Guide

à l'attention des installateurs



Dimensionnement d'une installation ligne 100V - Public Address

AVDis
7, rue du Chateau de Ribaute - 31 130 QUINT-FONSEGRIVES
tel : 05.62.57.72.31 - www.avdis.fr

Guide pour le dimensionnement d'une installation ligne 100V - Public Address

Sommaire

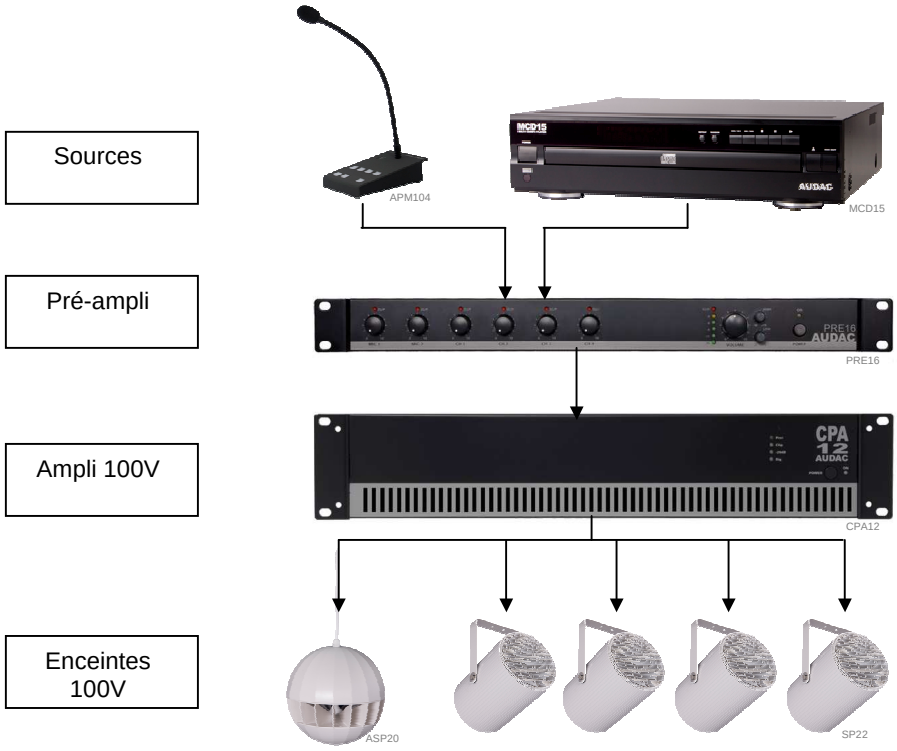
Sommaire 2
Introduction 3
Rappel : mesure de la charge d'une ligne 3
1. Sélection des zones de diffusion 4
2. Comment choisir le type de haut-parleurs ? 4
3. Comment définir le niveau de pression acoustique ? 5
4. Comment choisir un haut-parleur à partir de ses caractéristiques ? 6
5. Comment définir le nombre et l'emplacement de haut-parleurs ? 8
6. Comment définir la section du câble haut-parleur ? 11
7. Comment choisir l'amplificateur ? 12
8. Comment câbler les haut-parleurs ? 12

Introduction

La ligne 100V a été développée afin de faciliter la tache des installateurs.

Sa principale différence avec les systèmes de sonorisation classiques, tel que la Hi-Fi ou la sonorisation de spectacle, se situe au niveau du câblage entre les amplificateurs et les enceintes. En effet, la ligne 100V permet de raccorder plusieurs enceintes 100V en parallèle sur une même ligne : la somme des puissances de chaque enceinte de la ligne ne devra pas dépasser la puissance de l'amplificateur (de la même façon que l'on brancherait plusieurs lampes sur une même ligne électrique sans dépasser la valeur d'un disjoncteur).

Schéma type d'une installation ligne 100V :



Exemple : Ce schéma montre une ligne composée d'une suspension câblée en 20W (AUDAC - ASP20) et de 4 projecteurs de son câblés en 20W (AUDAC - SP22), soit une charge de 20 + 4x20W = 100W. L'amplificateur de puissance 120W (AUDAC - CPA12) sera suffisant.

Rappel : mesure de la charge d'une ligne

Il est possible de mesurer la charge d'une ligne en utilisant un impédancemètre (type AUDAC - LCR700) qui mesure l'impédance R de la ligne à la fréquence 1kHz (un multimètre traditionnel mesurera la résistance électrique à partir d'une tension continue qui sera très faible pour une ligne 100V et surtout pas représentative de la charge).

La puissance de la ligne sera : **$P = U^2 / R$** ; dans le cas d'une ligne 100V : **$P = 10\,000 / R$**

Exemple : pour une ligne composée de 5 enceintes 20W en ligne 100V, l'impédance mesurée sera : $R = U^2 / P = 100^2 / (5x20) = 100\ \Omega$.

L'impédance de la ligne haut-parleurs doit correspondre à l'impédance supportée par l'amplificateur. Ainsi, un amplificateur de 120W ne supportera pas une impédance de charge inférieure à : $R = 100^2 / 120 = 83\ \Omega$

1. Sélection des zones de diffusion

Dans un bâtiment comportant plusieurs espaces, il est parfois nécessaire de diffuser des programmes musicaux ou des messages spécifiques à chaque espace. On parle alors de Zones.

Exemple : un Hôtel-Restaurant

zones	*musique d'ambiance 1*	*musique d'ambiance 2*	*messages d'appel*
réception	*x*		*x*
couloirs	*x*		*x*
administration			*x*
bar - salle de restaurant		*x*	*x*
parking	*x*		*x*

Dans le cas d'une installation multi-zones, le choix d'une matrice numérique ou d'un pré-amplificateur multi-zone adapté permet de sélectionner et de programmer la diffusion des sources.
Les paragraphes suivants expliquent la méthode pour équiper chacune des zones.

2. Comment choisir le type de haut-parleurs ?

Les haut-parleurs utilisés en ligne 100V sont équipés de transformateurs de ligne intégrés. Il est toutefois possible d'utiliser des haut-parleurs basse impédance standard (4 ou 8 ohms), à condition de les équiper de transformateurs externes adaptés.

Notre premier critère de choix dépend de la topologie des lieux, en s'orientant vers un système de fixation approprié :

- Les **plafonniers à encastrer** sont appropriés aux installations en faux plafond ou cloisons verticales. (Attention à la profondeur de ces plafonniers)
  Exemple : couloirs, salles de réunions, bureaux, …

- Les **enceintes à suspendre** sont appropriées aux locaux à haut plafond (>4m).
  Exemple : Hypermarchés, quais de gare, entrepôts, …

- Les **enceintes à fixation murale** sont appropriées aux installations de qualité Hi-Fi.
  Exemple : galeries marchandes, salles de réunion, locaux commerciaux, …

- Les **projecteurs de son à fixation murale** sont appropriés aux diffusions de moyenne portée.
  Exemple : longs couloirs, entrepôts, rues piétonnes, …

♪ Les **projecteurs à chambre de compression** sont appropriés aux diffusions de longue portée, où l'on souhaite diffuser des messages parlés (ou une musique d'ambiance).
Exemple : parkings, campings, stades, …

♪ Les **colonnes à fixation murale** sont appropriées aux milieux très réverbérants.
Exemple : lieux de culte, salles polyvalentes, …

3. Comment définir le niveau de pression acoustique ?

Le niveau de pression acoustique à obtenir dépend du niveau de bruit ambiant.

Ce **bruit ambiant** peut soit être mesuré à l'aide d'un sonomètre (type AUDAC - SLM700), soit déterminé à l'aide du tableau ci dessous qui exprime le niveau de bruit ambiant généralement mesuré en fonction des lieux.

Le **niveau d'émergence** du message à diffuser dépend de l'usage que l'on souhaite en faire : une émergence de 10 dB sera suffisante pour la diffusion d'une musique d'ambiance sur une surface commerciale, alors qu'une émergence de 15 dB sera nécessaire pour la diffusion de messages avec une bonne intelligibilité et 25 dB pour la diffusion de messages avec une intelligibilité optimum.
Niveaux de pression acoustique :

	Niveau de bruit ambiant généralement constaté	**Niveau de pression acoustique à obtenir***		
		Pour la diffusion de musique d'ambiance	**Pour la diffusion de messages avec une bonne intelligibilité**	**Pour la diffusion de messages avec une intelligibilité optimum**
Centres hospitaliers				
Hôpitaux	60 dB(A)	70 dB(A)	75 dB(A)	85 dB(A)
Ensembles sportifs				
Piscine – Patinoire	70 dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	95 dB(A)
Salle polyvalente	80 dB(A)	90 dB(A)	95 dB(A)	105 dB(A)
Stade	85 dB(A)	95 dB(A)	100 dB(A)	110 dB(A)
Lieux culturels				
Studio d'enregistrement	40 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	65 dB(A)
Théâtre	45 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	70 dB(A)
Salle de concert	50 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	75 dB(A)
Cinéma	50 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	75 dB(A)
Musée	55 dB(A)	65 dB(A)	70 dB(A)	80 dB(A)
Discothèque	80 dB(A)	90 dB(A)	95 dB(A)	105 dB(A)
Lieux de culte				
Lieux de culte	55 dB(A)	65 dB(A)	70 dB(A)	80 dB(A)
Locaux administratifs				
Salle de conférence	50 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	75 dB(A)
Tribunal	50 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	75 dB(A)
Bureaux	55 dB(A)	65 dB(A)	70 dB(A)	80 dB(A)
Amphithéâtre	65 dB(A)	75 dB(A)	80 dB(A)	90 dB(A)
Locaux commerciaux				
Restaurant	60 dB(A)	70 dB(A)	75 dB(A)	85 dB(A)
Bar – Pub	65 dB(A)	75 dB(A)	80 dB(A)	90 dB(A)
Grand magasin	65 dB(A)	75 dB(A)	80 dB(A)	90 dB(A)
Hypermarché	70 dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	95 dB(A)

	Niveau de bruit ambiant généralement constaté	Niveau de pression acoustique à obtenir*		
		Pour la diffusion de musique d'ambiance	Pour la diffusion de messages avec une bonne intelligibilité	Pour la diffusion de messages avec une intelligibilité optimum
Locaux industriels				
Entrepôts	70 dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	95 dB(A)
Industrie légère	70 dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	95 dB(A)
Garage	75 dB(A)	85 dB(A)	90 dB(A)	100 dB(A)
Industrie lourde	80 dB(A)	90 dB(A)	95 dB(A)	105 dB(A)
Transport				
Aéroport	70 dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	95 dB(A)
Gare	80 dB(A)	90 dB(A)	95 dB(A)	105 dB(A)
Métro	90 dB(A)	100 dB(A)	105 dB(A)	115 dB(A)

* au niveau de l'oreille de l'auditeur

Tableau n°1

Nous tenons toutefois à préciser que l'émergence du niveau de pression acoustique du système de diffusion sur le bruit ambiant n'est pas le seul paramètre à une bonne intelligibilité. En effet, les caractéristiques absorbantes des matériaux de construction de la salle jouent un rôle prépondérant, une salle très réverbérante sera difficile à sonoriser : le choix, le nombre et l'emplacement des enceintes permettront d'améliorer cet environnement acoustique néfaste sans l'inhiber complètement.

4. Comment choisir un haut-parleur à partir de ses caractéristiques ?

Notre objectif en terme de niveau de pression acoustique au niveau de l'auditeur étant fixé, il est maintenant possible de déterminer le niveau de pression acoustique nécessaire ramené à 1m, que l'on va comparer avec le niveau de pression acoustique nominal du haut-parleur, pour choisir l'enceinte la plus adaptée.

Pour cela, nous utilisons la formule de calcul du niveau de pression acoustique d'un haut-parleur :

$$\mathbf{Lp = Efficacité + G_{puiss} + A_{dist}}$$

Nous déterminons d'abord le niveau de pression acoustique nécessaire, ramené à 1m, soit :

$$\mathbf{Lp_{(1m)} = Lp + 20 \times LOG\ (D)}$$

Nous calculons ensuite le niveau de pression acoustique nominal de l'enceinte (à une puissance donnée). Pour cela, on se réfère aux caractéristiques des enceintes du catalogue AUDAC (Efficacité et Puissances).

$$\mathbf{Lp_{nom.} = Efficacité + 10 \times LOG\ (P)}$$

Lp : Niveau de pression acoustique (en dB)

Efficacité : Niveau de pression acoustique de l'enceinte pour 1 Watt à 1m (en dB)

G_{puiss} : Gain apporté par la puissance électrique fournie à l'enceinte (en dB)

G_{puiss} = 10 x LOG (P) ; **P** étant la puissance de l'enceinte (en W)

A_{dist} : Atténuation liée à la distance entre l'enceinte et l'auditeur (en dB)

A_{dist} = - 20 x LOG (D) ; **D** étant la distance entre l'enceinte l'auditeur (en m)

Le(s) haut-parleur(s) adapté(s) sont ceux dont le niveau nominal est supérieur au niveau nécessaire ramené à 1m :

$$\mathbf{Lp_{nom.} \geq Lp_{(1m)}}$$

Exemple : Sonorisation d'un espace, caractérisé par un niveau de bruit ambiant de 69 dB(A) et nécessitant la diffusion de messages intelligibles.
Le niveau de pression acoustique souhaité est donc de Lp = 69+20 = 89 dB au niveau de l'auditeur.
On estime la distance moyenne entre l'auditeur et le plafond : D = 6m.
D'où, le calcul du niveau de pression acoustique ramené à 1m :

$Lp_{(1m)} = 89 + 20 \times \log (6) = 104.6$ dB

Avec une efficacité de 92 dB, à 20 W, le projecteur de son SP20 se caractérise par un niveau de pression acoustique nominal de $Lp_{nom.} = 92 + 10 \times \text{LOG}\ (20) = 105$ dB et peut donc *convenir à cette application.*

Puissance électrique fournie à l'enceinte	Gain
0,75W	-1,2 dB
1W	0 dB
2W	3 dB
3W	4,8 dB
4W	6 dB
5W	7 dB
6W	7,8 dB
Puissance électrique fournie à l'enceinte	**Gain**
7W	8,5 dB
8W	9 dB
9W	9,5 dB
10W	10 dB
12W	10,8 dB
15W	11,8 dB
20W	13 dB
25W	14 dB
30W	14,8 dB
40W	16 dB
50W	17 dB
60W	17,8 dB
100W	20 dB
200W	23 dB
300W	24,8 dB

Tableau n°2

Distance entre l'enceinte et l'auditeur	Atténuation
1m	0 dB
2m	-6 dB
3m	-9,5 dB
4m	-12 dB
5m	-14 dB
6m	-15,6 dB
7m	-16,9 dB
Distance entre l'enceinte et l'auditeur	**Atténuation**
8m	-18 dB
10m	-20 dB
11m	-20,8 dB
12m	-21,6 dB
15m	-23,5 dB
20m	-26 dB
25m	-28 dB
30m	-29,5 dB
40m	-32 dB
50m	-34 dB
75m	-37,5 dB
100m	-40 dB
150m	-43,5 dB
200m	-46 dB
300m	-49,5 dB

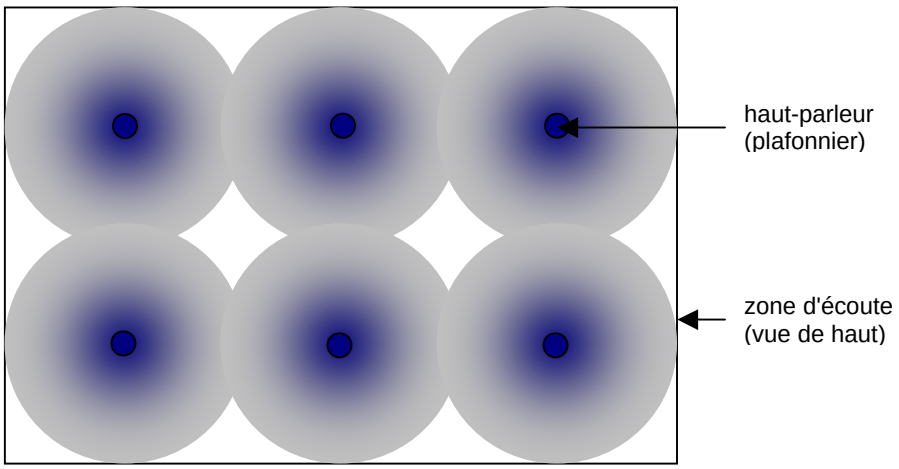
Tableau n°3

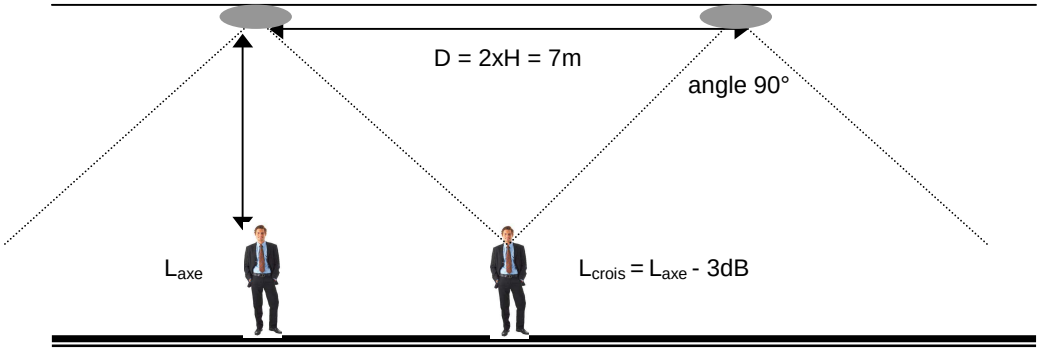
5. Comment définir le nombre et l'emplacement de haut-parleurs ?

La densité de haut-parleurs dépend des caractéristiques de l'enceinte, de sa directivité, du niveau de pression acoustique que l'on souhaite obtenir et de la position de l'enceinte. Il s'agit de définir le nombre et la position des haut-parleurs pour couvrir la zone d'écoute.

♪ **Pour les plafonniers** : la distance entre 2 haut-parleurs est 1.5 à 2 fois la distance entre le plafond et l'auditeur

D = 1.5 (2) x H



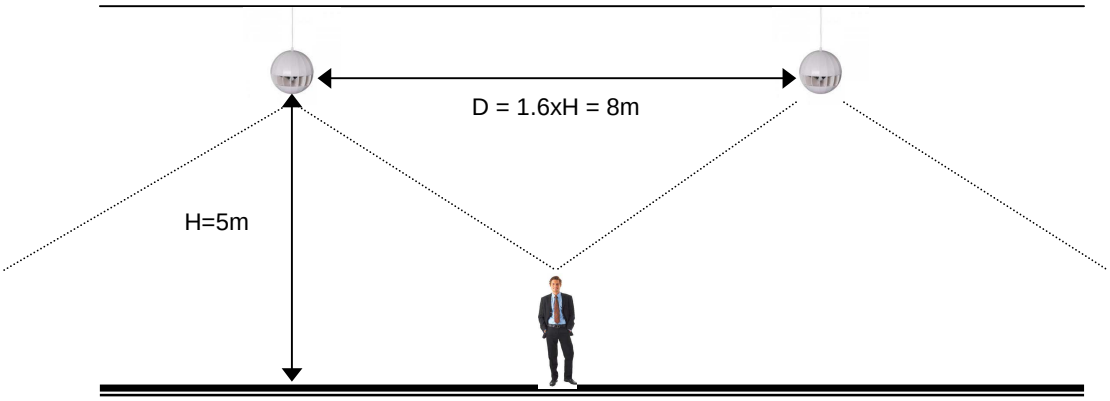


*Exemple1 : **Sonorisation à partir de plafonniers** AUDAC - CS85*

Caractéristiques CS85 :
Angle d'ouverture à –6 dB : 90°H x 90°V
Efficacité : 94 dB (1W/1m)
Puissance ligne 100V : 24/12/6 Wrms (câblage en P = 12W)
Le plafond est à 3.5m du sol ; donc la distance entre le plafond et l'auditeur est de H = 2m dans l'axe du plafonnier.
Le niveau de pression au niveau de l'auditeur est donc :
- dans l'axe : L_{axe} = Efficacité + 10 x LOG (P) - 20 x LOG (H)
= 94 + 10 x log (12) - 20 x log (2)
= 99 dB
- entre 2 plafonniers : $L_{crois} = L_{axe}$ - 3 dB
= 99 - 3
= 96 dB

♪ **Pour les sphères à suspendre** : L'angle d'ouverture étant généralement de 100°, l'espacement entre les hauts-parleurs est environ 1.6 fois la distance entre le haut-parleur et l'auditeur.

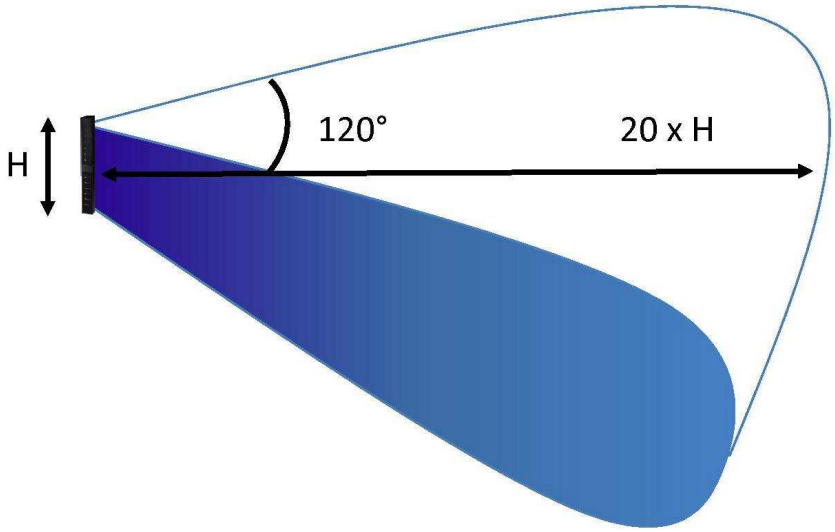
D = 1.6 x H



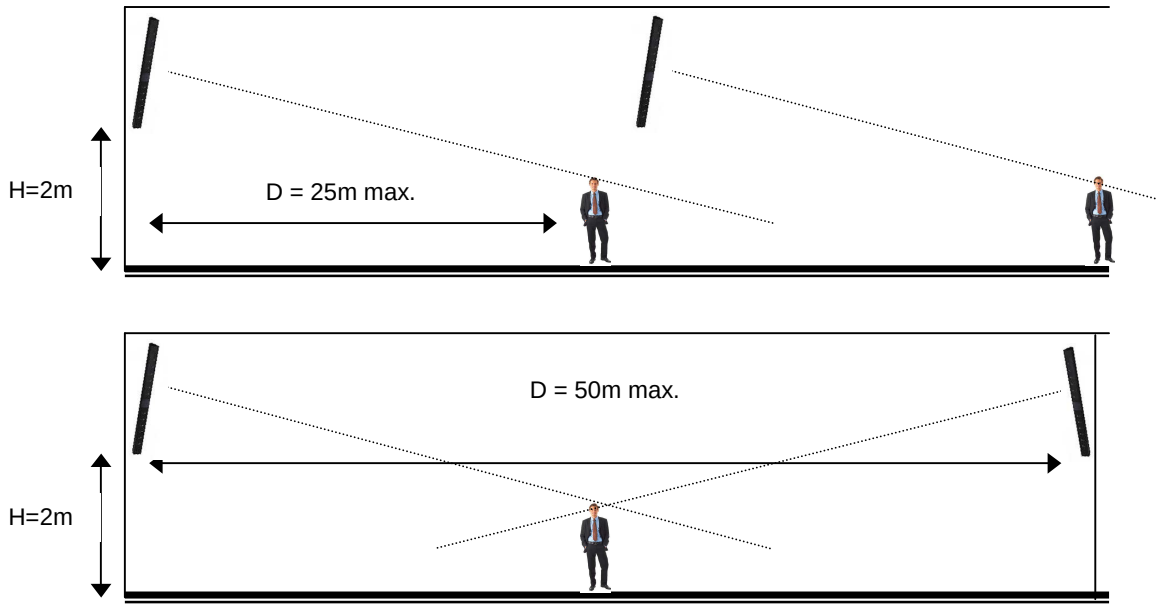
*Exemple2 : **Sonorisation à partir de suspension** AUDAC - ASP20*

Les haut-parleurs sont suspendus à H=5m ; ils doivent être espacés de D = 1.6 x 5 = 8m.

♪ **Pour les colonnes** : Les colonnes diffusent un champ sonore ayant la forme d'une "part de gâteau", dont les dimensions sont :



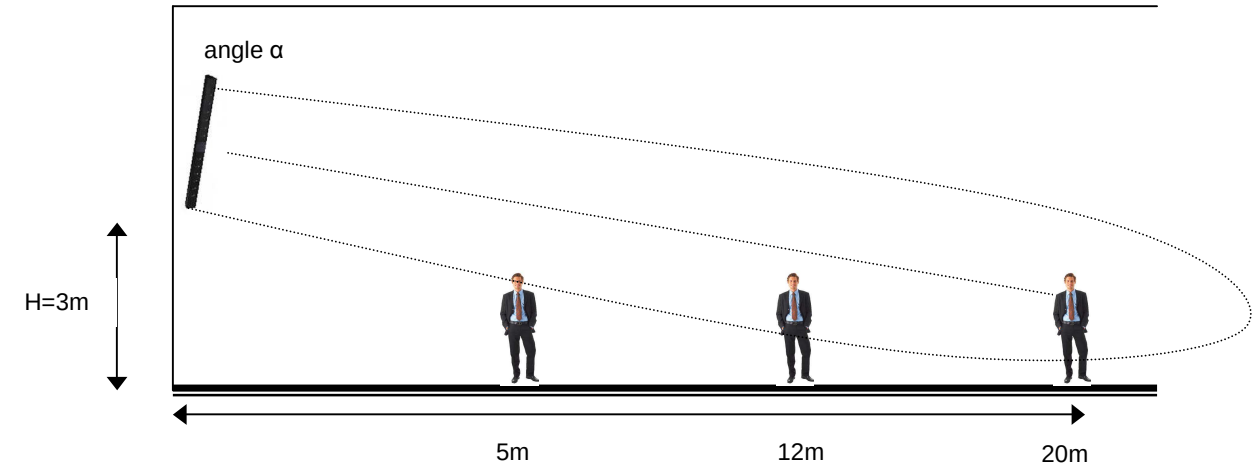
Elles ont donc notamment pour avantage de diffuser une nappe sonore à la hauteur des auditeurs et de limiter le nombre de points de diffusion.
Hormis dans les lieux réverbérants, où il est préférable de choisir davantage de colonnes avec une portée moindre, il est conseillé de respecter les espacements indiqués ci-après :



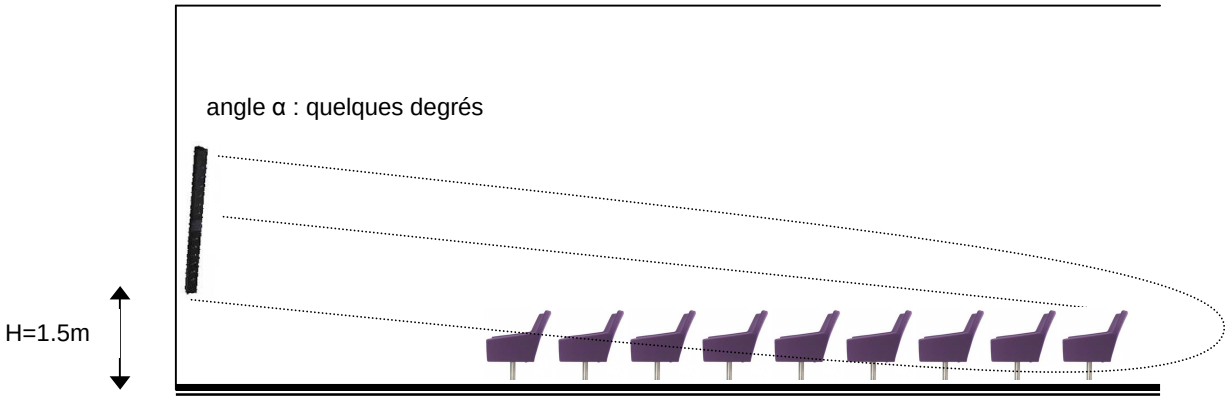
Il est important de bien choisir la hauteur de fixation, l'angle d'inclinaison et l'orientation de la colonne. Pour une grande salle ayant des caractéristiques acoustiques moyennes, il est conseillé de placer la base de chaque colonne à **2m**.

L'angle doit être réglé afin que le faisceau passe à la hauteur d'écoute (1.6m environ) des auditeurs les plus éloignés :

- Pour un auditoire debout :

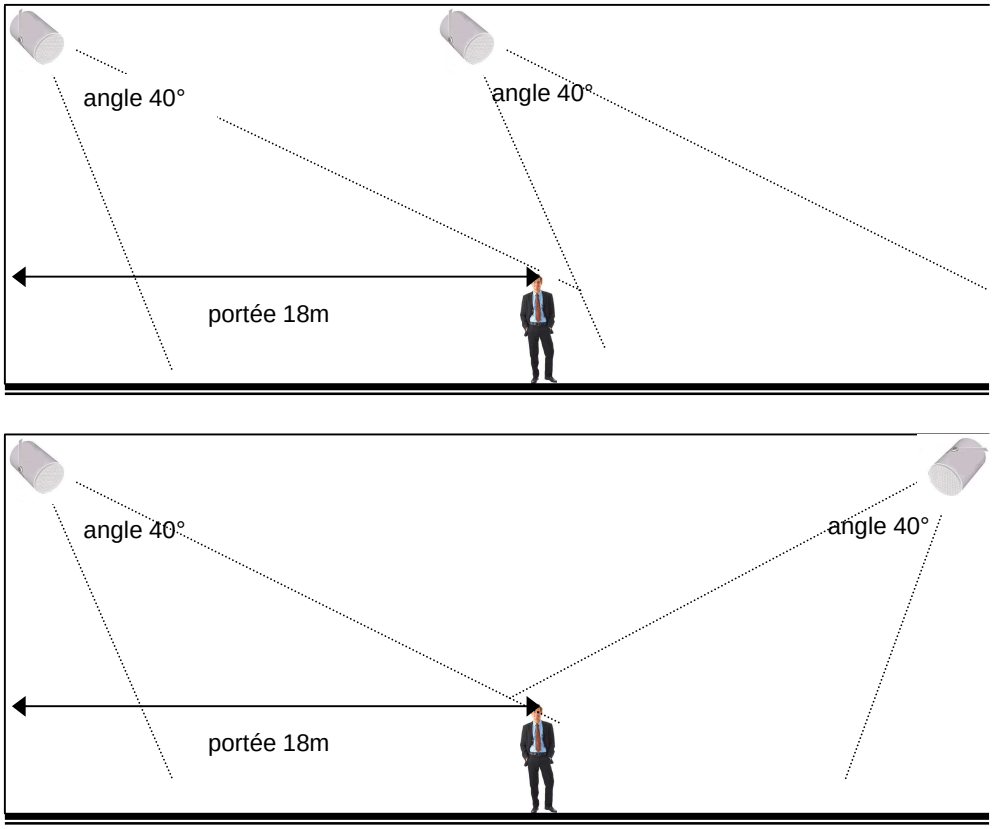


- Pour un auditoire assis :



♪ **Pour les projecteurs de son** : Les projecteurs de son ont une portée plus grande.

Exemple : pour le projecteur AUDAC - HS212 T : 200m
pour le projecteur AUDAC - HS121 : 30m
pour le projecteur AUDAC - SP22 : 18m



6. Comment définir la section du câble haut-parleur ?

Les tableaux ci dessous indiquent la longueur maximale de câbles en fonction de la puissance de la charge et de la section du câble permettant d'obtenir une perte en ligne inférieure à 5% de la puissance utile.

♪ Lorsque la charge est en bout de ligne :

Puissance de la charge	Section du câble haut parleur			
	1 mm²	**1,5 mm²**	**2,5 mm²**	**4 mm²**
30W	350m	600m	1100m	1700m
60W	175m	300m	550m	850m
120W	90m	150m	275m	425m
240W	45m	75m	140m	220m
360W	30m	50m	90m	150m
480W	20m	40m	70m	110m

Tableau n°4

♪ Lorsque la charge est répartie tout le long de la ligne :

Puissance totale de la charge	Section du câble haut parleur			
	1 mm²	1,5 mm²	2,5 mm²	4 mm²
30W	600m	1100m	1800m	3200m
60W	300m	550m	900m	1600m
120W	150m	275m	450m	800m
240W	80m	140m	250m	400m
360W	55m	90m	150m	250m
480W	40m	70m	120m	180m

Tableau n°5

7. Comment choisir l'amplificateur ?

L'amplificateur doit pouvoir fournir une puissance supérieure à la puissance théorique requise pour l'ensemble des haut-parleurs. Ainsi, après avoir déterminé la puissance nominale requise pour chaque haut-parleur, calculer la somme de ces puissances et ajouter une marge de sécurité de 25% :

P_{ampli} > somme ($P_{nom.HP}$)

8. Comment câbler les haut-parleurs ?

Les haut-parleurs doivent être raccordés en parallèle et en phase sur la ligne 100V.

Pour un fonctionnement en phase, il est important de conserver le même « sens » de branchement pour toutes les enceintes d'une même installation :

