Deux vibrations très proches vont produire des battements très désagréables. Il convient donc de les éviter : tant que les instruments jouent des parties individuelles différentes, on n'observe pas de problèmes particuliers ; par contre, si 2 instruments jouent la même partie à l'unisson, au lieu de se compléter, ils se "couvrent" et se masquent : le son résultant est confus et on a du mal à distinguer les instruments : c'est l'effet de masque. Notez bien que des sons individuels de qualité ne donnent pas forcément un bon son collectif.

Plutôt que de faire jouer le même accord par 2 ou 3 instruments, il est préférable d'en répartir les notes entre les différents instruments (par exemple T et 5 // 3 et 7). Dans l'absolu, on évitera les parties à l'unisson et chaque instrument devra disposer de sa propre plage sonore "réservée".

Une bonne égalisation (et un bon réglage des effets) est à ce niveau une priorité absolue.

c- Espace sonore :

=> Composition

Il est important que les rôles soient correctement répartis en fonction des différents parties d'un morceau. Qui doit être devant ? Comment mettre en valeur tel instrument ?... Il est nécessaire de bien gérer l'"espace-temps" sonore, afin d'optimiser chaque partie. Ces éléments doivent être pris en compte lors de la composition ou de la mise en place d'un morceau.

La bonne gestion des niveaux, de l'égalisation, et de l'équilibre de l'espace sonore constitue un pré-mix très important : c'est le son de base du groupe qui permettra une bonne intelligibilité et une certaine "facilité" en sonorisation. S'il est négligé, le son sera rapidement brouillon et confus : il sera de plus "ingérable" par les techniciens son.

D- SON ET AMPLIFICATION

1- Batterie :

La batterie doit tout d'abord être bien réglée, afin de limiter l'émission de fréquences parasites (harmoniques et partiels). Il faut réduire la durée du son, éviter les traînes trop longues. Le son de la grosse caisse et des fûts sera le plus mat possible, à l'exception de la caisse claire qui peut parfois se permettre une certaine durée. Chaque élément doit fournir un son précis, afin d'éviter un "halo" sonore.

Si le réglage de la batterie ne suffit pas (ou si l'on veut aller plus loin), on peut "mater" la batterie, c'est-à-dire utiliser des matériaux absorbants pour atténuer les vibrations des peaux et des cymbales. On limite ainsi l'émission de partiels gênants (le "halo") et les impacts gagnent en netteté.

La sonorisation d'une batterie nécessite un patch de micros adaptés : les éléments à repiquer nécessitent des micros spécifiques : les micros GC sont différents des micros CC, toms... On utilise généralement des micros dynamiques pour les fûts et le charley et des statiques (overheads) pour les cymbales.

2- Basse :

L'amplification ne pose pas de problèmes majeurs : pas de souci de directivité ni de puissance. Une bonne égalisation suffit généralement à régler les problèmes. Les cordes génèrent des sons puissants qui peuvent créer des sons parasites gênants (claquements, vibrations...) : un compresseur peut s'avérer utile. Le niveau devra également être bien équilibré avec le niveau acoustique de la batterie.

L'ampli se pose au sol pour profiter de l'effet de sol : on peut également intercaler un "caisson" entre l'ampli et le sol (il peut être ouvert à l'avant ou à l'arrière). Dans tous les cas, il faut être attentif aux problèmes de résonance qui peuvent se manifester à une fréquence précise.

Pour sonoriser une basse, on utilise généralement un DI box. Si le bassiste utilise des effets ou des sons particuliers, on pourra préférer le repiquage par le "line out" de l'ampli.

3- Guitare :

La guitare utilise deux types de sons spécifiques, que la grande majorité des amplis proposent :

Son clair : c'est le son "direct" de la guitare ; il est net et "propre". On utilise généralement le micro grave (le son est plus "chaud").

Distorsion : le principe de la distorsion consiste à saturer le signal d'entrée pour obtenir un son plus agressif, métallique, plus "sale". Il existe de nombreux types de distorsion : crunch, fuzz, overdrive, distorsions, tubes... Les modèles les plus simples sont des pédales d'effets. Elles sont également incluses dans des multi-effets ou des racks. On la trouve également sur les amplis : le gain permet d'écrêter plus ou moins le signal d'entrée et de doser le taux de distorsion. Il faut bien gérer la distorsion, qui génère beaucoup d'harmoniques et de partiels : elle est facilement cause de larsen (essentiellement à cause du volume). Le son est également beaucoup plus diffus que le son clair.

Si le son clair ne pose pas trop de problèmes, il faut se méfier de la distorsion qui doit être claire et précise sans générer de larsens indésirés. Elle amène également du souffle (l'utilisation d'une noise - gate est efficace). On évite reverb et delay sur les rythmiques en son saturé, afin d'améliorer la netteté et la présence. Un bon son de guitare nécessite également une bonne maîtrise de l'égalisation et une gestion mesurée des effets. Différents niveaux (clair / rythmique / lead) peuvent être utiles pour bien mettre en valeur les nuances.

Le spectre de la guitare étant assez élevé, les ondes produites peuvent être très directives : il faut surélever les amplis, afin que l'oreille soit dans le champ de directivité des HP.

On sonorise la guitare en la repiquant avec un micro (SM57...), afin de récupérer le son de l'ampli. Aujourd'hui, les simulateurs de HP des multi-effets permettent le branchement direct à une console, mais cela reste très peu utilisé, les guitaristes (et bassistes) préférant disposer de leur propre amplification sur scène.

4- Voix :

Les micros sont généralement de type cardioïdes électrodynamiques (SM58...), adaptés aux fréquences de la voix. Si on a le choix, il faut éviter les amplis basse dont la réponse en fréquence n'est pas très adaptée. On leur préférera divers types de "sono" (amplis large bande 3 ou 4 voies, "têtes" amplifiées, sonos...). Evitez à tous prix les amplis guitare qui ne sont pas adaptés.

La voix, comme la guitare, est assez directive : les HP doivent être surélevés. Il faut éviter toute saturation et bien gérer l'égalisation afin que l'intelligibilité soit maximale.

La voix se pose sur le reste du groupe et se place en avant (c'est pourquoi elle "balance" toujours en dernier). L'intelligibilité nécessite une bonne présence dans les aigus, sans qu'ils soient criards : les mediums doivent être gérés finement (attention au son "mégaphone"), les graves donnent de la profondeur : l'égalisation est donc là encore primordiale.

On peut également ajouter un peu de reverb à la voix si le timbre est trop sec.

5- Instruments électroniques :

Les claviers ne posent pas de problèmes majeurs : leur "son" (niveau line) est très propre, ils ne sont pas sensibles au larsen... Les samplers peuvent proposer des sons de plus ou moins bonne qualité. Il faut donc se concentrer là encore sur l'égalisation et les niveaux. Comme pour les guitaristes et bassistes, il est souhaitable qu'ils disposent de leur propre amplification sur scène.

6- Cuivres :

Ils sont suffisamment puissants pour pouvoir jouer dans des groupes sans être amplifiés. Leur fort volume sonore permet l'utilisation de micros standards (overheads en section). On pourra leur préférer toutefois des micros spécifiques, qui se fixent en général sur le pavillon et permettent au musicien de se déplacer.

Le timbre dépend de l'endroit où le micro est placé ; il n'est pas le même à l'embouchure, au milieu du tuyau ou à son extrémité : le choix de l'emplacement du micro doit être choisi avec précision (on peut même en utiliser plusieurs et les mixer).

Les cuivres sont très riches en harmoniques et partiels : l'égalisation doit être précise, les gains minimums afin d'éviter la saturation.

7- Bois :

Les bois, bien que moins puissants que les cuivres, peuvent néanmoins observer les mêmes principes. On évitera les cellules, le bruit des clés étant alors omniprésent. On préférera des micros types cravates qui donneront plus d'aisance au musicien (voir cuivres).

8- Cordes :

En règle générale, les instruments de la famille du violon sont très riches en harmoniques et il faut veiller essentiellement à deux points : les aigus peuvent vite devenir criards et agressifs et il faudra alors les atténuer ; les mediums sont très amples, ils forment un "ventre" de fréquences très présentes, qu'il faut également gérer avec finesse. Il faut également mettre en valeur les fréquences graves du violoncelle, difficiles à respecter, qui peuvent parfois être perçues en retrait.

Les cordes peuvent être amplifiées / sonorisées de 3 façons :

Micros _____ : Vu le faible volume sonore de ces instruments, cette solution n'est pas adaptée : le micro captera plus facilement la batterie que le "violon".

Cellules _____ : Cette solution est bien meilleure ; les cellules sont moins sensibles aux larsens, les ondes sonores captées sont réellement celles de l'instrument, le musicien peut se déplacer... Toutefois, les cellules se basent sur des instruments acoustiques dont il est très difficile de respecter le timbre, à cause de sa grande richesse en harmoniques, et captent le son dans la phase de production (les médiums peuvent être envahissant, les aigus agressifs...). Les problèmes d'égalisation sont fréquents. Attention aux cellules de bas de gamme.

"Violon" électrique : Les violons, altos, violoncelles et contrebasses sont disponibles en versions électriques, tout comme les guitares et les basses (plus de caisse de résonance). Ces instruments sont destinés à l'amplification et la qualité du timbre est plus facile à gérer. Toutefois, ils peuvent générer des problèmes d'adaptation du jeu par rapport à un "violon" acoustique.

9- Harmonica :

L'harmonica s'amplifie grâce à un micro tenu par l'harmoniciste juste à la sortie d'air de l'instrument. Le son doit être précis et conserver son timbre spécial (richesse des aigus, son métallique). On travaillera essentiellement l'égalisation des mediums et des aigus.

10- Accordéon :

Sa puissance lui permet d'utiliser des micros (cravates). Certains modèles sont adaptés à une utilisation amplifiée (accordéons MIDI, qui peuvent utiliser des samples). Ils possèdent une grande richesse harmonique, une brillance qui n'est pas très facile à restituer. Là encore, l'égalisation la plus délicate est nécessaire.

11- Conclusions :

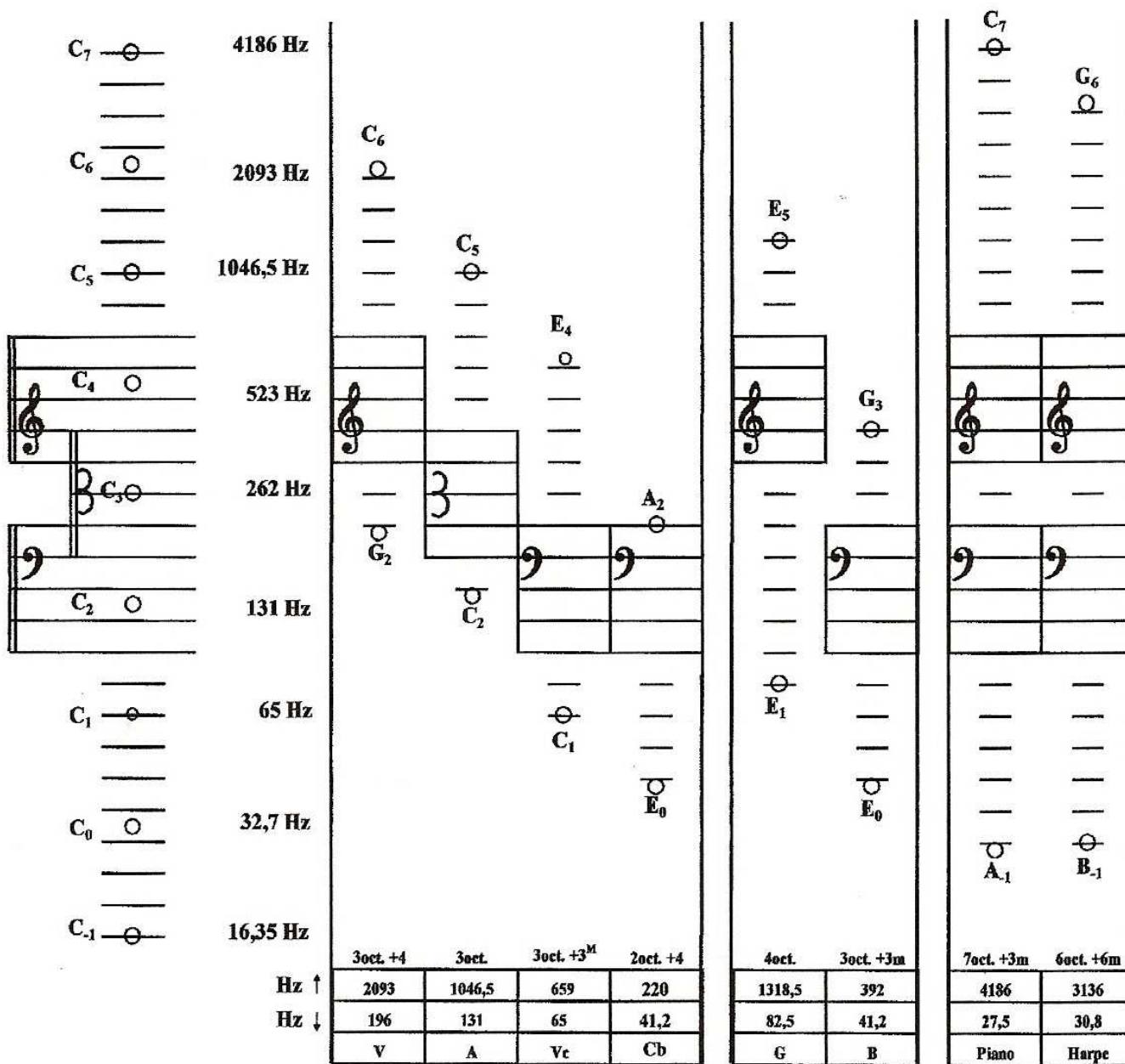
Nous voyons que, dans tous les cas, les problèmes d'égalisation sont bien supérieurs aux problèmes de niveaux : il s'agit de respecter le timbre des instruments, de leur être le plus fidèle possible, tout en les intégrant les uns avec les autres sans qu'ils se couvrent. La qualité de l'orchestration et du matériel est ici d'une importance cruciale.

Je ne cite pas de matériel précis, que ce soit instruments, micros, cellules, amplis, effets... dans la mesure où le marché évolue très vite (et il me faudrait plusieurs centaines de pages) de même que la technologie. Il faudra vous renseigner (de nombreux bancs d'essais sont disponibles sur internet) en fonction de vos besoins et surtout de vos moyens financiers.

E- TESSITURE DES INSTRUMENTS

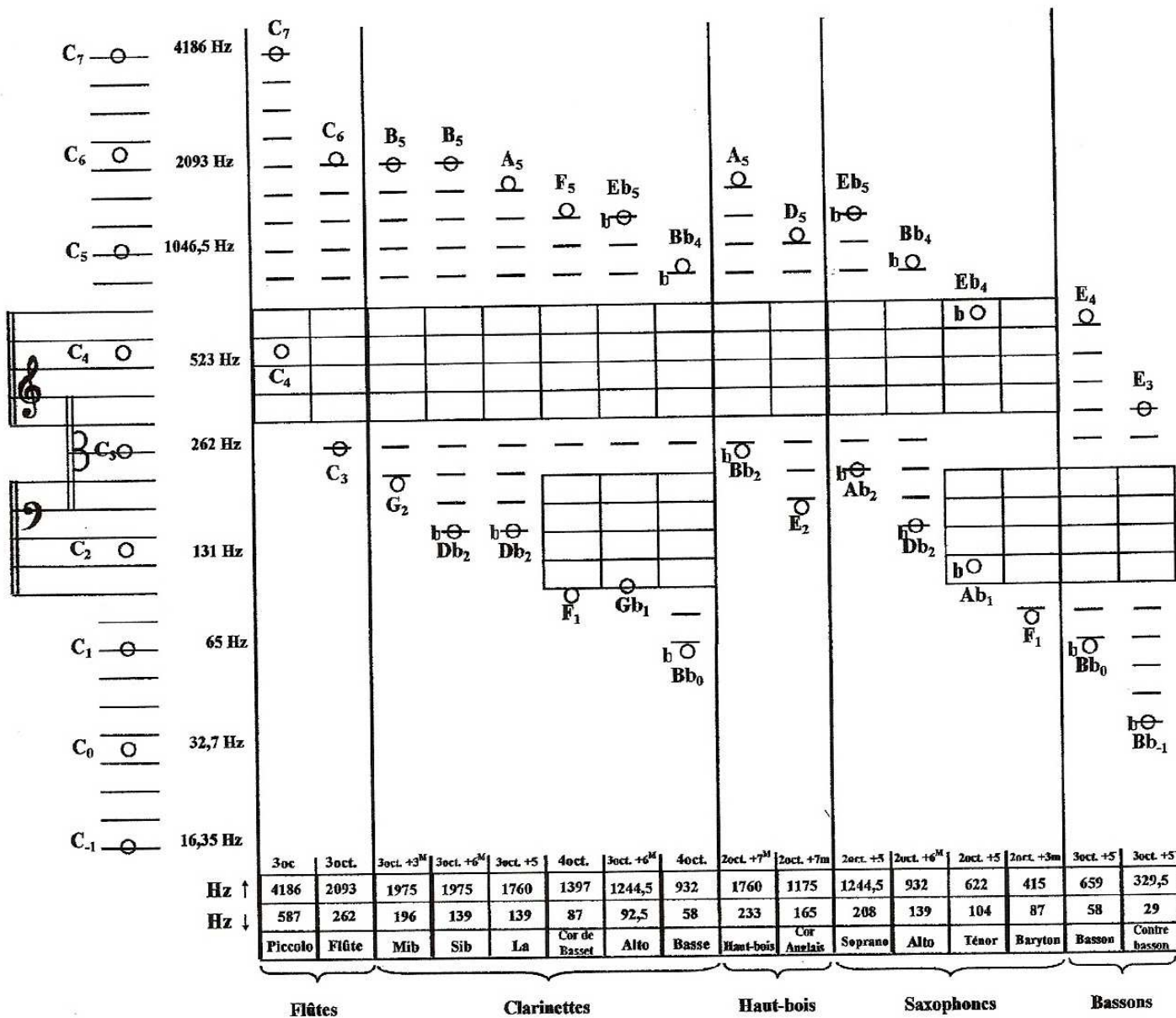
Les schémas suivants indiquent les tessitures des différents instruments selon leurs familles. Les fréquences correspondances sont indiquées (les valeurs concernent les sons fondamentaux, sans tenir compte des harmoniques).

a- Cordes :



(24 cases)

b- Bois :



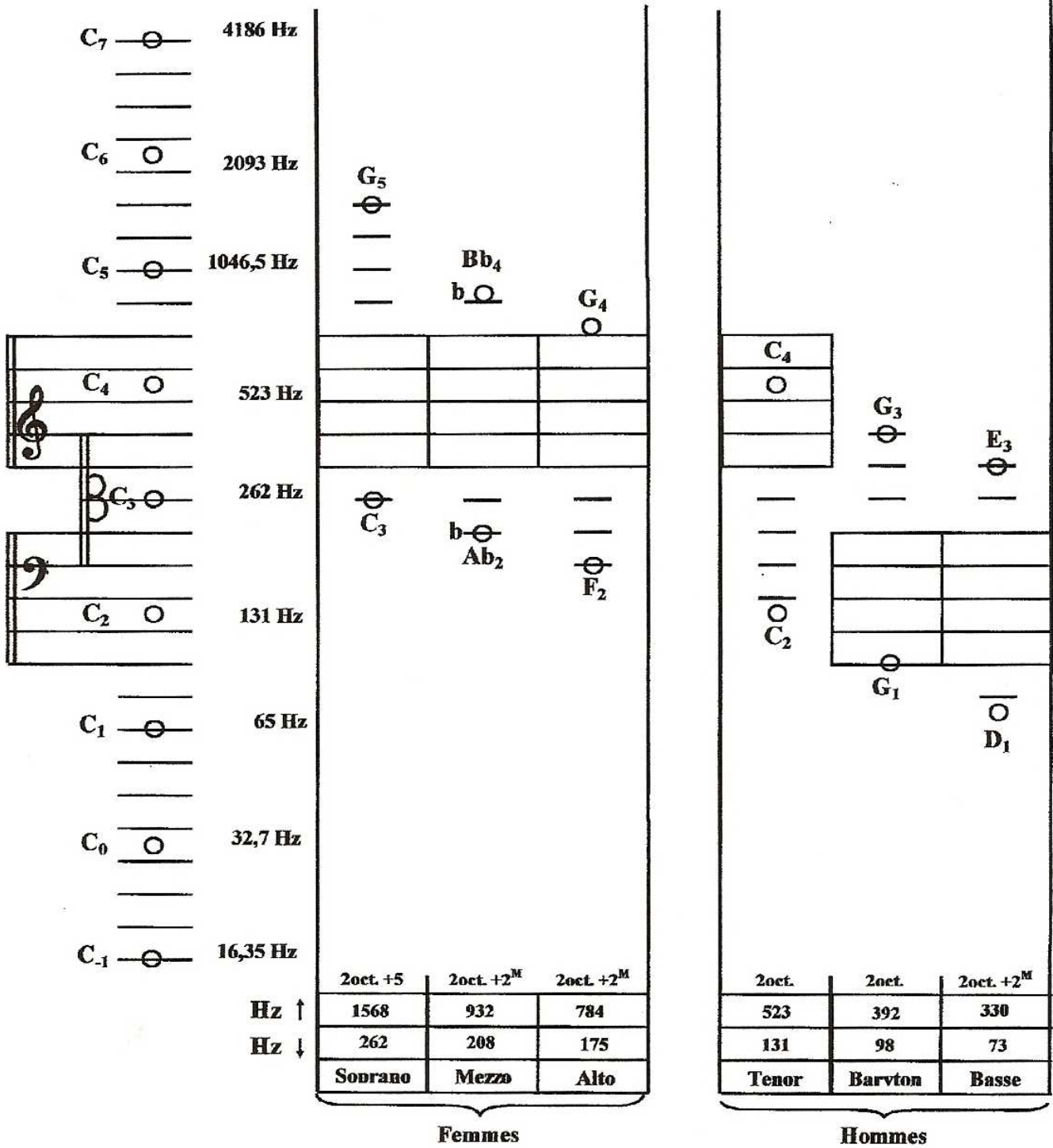
c- Cuivres :

The diagram illustrates the pitch ranges and specific notes for various brass instruments. On the left, a series of staves shows the notes C₇ (4186 Hz) through C₋₁ (16,35 Hz). A central grid shows the notes for Trompettes (Cornet Mib, Cornet Sib, Bugle, Piccolo, Sib), Cor (F₄), Trombones (Alto Mib, Tenor), and Tubas (Baryton Sib, Euphonium, Basse, Contre B.).

	1oct. +7 ^M	2oct. +5	2oct. +5	2oct. +5	2oct. +5	3oct. +4	2oct. +5	2oct. +5	2oct. +5	2oct. +7 ^M	3oct. +4	3oct. +2 ^M
Hz ↑	932	932	932	932	932	698,5	622	466	466	466	349	262
Hz ↓	247	165	165	156	156	65	110	82,5	82,5	62	32,7	29,1
	Cornet Mib	Cornet Sib	Bugle	Piccolo	Sib	Cor	Alto Mib	Tenor	Baryton Sib	Euphonium	Basse	Contre B.
	Trompettes					Cor	Trombones		Tubas			

Notez que la trompette piccolo sonne une octave au-dessus de la tessiture indiquée.

d- Voix :



e- Correspondance notes / fréquences :

	C	C# / Db	D	D# / Eb	E	F	F# / Gb	G	G# / Ab	A	A# / Bb	B
Octave 9	16744	17740	18792	19912	21098 (*)	22352 (*)	23680 (*)	25088 (*)	26580 (*)	28160 (*)	29836 (*)	31608 (*)
8	8372	8870	9396	9956	10548	11176	11840	12544	13290	14080	14918	15804
7	4186	4435	4698	4978	5274	5588	5920	6272	6645	7040	7458	7902
6	2093	2217	2349	2489	2637	2794	2960	3136	3322	3520	3729	3951
5	1046,5	1109	1175	1244,5	1318,5	1397	1480	1568	1661	1760	1865	1975
4	523	554	587	622	659	698,5	740	784	831	880	932	988
3	262	277	294	311	330	349	370	392	415	440	466	494
2	131	139	147	156	165	175	185	196	208	220	233	247
1	65	69	73	78	82,5	87	92,5	98	104	110	117	123
0	32,7	34,6	36,7	38,9	41,2	43,6	46,2	49	51,9	55	58	62
-1	16,35 (*)	17,3 (*)	18,35 (*)	19,45 (*)	20,5	21,8	23,1	24,5	26	27,5	29,1	30,8

(*) ces notes dépassent le spectre moyen de l'oreille humaine.

f- Transpositions :

Degrés dans les différentes tonalités

Afin de clarifier le tableau :

=> les notes non altérées sont indiquées en rouge.

=> x = double dièses

=> les notes en vert indiquent des "triples bémols",
ce qui constitue une notation impropre, mais appropriée.

	FA#	SI	MI	LA	RE	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAb	REb	SOLb
2m	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAB	REb	SOLb	DOb	FAb	SIbb	MIbb	LABb
2M	SOL#	DO#	FA#	SI	MI	LA	RE	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAB
2+	SOLx	DOx	FAx	SI#	MI#	LA#	RE#	SOL#	DO#	FA#	SI	MI	LA
3-	LAB	REb	SOLb	DOb	FAb	SIbb	MIbb	LABb	REbb	SOLbb	DObb	FAbb	SIbbb
3m	LA	RE	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAB	REb	SOLb	DOb	FAb	SIbb
3M	LA#	RE#	SOL#	DO#	FA#	SI	MI	LA	RE	SOL	DO	FA	SIb
3+	LAx	REx	SOLx	DOx	FAx	SI#	MI#	LA#	RE#	SOL#	DO#	FA#	SI
4-	SIb	MIb	LAB	REb	SOLb	DOb	FAb	SIbb	MIbb	LABb	REbb	SOLbb	DObb
4	SI	MI	LA	RE	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAB	REb	SOLb	DOb
4+	SI#	MI#	LA#	RE#	SOL#	DO#	FA#	SI	MI	LA	RE	SOL	DO
5-	DO	FA	SIb	MIb	LAB	REb	SOLb	DOb	FAb	SIbb	MIbb	LABb	REbb
5	DO#	FA#	SI	MI	LA	RE	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAB	REb
5+	DOx	FAx	SI#	MI#	LA#	RE#	SOL#	DO#	FA#	SI	MI	LA	RE
6-	REb	SOLb	DOb	FAb	SIbb	MIbb	LABb	REbb	SOLbb	DOb	FAbb	SIbbb	MIbbb
6m	RE	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAB	REb	SOLb	DO	FAb	SIbb	MIbb
6M	RE#	SOL#	DO#	FA#	SI	MI	LA	RE	SOL	DO#	FA	SIb	MIb
6+	REx	SOLx	DOx	FAx	SI#	MI#	LA#	RE#	SOL#	DOx	FA#	SI	MI
7-	MIb	LAB	REb	SOLb	DOb	FAb	SIbb	MIbb	LABb	REbb	SOLbb	DObb	FAbb
7	MI	LA	RE	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAB	REb	SOLb	DOb	FAb
7M	MI#	LA#	RE#	SOL#	DO#	FA#	SI	MI	LA	RE	SOL	DO	FA
O	FA#	SI	MI	LA	RE	SOL	DO	FA	SIb	MIb	LAB	REb	SOLb