

# Techniques du son

www.techniquesduson.com

Didier Pietquin © 2006

Version décembre 2006

## **Amplificateurs de puissance et enceintes acoustiques**

En sonorisation, il est extrêmement courant de devoir relier plusieurs enceintes à un seul et même ampli. Intervient alors une notion d'impédance. Mais à quoi correspond cette notion d'impédance ? C'est ce que nous allons voir dans cet article.

### 1. Notion de résistance

La notion de résistance peut se définir comme étant la propriété d'un composant à s'opposer au passage du courant.

Plus la valeur de la résistance sera grande et moins le courant circulera facilement. Sa valeur est indépendante de la fréquence du courant qui la traverse. On parlera donc de résistance en courant continu.

Le symbole général d'une résistance est celui-ci :



Elle s'exprime en ohm(s).

### 2. Notion d'impédance

La notion d'impédance est plus complexe que celle de la résistance.

L'impédance sera la propriété du circuit électrique à s'opposer au passage du courant alternatif à partir du moment où l'on combine des éléments possédant une réactance (condensateurs, inductances) et une résistance.

L'impédance d'un circuit varie toujours avec la fréquence, raison pour laquelle sa valeur (en Ohms) sera toujours donnée en fonction d'une fréquence de référence type (1000 Hz en général ou toute autre selon le type d'application).

C'est donc le cas d'une enceinte acoustique composée de bobines (HP), de selfs, de condensateurs et de résistances (Filtre).

### 3. Unité

Que ce soit pour définir la résistance (Symbole : R) ou l'impédance (Symbole : Z), l'unité est l'**ohm**, dont le symbole est  $\Omega$  (Omega).

Un ohm est la valeur d'une résistance parcourue par un courant de 1 ampère et aux bornes de laquelle se développe une tension de 1 volt.

### 4. Rappel de la loi d'ohm

La loi d'ohm est sans doute une des formules les plus connues en électricité.

$$U = R \times I$$

**U = Tension en volt(s)**  
**R = Résistance en ohm(s)**  
**I = Intensité en ampère(s)**

Soit

$$I = U / R$$

$$R = U / I$$

### 5. Mise en série et parallèle de résistances

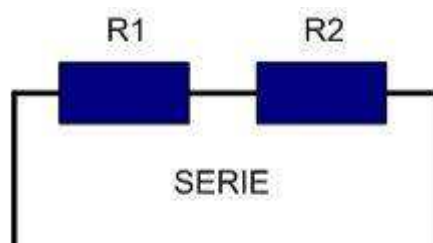
Les deux possibilités de combiner des résistances entre-elles seront la mise en série et la mise en parallèle (ou en dérivation).

On peut également combiner la mise en série et la mise en parallèle sur un même circuit.

#### 5.1. Mise en série

Lorsque plusieurs résistances sont câblées en série, la résistance équivalente sera la somme des différentes résistances.

Le courant est identique à travers chaque résistance.



La formule est donc la suivante :

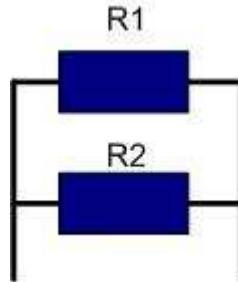
$$R(e) \text{ (Résistance équivalente)} = R1 + R2 + R3 + Rn$$

Pour mieux se rendre compte de ce qu'est la série, remplaçons nos deux résistances par deux ampoules. Si une des deux ampoules vient à claquer, le circuit sera

interrompu et plus aucun courant ne circulera. Ce qui veut dire que l'autre ampoule sera également éteinte.

### 5.2. Mise en parallèle

Dans ce cas, le courant sera partagé par les différentes résistances sera fonction de leur valeur ohmique.



La formule pour calculer la mise en parallèle de deux résistances est la suivante :

$$R(e) = R1 \times R2 / R1 + R2$$

La formule générale pour calculer la mise en parallèle de deux résistances ou plus est la suivante :

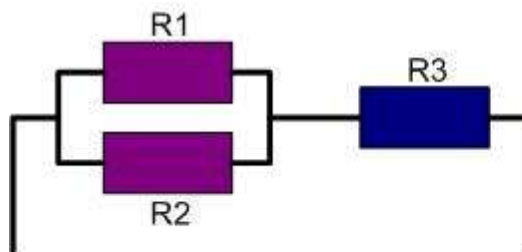
$$1 / R(e) = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + 1/Rn$$

Toujours dans la même optique de bien comprendre ce qu'est la mise en parallèle, reprenons nos deux ampoules. Si une des deux vient de nouveau à claquer, celle-ci sera éteinte mais la deuxième ampoule restera toujours allumée.

La mise en parallèle présente donc un avantage non négligeable par rapport à la mise en série.

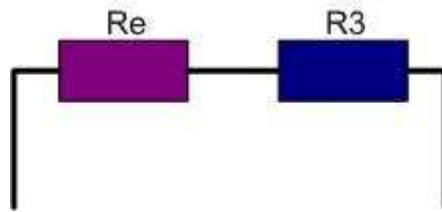
### 5.3. Combinaison

Il est tout à fait possible de combiner mise en série et mise en parallèle de plusieurs résistances. Dans ce cas, on décompose le circuit en plusieurs parties.

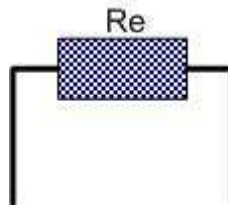


Ici, les résistances R1 et R2 sont en parallèles. Et la résistance équivalente (Re) est en série avec la résistance R3.

La valeur de Re sera calculée grâce à la formule  $R1 \times R2 / R1 + R2$



Les deux résistances sont en série. La Re totale sera calculée grâce à la formule  $R_e + R_3$ .



On obtient donc au final la valeur d'une seule et même résistance équivalente au montage initial.

#### 6. Application(s) aux enceintes acoustiques

La première chose à prendre en compte est que tout amplificateur peut délivrer une puissance maximale, puissance dépendante de ses composants électroniques utilisés, de son transformateur d'alimentation, de sa technologie,...

On parlera alors de puissance maximale pour une charge donnée, c'est-à-dire l'impédance équivalente d'un groupement d'enceintes.

Prenons la fiche technique d'un amplificateur QSC RMX 2450 :

8 ohms, par canal, en mode stéréo	500 Watts
4 ohms, par canal, en mode stéréo	750 Watts
2 ohms, par canal, en mode stéréo	1200 Watts

Ce tableau nous indique que la charge minimale admissible par l'amplificateur est de 2 ohms par canal.

Pour cet amplificateur, une charge inférieure à 2 ohms par canal demanderait à celui-ci de fournir une puissance nettement supérieure, ce qu'il n'est pas capable de produire.

Ce qui nous amène à dire que :

**L'impédance équivalente d'un groupement d'enceintes ne peut jamais être inférieure à l'impédance de charge minimale acceptée par l'amplificateur de puissance. Elle doit être dans tous les cas égale ou supérieure.**

Exemple : Un amplificateur dont l'impédance de charge minimale est de 4 ohms ne pourra accepter un groupement d'enceintes dont l'impédance équivalente est de 2 ohms. Cet amplificateur pourra par contre accepter une charge dont l'impédance est de 4 ohms ou plus.

Remarque : Les fiches techniques des amplificateurs de puissance et des enceintes acoustiques nous indiquent en général l'impédance pour une fréquence de 1 KHz,

notée également impédance nominale. En effet, l'impédance varie en fonction de la fréquence. La valeur nominale est là pour nous donner une idée de la charge que doit subir l'amplificateur.

### Travailler sous 4 ou 8 ohms ? Avantages ? Inconvénients ?

La plupart des enceintes en sonorisation possèdent une impédance de 8 ohms. En travaillant avec une enceinte de 8 ohms par canal, notre amplificateur (QSC RMX2450, voir- ci-dessus) pourra fournir une puissance de 500 watts. Travailler avec deux enceintes de 8 ohms câblées en parallèle par canal permettrait un léger gain en puissance soit 750 watts au total.

Une application pratique ?

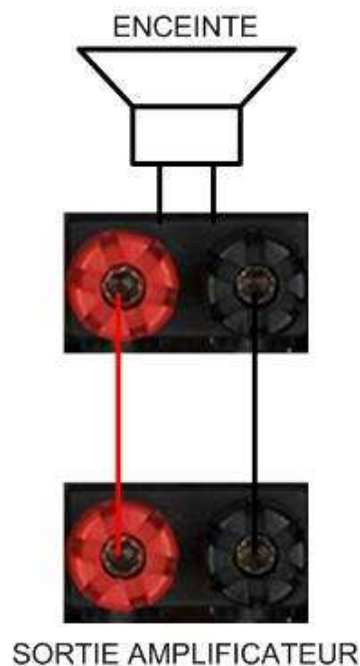
Toute enceinte possède une certaine directivité, souvent bien trop étroite que pour couvrir une zone d'écoute importante. Relier deux enceintes en parallèle par canal permettra de couvrir une zone plus importante tout en utilisant qu'un seul canal d'amplificateur. On économisera donc un canal.

Il y a bien sûr bien d'autres applications possibles : un musicien demande deux enceintes de retour devant lui mais avec un seul et même signal. Il suffira alors de les relier en parallèle, en respectant bien sûr la notion d'impédance.

Il ne faut pas oublier également que travailler avec une impédance relativement basse (4 ohms, 2 ohms) demande à l'amplificateur des « efforts » relativement importants. Un amplificateur travaillant sous 2 ohms chauffera beaucoup plus si il n'a pas été prévu (ou calculé un peu trop juste) par rapport au fait de travailler sous 8 ohms.

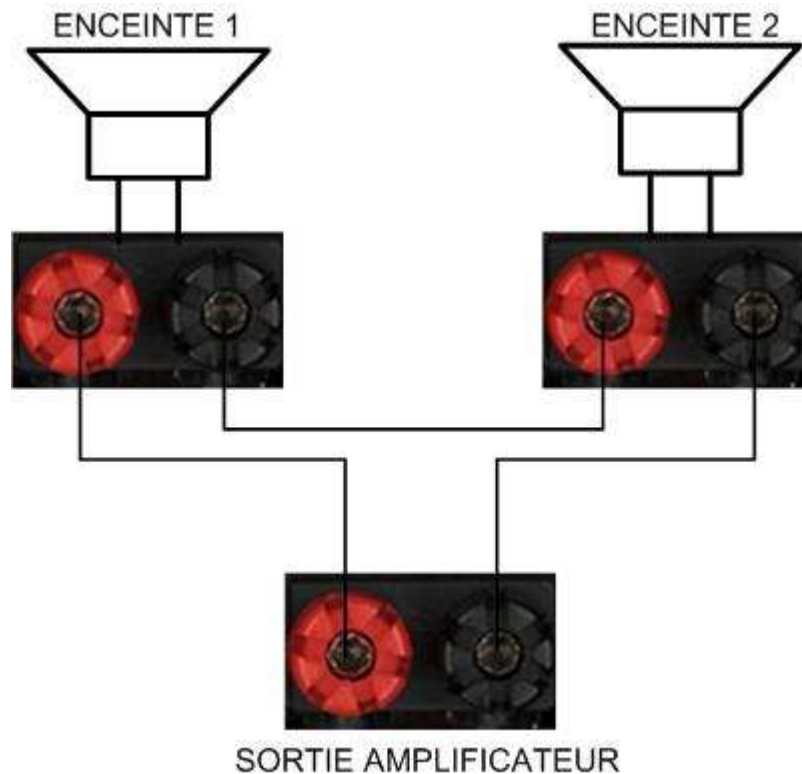
#### 6.1. Cas classique

Le cas le plus classique sera celui où une seule enceinte est reliée directement à un canal de sortie d'un amplificateur.



## 6.2. Mise en série d'enceintes acoustiques

On a vu par la loi d'ohm que l'impédance équivalente d'un groupement d'enceintes reliées en série sera la somme des toutes les enceintes. Ainsi, deux enceintes de 8 ohms reliées en série auront une impédance équivalente de 16 ohms.



### Deux cas possibles :

- Deux enceintes différentes reliées en série

Dans ce cas, chaque enceinte est alimentée au travers de l'impédance de l'autre. Si les deux enceintes sont différentes, il est très probable que les deux enceintes ne demandent pas la même énergie au même moment, tout simplement parce que les *peak* (ou crêtes) d'impédances ne se trouveront pas au même endroit, ou plutôt à la même fréquence sur les deux enceintes.

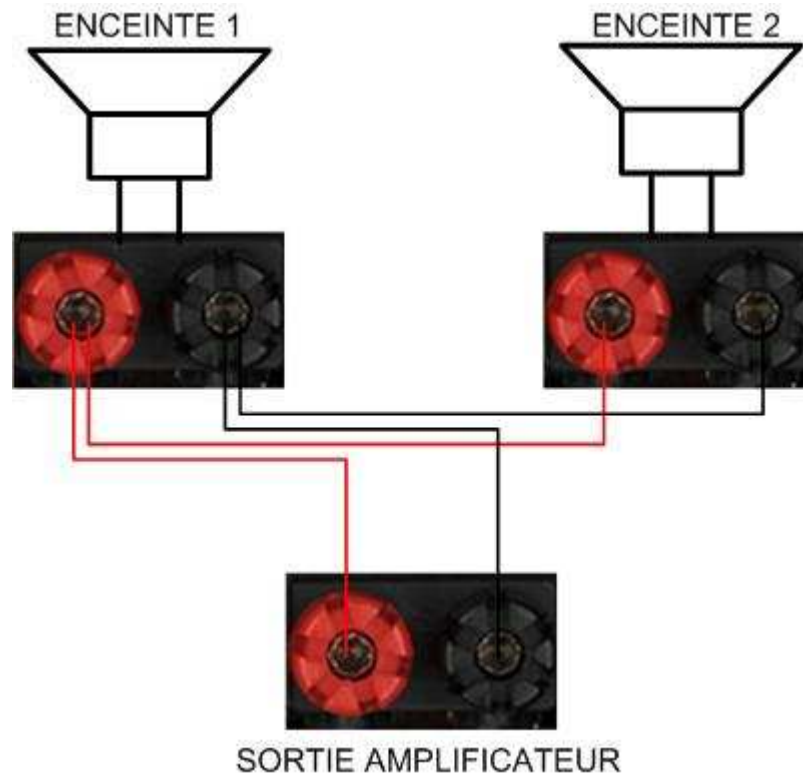
Il est donc déconseillé de relier deux enceintes différentes en série.

- Deux enceintes identiques reliées en série

Si deux enceintes identiques placées côte à côte sont reliées en série, elles travaillent avec une charge acoustique identique et demandent en même temps la même énergie.

Dans ce cas, tout se passe comme si il ne s'agit que d'une seule enceinte dont la surface rayonnante est doublée et dont l'impédance est doublée.

### 6.3. Mise en parallèle d'enceintes acoustiques




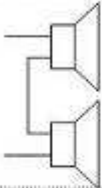
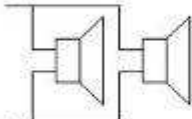
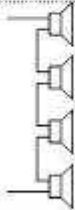
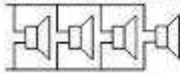
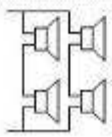
Lorsque deux enceintes sont reliées en parallèle, l'impédance équivalente sera le résultat du calcul décrit au paragraphe 5.2.

Chaque enceinte recevra la tension de sortie de l'amplificateur et travaille donc pratiquement dans les mêmes conditions.

*Remarque* : Lorsque deux enceintes de puissances différentes sont reliées en parallèle sur un même canal d'amplificateur, il faut toujours s'assurer de ne pas dépasser la puissance de l'enceinte la plus faible. C'est-à-dire qu'il faudra se baser sur l'enceinte la moins puissance pour régler le niveau de sortie de l'amplificateur.

## 6.4. Tableau général

Ce tableau vous indique quelques impédances résultantes suite à un groupement d'enceintes :

	4 $\Omega$	8 $\Omega$	16 $\Omega$
	4 $\Omega$	8 $\Omega$	16 $\Omega$
	8 $\Omega$	16 $\Omega$	32 $\Omega$
	2 $\Omega$	4 $\Omega$	8 $\Omega$
	16 $\Omega$	32 $\Omega$	64 $\Omega$
	1 $\Omega$	2 $\Omega$	4 $\Omega$
	4 $\Omega$	8 $\Omega$	16 $\Omega$

## 7. Questions fréquentes

Sur la plupart des enceintes, on retrouve à l'arrière de celles-ci plusieurs fiches, qu'elles soient de type Speakon pour les modèles récents à des fiches XLR ou Jack pour de plus anciennes séries.

La question qui se pose alors est de savoir de quelle façon sont reliées ces fiches entre-elles. Plusieurs cas peuvent se présenter dont un qui se présente assez régulièrement. C'est celui-ci que nous verrons.

Pour illustrer nos propos, prenons le cas similaire d'une enceinte relativement courante : la SX300 d'Electro-Voice. Comme nous pouvons le voir sur la photo, on retrouve à l'arrière de cette enceinte deux connecteurs Speakon.



Si nous prenons le temps de démonter la plaque où se trouvent les connecteurs, cela nous permettra de voir le câblage. Et que voyons- nous ?

Les deux fiches sont reliées en parallèle. Ce qui veut dire que pour alimenter cette enceinte via un ampli, on peut utiliser n'importe laquelle de ces deux fiches.

Et pour relier en parallèle une deuxième enceinte SX300 à la première, il suffira de repartir de la Speakon encore libre vers la deuxième enceinte à l'aide d'un câble.

La plupart des enceintes sont donc prévues pour être reliées en parallèle entre-elles assez facilement. La mise en série étant plus rare.

La mise en parallèle est par exemple utilisée pour câbler deux retours de scène pour un musicien.

Le cas est simple : un câble provient de l'amplificateur et arrive dans la première enceinte. Un autre câble est utilisé pour repartir de cette même enceinte vers la deuxième.

Il s'agit bien de mise en parallèle. Voici le schéma équivalent :

Il existe bien sûr d'autres types de câblage selon le fabricant, le fait que les enceintes puissent être utilisées en filtrage actif ou passif,... En cas de doute, n'hésitez pas à consulter les fiches techniques et modes d'emploi des constructeurs. C'est à cela que ça sert !

*La couleur des conducteurs a-t-elle une importance ?*

Une « norme » universelle veut que ce soit le conducteur rouge qui servira au pôle positif et le conducteur noir au pôle négatif.

Et il est utile de rappeler que cette couleur est uniquement la couleur de l'isolant et qu'elle permet simplement de se repérer plus facilement! Elle n'a aucun rôle électrique sur le signal qui transitera via ce conducteur.

On pourrait donc très bien décider d'utiliser le rouge pour le pôle négatif...

Lors d'une mise en parallèle ou en série, il est important de respecter la polarité des deux enceintes. Une inversion provoquerait en effet des problèmes de phase.

Didier Pietquin © Février 2006

[www.techniquesduson.com](http://www.techniquesduson.com)