

Bureau Prona SA

Fondation :	1991
Bureaux :	Bienne, Yverdon-les-Bains, Genève, Neuchâtel, Kloten, Bâle
Nature juridique :	Société anonyme
Collaborateurs :	40
Assurance qualité :	certification ISO 9001 (ISO 14'000 et 18'000 en cours de certification)
Domaine d'activité :	prestations d'ingénieurs-conseils dans les domaines de, l'environnement, la santé et sécurité au travail ainsi que l'acoustique et la physique du bâtiment
Interlocuteurs :	Xavier Falourd, Dr ès Sciences Technique EPFL, Acoustique Andreas Hufschmid, Ingénieur dipl. EPFL/SIA, chargé de sécurité CFST

Le bruit au poste de travail

Formation du mardi 4 mars 2014

Notions d'acoustique

Xavier Falourd

Responsable Bruit, Acoustique et Vibration
PRONA SA, Yverdon-les-Bains

Docteur EPFL Acoustique



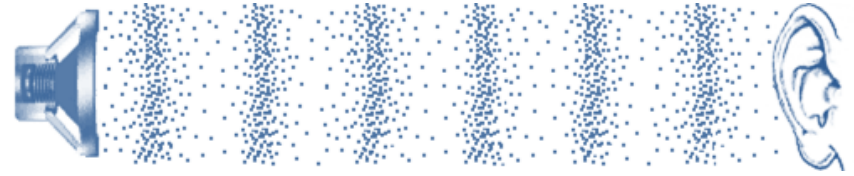
Association Vaudoise
de Santé et Sécurité au Travail



prona sa. environnement. sécurité

Rue du Valentin 18 / Case postale 1106
1401 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 82 24
Fax. 024 424 82 20
E-mail: yverdon@prona.ch

1. Acoustique et bruit

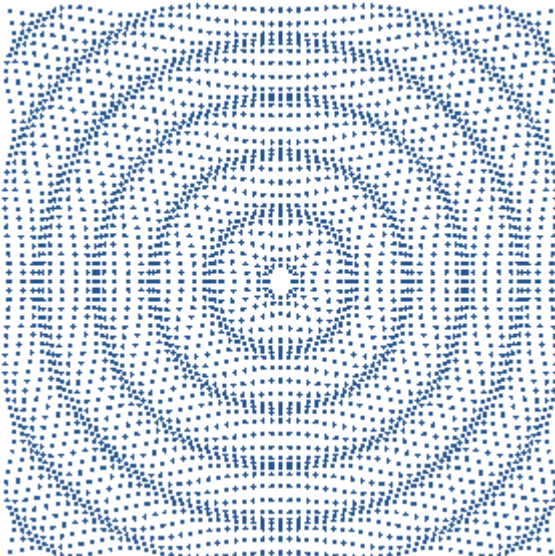


- Qu'est-ce que l'acoustique?
 - ▶ Science des ondes mécaniques élastiques, branche de la physique
 - Science décrivant la génération et la propagation d'ondes élastiques dans les gaz, les liquides et les solides.
 - Elle traite des phénomènes tant sonores que vibratoires.
- Qu'est-ce qu'un son?
 - Dans le domaine des fréquences audibles, les ondes acoustiques composent le son à l'origine d'une sensation auditive.
 - Hors du domaine audible: les infrasons et les ultrasons.
- Qu'est qu'un bruit?
 - Son perçu provoquant une sensation gênante ou désagréable
 - Notion subjective de nuisance

2. Qu'est ce qu'une onde sonore?

- Les ondes acoustiques dans l'air sont de petites fluctuations rapides de la pression autour de la pression statique; par exemple la pression atmosphérique P_0
- Pression totale P_{tot}
 - P_0 : pression atmosphérique (constante)
 - $p(t)$: pression acoustique (varie en fonction du temps)
- Unité de pression: le Pascal (Pa)

$$P_{tot} = P_0 + p(t)$$

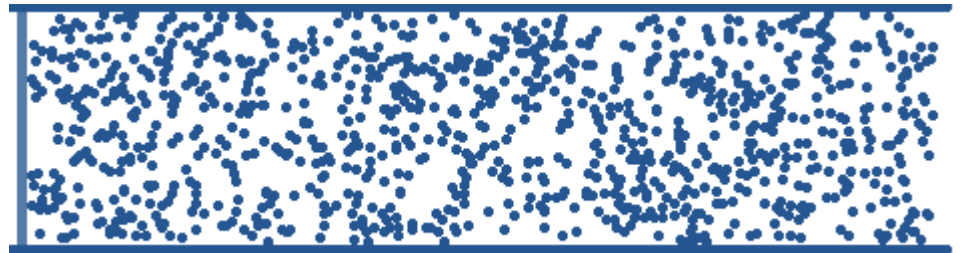


3. La propagation du son

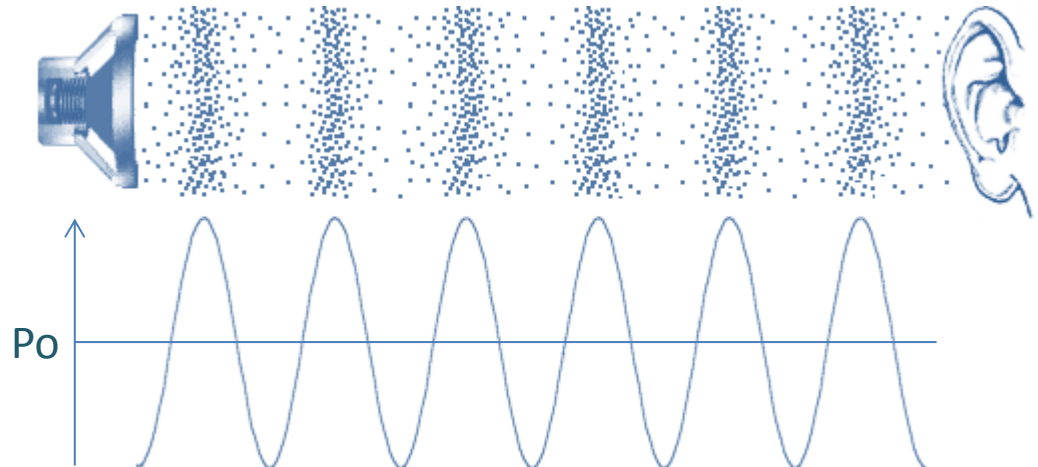
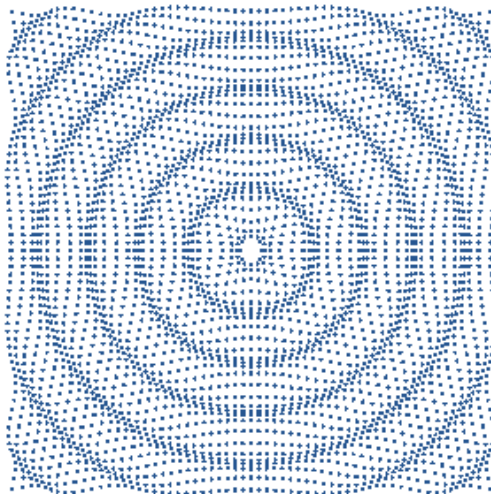
Le son est produit par une **ondulation du milieu de propagation**

- une modification locale de la pression
- un mouvement vibratoire du milieu (gaz, liquide, solide)
- un déplacement des particules de proche en proche

La perturbation acoustique se compose d'une compression et d'une dilatation du milieu. Après le passage de la perturbation, le milieu retrouve son état d'équilibre.



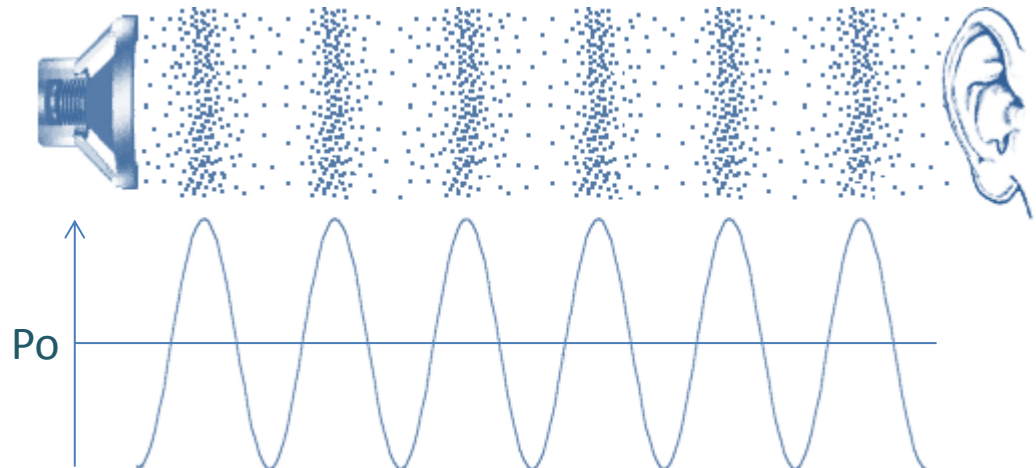
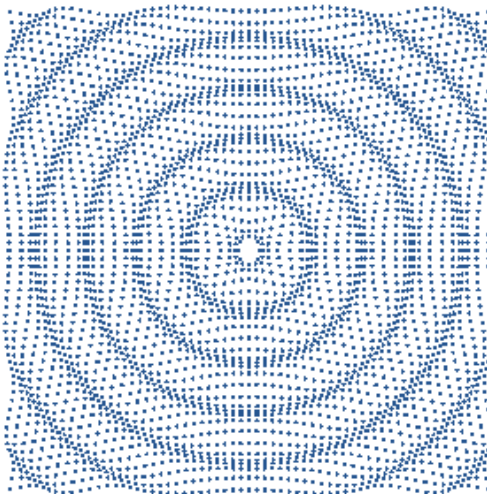
©2002, Dan Russell



5. Description de l'onde sonore

- Fréquence f : nombre d'oscillations par seconde du phénomène ondulatoire, exprimée en Hertz (Hz)
- Période T : durée d'une oscillation en seconde (s)
- Pulsation ω , ou vitesse angulaire, exprimée en rad.s^{-1}
- Célérité du son dépend du médium C (m/s)
- Longueur d'onde dépend de la célérité
- $f = \frac{1}{T}$, $\omega = 2\pi f$, $\lambda = \frac{c}{f}$

f	100 Hz	1000 Hz	10000 Hz
ω	628,31 rad/s	6283,1 rad/s	62831 rad/s
λ_{air}	340 cm	34 cm	3,4 cm
λ_{eau}	1480 cm	148 cm	14,8 cm

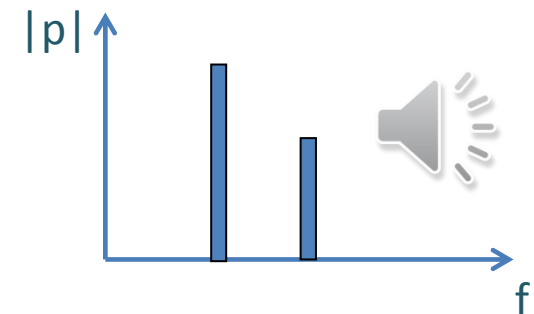
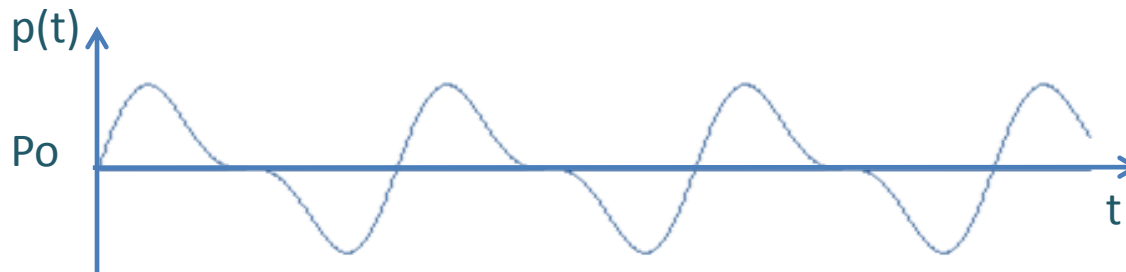


6. Description mathématique d'une onde

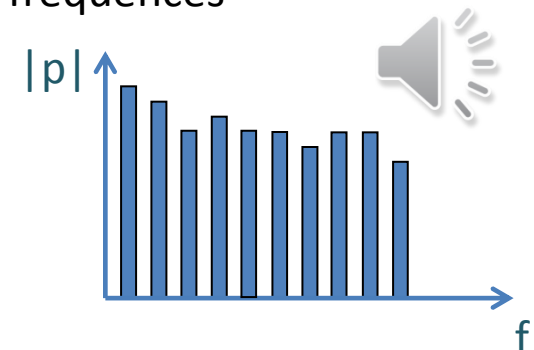
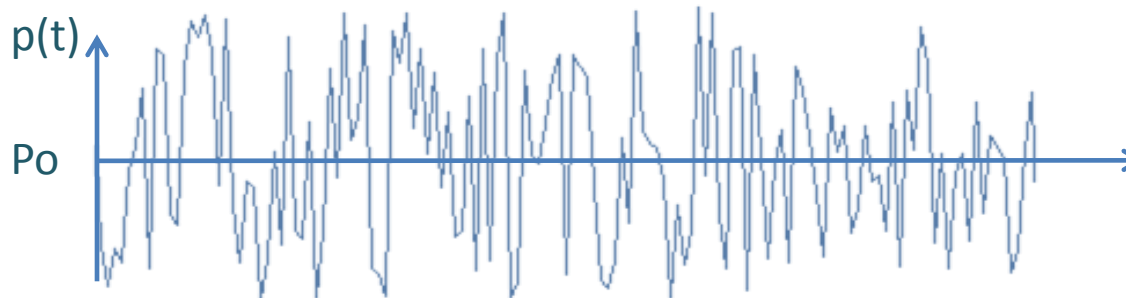
- L'analyse mathématique du son se base principalement sur transformée de Fourier qui définit le spectre fréquentiel contenu dans le son

$$p(t) = P_{\max} \cos(\omega t + \varphi)$$

- Son harmonique composé de deux fréquences



- Son aléatoire large bande composé d'une multitude de fréquences



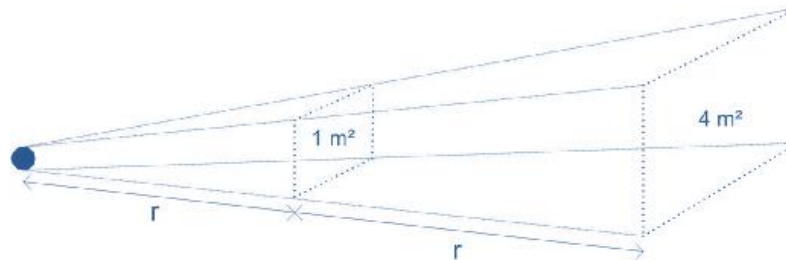
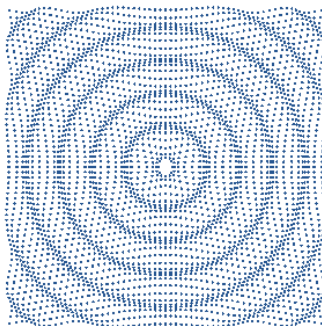
9. Puissance et intensité d'une source acoustique

Puissance acoustique W

- Quantité d'énergie émise par une source acoustique pendant un intervalle de temps. Unité : watt (W)
- La puissance est reliée à la vitesse vibratoire de la source et aux conditions de rayonnement acoustique (champ libre, conduit/cavité, etc....).
- Une source sonore omnidirectionnelle (monopôle) émet une puissance acoustique dans toutes les directions. Plus on s'éloigne de la source, plus la puissance par unité de surface (l'intensité) va diminuer.

Intensité acoustique I

- Energie acoustique qui traverse une unité de surface par unité de temps. Unité : watt par mètre carré ($W.m^{-2}$)
- Elle dépend de la distance à la source.



10. Puissance et intensité d'une source acoustique

- L'intensité est la puissance acoustique rayonnée par une source au travers d'une surface S

$$I = \frac{p^2}{\rho_0 c_0} = \frac{W}{S}$$

- Cas des ondes sphériques

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

- Exemples:
 - Source en champ libre (avion dans le ciel) → source sphérique
 - Source en champ libre sur le sol (véhicule) → source hémisphérique
 - Source encastrée dans une paroi (haut-parleur mural)

11. Niveaux sonores

- Niveau de pression acoustique

$$L_p \text{ (ou } L) = 10 \log_{10} \left(\frac{p_{eff}^2}{p_0^2} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{p_{eff}}{p_0} \right) \quad \text{avec } p_0 = 20 \mu\text{Pa} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

- Niveau d'intensité acoustique

$$L_I = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad \text{avec } I_0 = \frac{p_0^2}{\rho_0 \cdot c_0} = 10^{-12} \text{ W / m}^2$$

- Niveau de puissance acoustique

$$L_W = 10 \log_{10} \left(\frac{W}{W_0} \right) \quad \text{avec } W_0 = I_0 \times 1 \text{ m}^2 = 10^{-12} \text{ W}$$

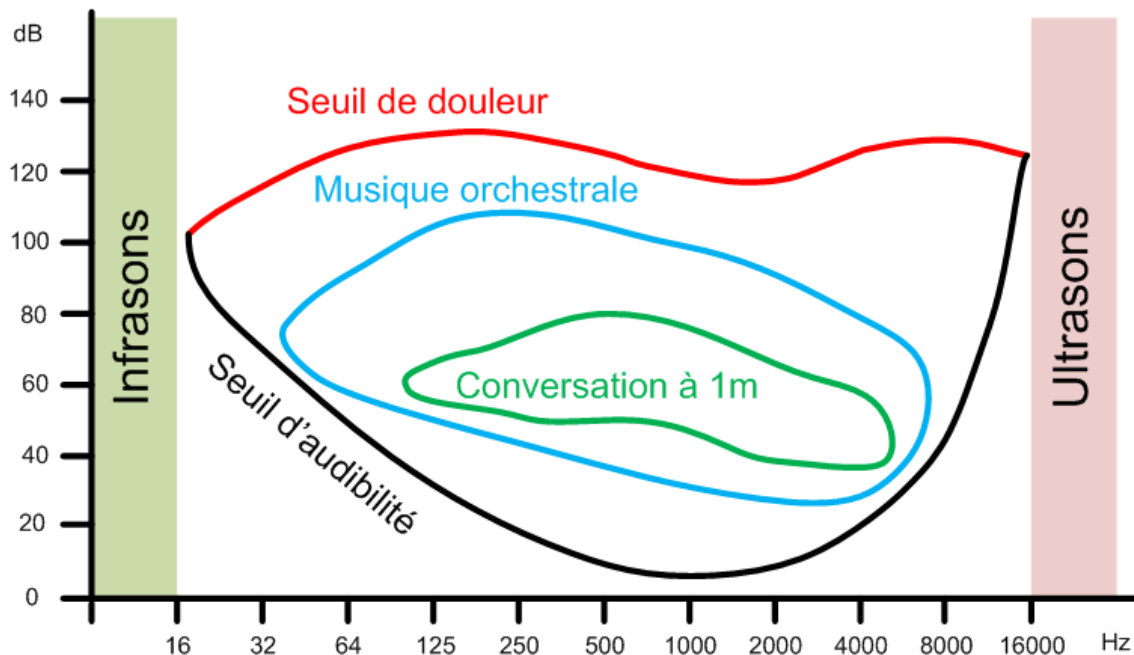
13. Quelques notions d'audition

- Limites de l'audition
 - seuil d'audibilité :
 $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ (ie 20 mPa) ➡ 0 dB
 - seuil de douleur :
 100 Pa (ie $100'000'000 \text{ mPa}$) ➡ 134 dB
- Perception
 - La plus petite variation détectable par l'oreille est de 1 dB
 - La sensation varie avec le logarithme de l'intensité de la source sonore
- Le niveau en décibels est donné au mieux avec une précision de $0,1 \text{ dB}$. Classiquement les appareils de mesure livrent une information à $\pm 0,2 \text{ dB}$.

dB(A)	Exemples	
170	Fusil d'assaut	
160	Pistolet	
150	Pistolet de scellement	
140	Banc d'essai de réacteurs	
130	Seuil de la douleur	
120	Foreuse pneumatique	
110	Tronçonneuse à chaîne	
100	Discothèque	
90	Fraiseuse	
80	Circulation routière	
70	Conversation	
60	Bureau	
50	Salle de séjour	
40	Salle de lecture	
30	Chambre	
20	Studio de radio	
10	Seuil de l'audition	
0		

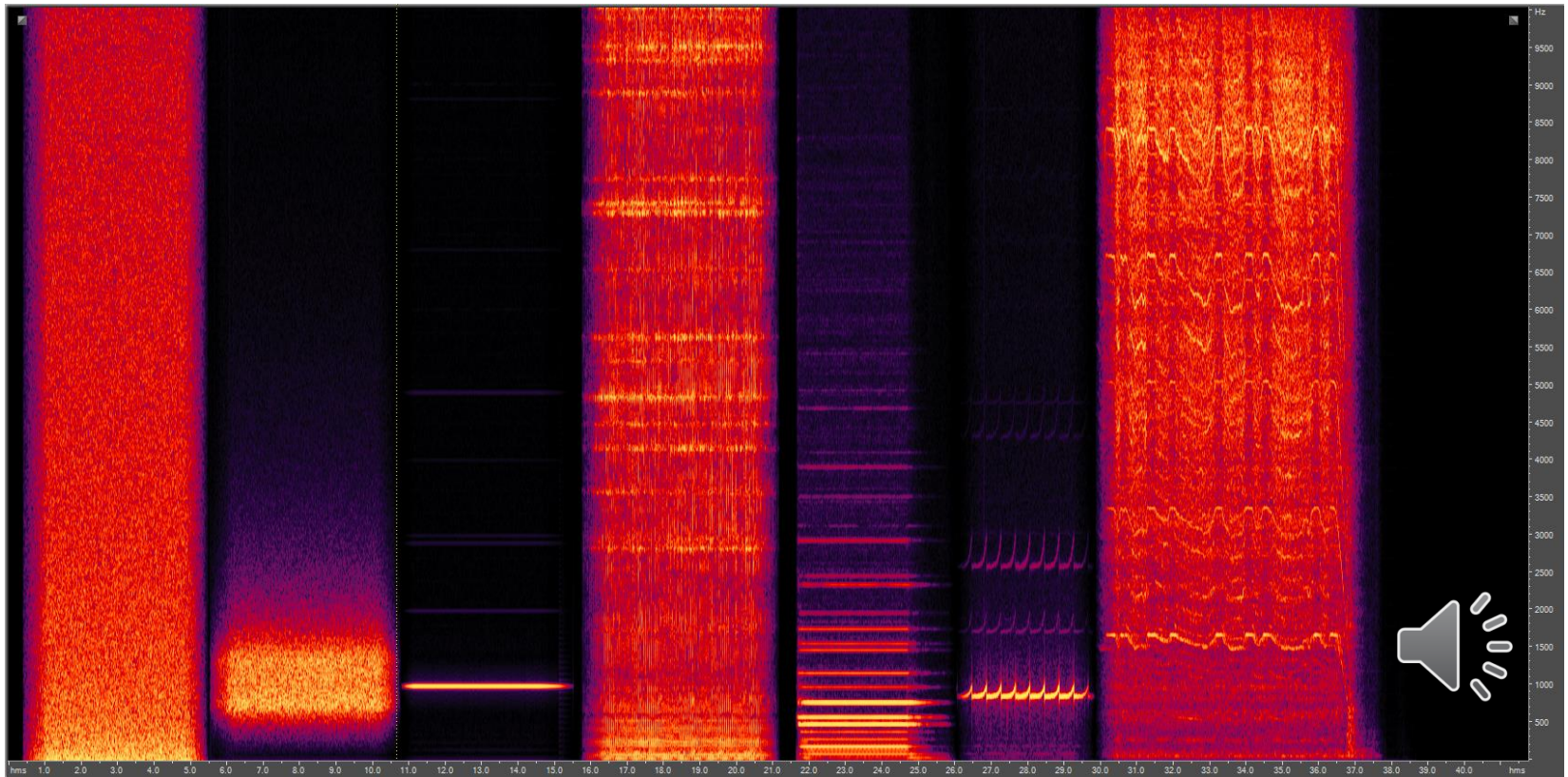
14. Le domaine audible

- L'oreille humaine est sensible aux fréquences comprises entre 20 Hz et 20000 Hz
- L'oreille humaine est moins sensible aux fréquences basses et élevées qu'aux fréquences moyennes
- 3 pondérations principales A, B et C selon les niveaux sonores
- En pratique, on utilise le plus souvent la pondération A



dB(A)	Exemples
170	Fusil d'assaut
160	Pistolet
150	Pistolet de scellement
140	Banc d'essai de réacteurs
130	Seuil de la douleur
120	Foreuse pneumatique
110	Tronçonneuse à chaîne
100	Discothèque
90	Fraiseuse
80	Circulation routière
70	Conversation
60	Bureau
50	Salle de séjour
40	Salle de lecture
30	Chambre
20	Studio de radio
10	Seuil de l'audition
0	

15. Exemples de bruits

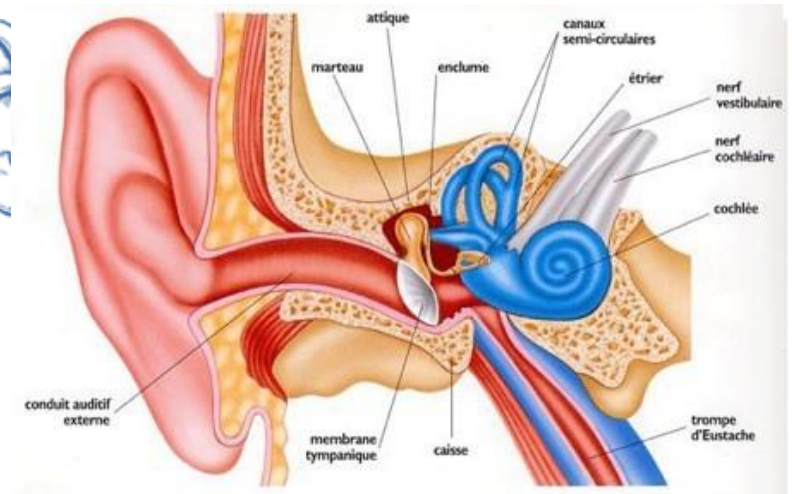
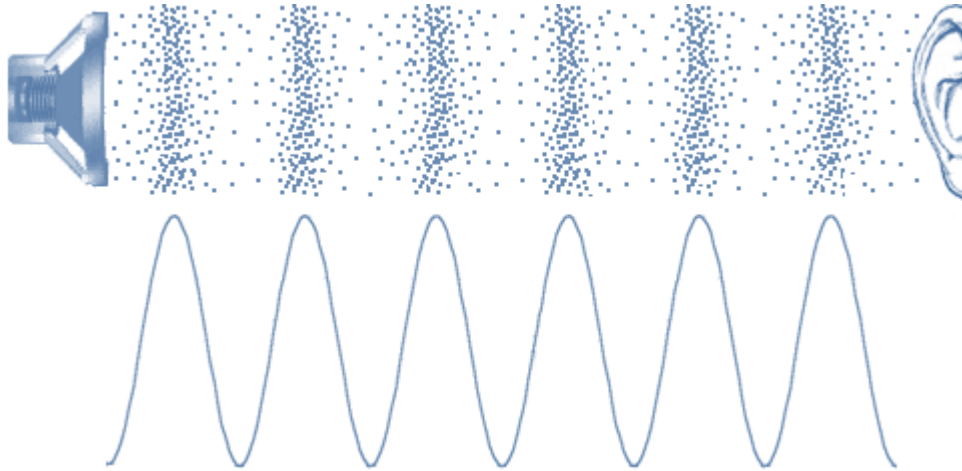


7 bruits aux niveaux sonores en dB(A) identiques!

Bruit rose, bruit en bande d'octave, son sinusoïdal, Marteau piqueur, orgue, signal d'alarme, fraise de dentiste

Source SUVA

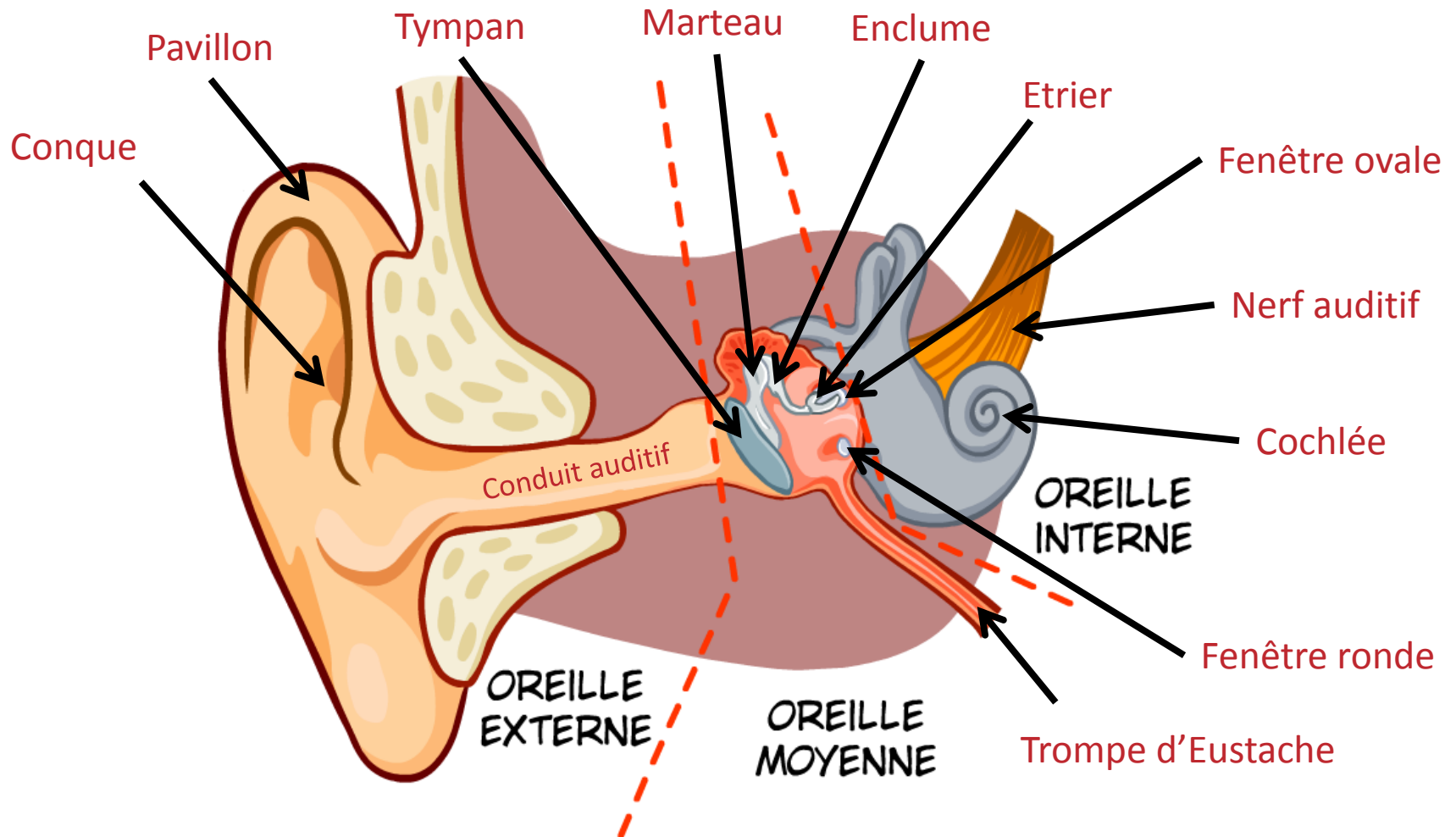
17. Le système auditif



Le système auditif est le système sensoriel pour le sens de l'ouïe et permettant l'audition. Il comprend à la fois les organes sensoriels (les oreilles) et les parties auditives du système sensoriel. (Source wikipedia)

- Oreille externe
- Oreille moyenne
- Oreille interne

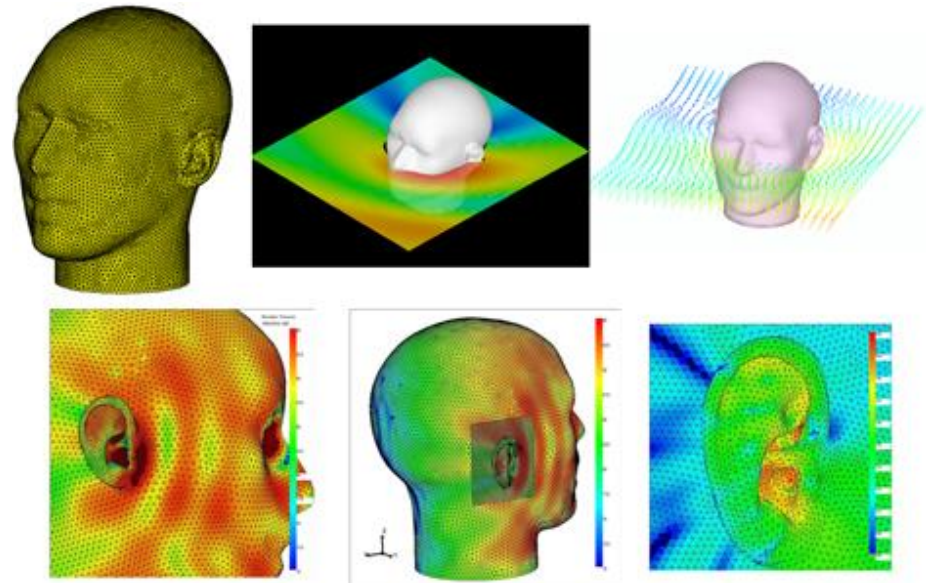
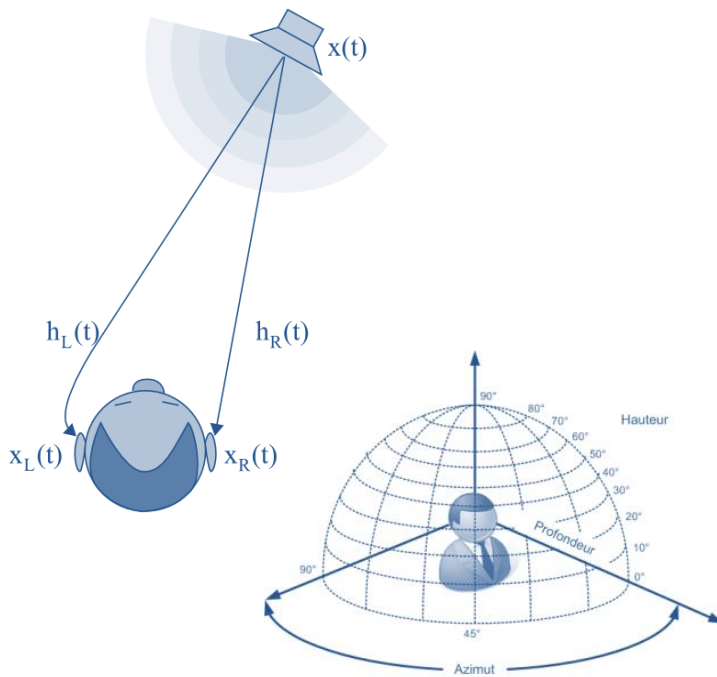
18. Le système auditif: principe de transduction



19. Le système auditif et la localisation des sons

Localisation du son par analyse entre les deux oreilles selon:

- le retard interaural de l'onde sonore
- la différence des niveaux sonores par bande de fréquence

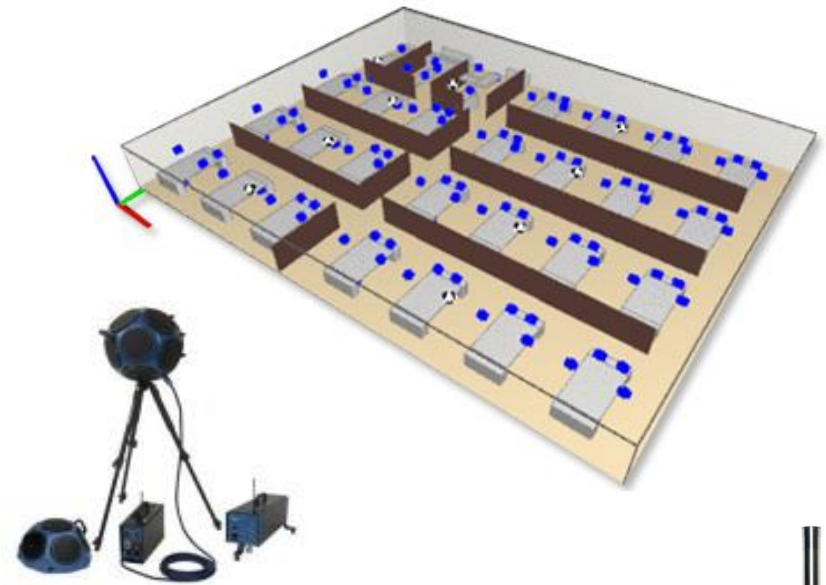
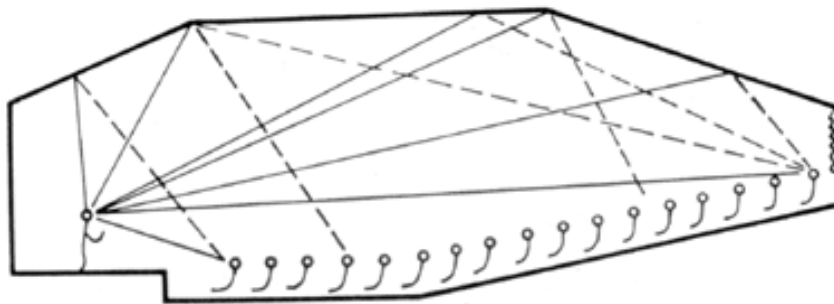


Source: Yamaha

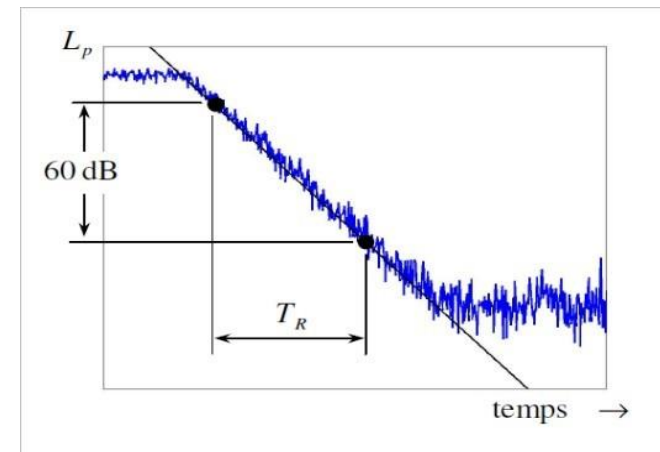
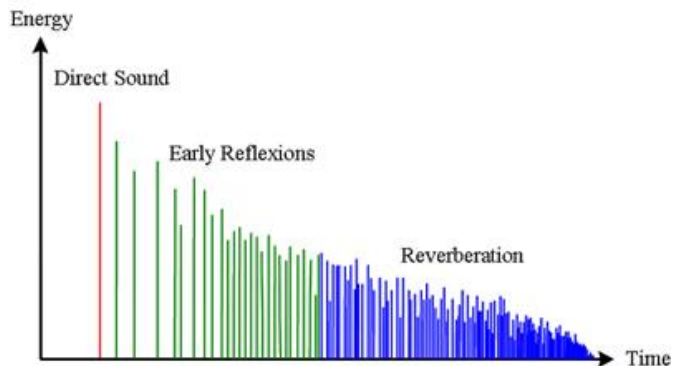
20. L'acoustique des salles

Le champ acoustique dans une salle peut être décrit complémentaiement par:

1. L'acoustique modale
2. L'acoustique géométrique
3. L'acoustique statistique

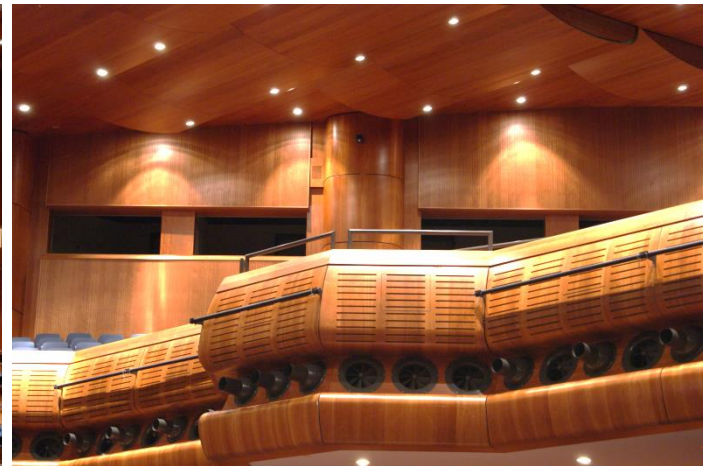
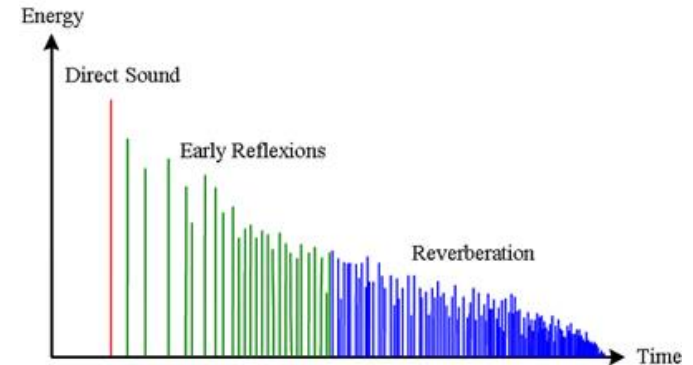


Temps de réverbération



15. Réponse acoustique d'une salle

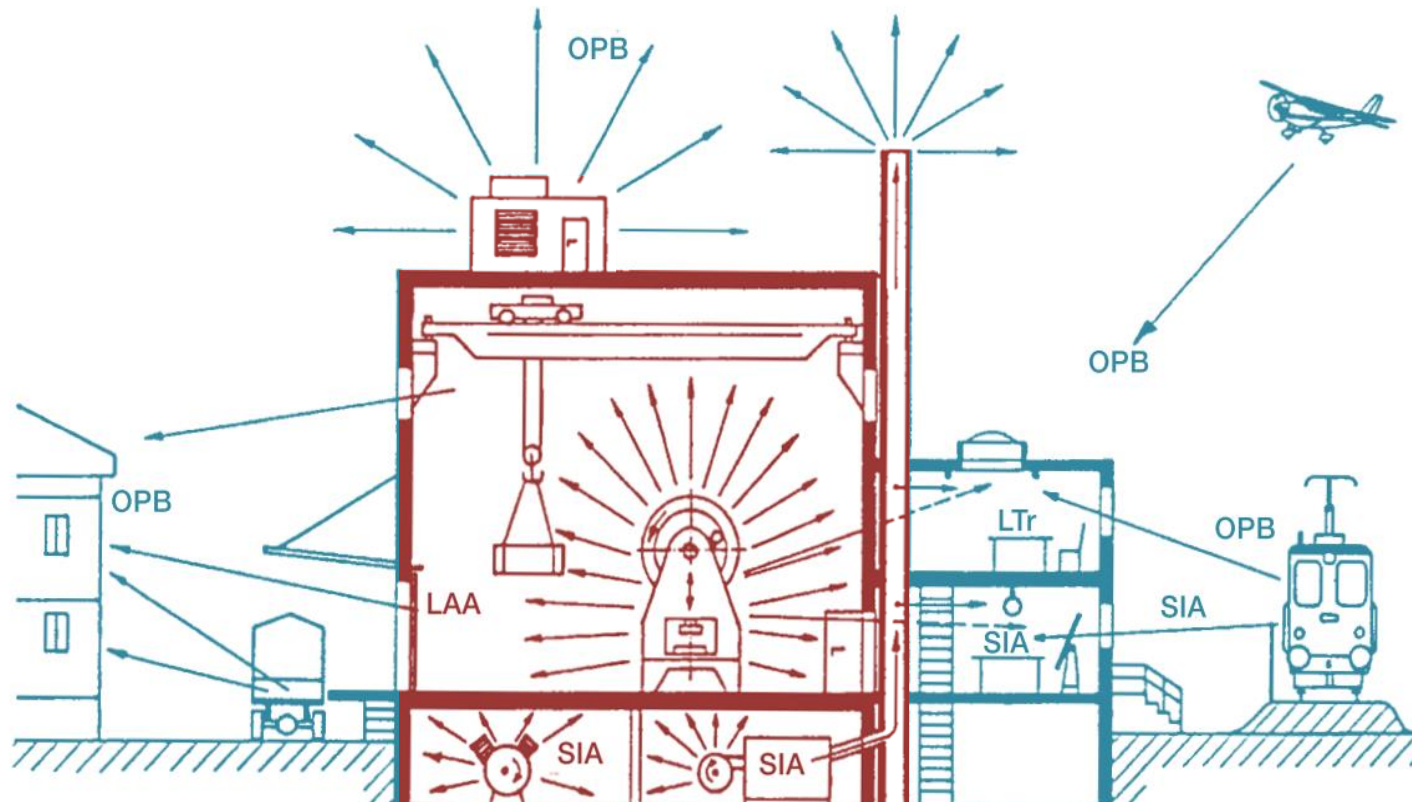
- Clarté et Intelligibilité de la parole
- Temps de réverbération et sonorisation
- Absorption du bruit des sources
- Maîtrise du bruit de fond (masquage)
- Maîtrise de l'acoustique: notion de confort et d'ambiance



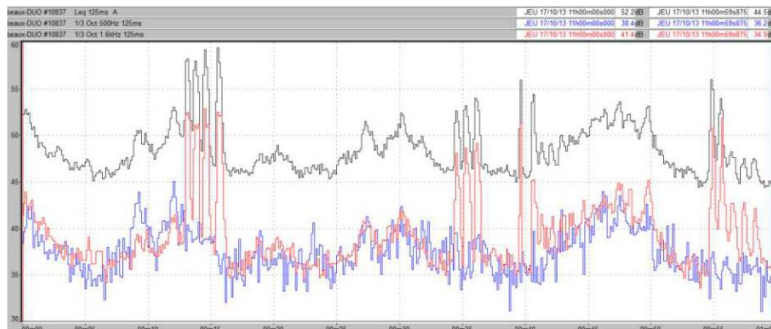
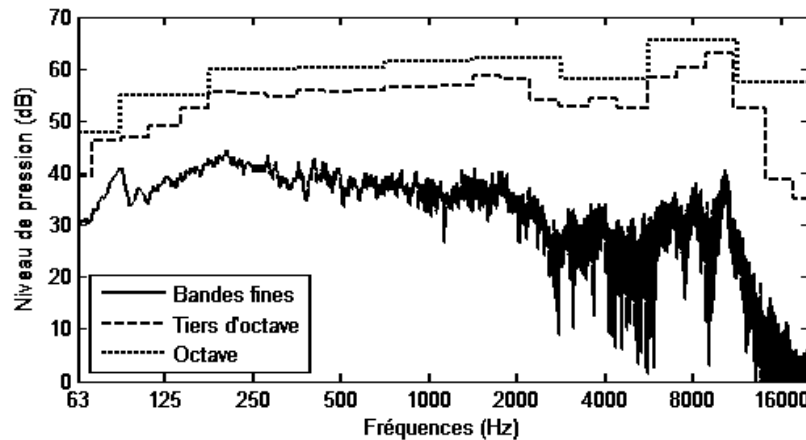
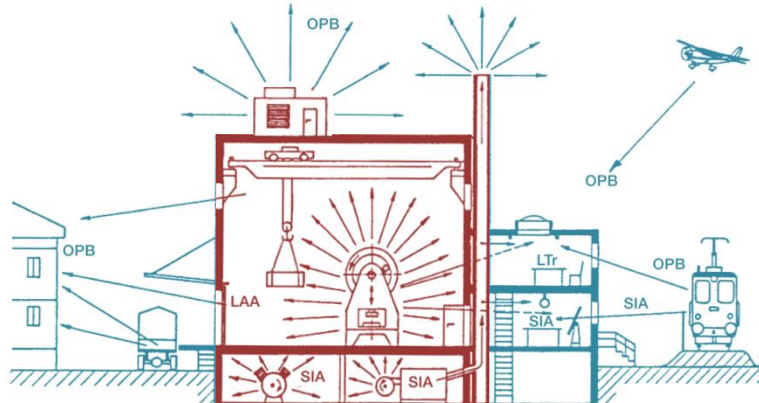
Auditorium Stravinsky - Montreux

16. Bases légales

- Directives européennes et prescriptions suisses
- OPB: Ordonnance sur la Protection contre le Bruit
- LAA: Loi sur l'assurance-accidents
- SIA: Norme SIA 181 sur la protection contre le bruit dans le bâtiment
- LTr: Loi sur le travail



17. Bases légales et métrologie acoustique

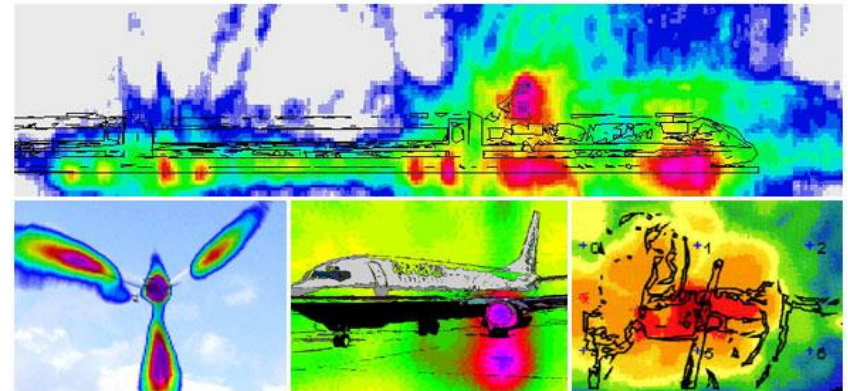


Mesure du niveau sonore Leq (dBA)

Série temporelle du Leq

Caractérisations:

- Fréquentielle, Temporelle, Spatiale
- F + T, F + S, T + S
- F + T + S
- F + T + S + Ordre (machines tournantes)





Nuisances sonores aux postes de travail

suvaPro
Le travail en sécurité

Protection de la santé au poste de travail
Physique

Suva
Rösslimattstrasse 39
Case postale 4358
6002 Lucerne

Téléphone 041 419 51 11
Fax 041 419 62 13
Compte postal 60-700-6
www.suva.ch

suva

Lorsque le niveau d'exposition au bruit L_{ex} calculé pour une journée de travail de 8 heures est supérieur à 85 dB(A), il faut procéder à une évaluation des risques auditifs et prendre les mesures de protection qui s'imposent.

Niveau d'exposition au bruit	Mesures
Niveau d'exposition au bruit par jour $L_{EX,24h} \geq 85$ dB(A)	M1
Niveau d'exposition au bruit par an $L_{EX,2000h} \geq 85$ dB(A)	M2, droit à un examen de l'ouïe
Niveau d'exposition au bruit par an $L_{EX,2000h} \geq 88$ dB(A)	M2, examen de l'ouïe obligatoire

Lorsque le niveau de pression acoustique de crête $L_{p_{peak}}$ est supérieur à 135 dB(C), il faut procéder à une évaluation des risques auditifs sur la base du niveau d'exposition acoustique L_E en dB(A) additionné sur une heure et prendre les mesures de protection qui s'imposent.

Niveau d'exposition acoustique	Mesures
$L_E < 120 \text{ dB(A)}$	M1
$L_E \geq 120 \text{ dB(A)}$ et $L_E < 125 \text{ dB(A)}$	M2, droit à un examen de l'ouïe
$L_E \geq 125 \text{ dB(A)}$	M2, examen de l'ouïe obligatoire

Les ultrasons ne causent pas de lésions lorsque le niveau maximal et le niveau d'exposition au bruit $L_{EX, 8h}$ sont respectivement inférieurs à 140 dB et 110 dB.

Selon l'état actuel des connaissances, les infrasons ne causent pas de lésions lorsque le niveau d'exposition au bruit $L_{EX,BI}$ et le niveau maximal sont respectivement inférieurs à 135 dB et 150 dB. Un niveau d'exposition au bruit L_{EX} supérieur à 120 dB peut apparaître désagréable.

Les différentes mesures de protection applicables en fonction de l'exposition sonore mesurée au poste de travail sont énumérées ci-après.

- Recensement des moyens de lutte antibruit selon la liste de contrôle 67009.
- Informer le personnel sur le danger du bruit pour son ouïe et sur les conséquences de lésions auditives.
- Instruire le personnel sur les mesures de sécurité requises et leur mise en œuvre.
- Distribuer gratuitement des protecteurs d'ouïe appropriés.
- Recommander le port de protecteurs d'ouïe en cas de travaux bruyants.
- Pas d'occupation des femmes enceintes (ordonnance sur la protection de la maternité).

- Prendre des mesures contre le bruit.
- Signaler les postes de travail, les appareils et les zones concernés en y apposant des panneaux «protecteur d'ouïe obligatoire».
- Imposer le port de protecteurs d'ouïe en cas de travaux bruyants.

86048.f - 10/2012

suvaPro
Le travail est sécurisé.



Informations pour propriétaires, architectes et ingénieurs

suvaPro
Le travail est sérieux



suvapro
Le Travail en altitude



Quelle est la charge sexuelle dans votre entreprise?

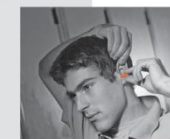
Le bruit est un son indésirable, gênant ou nuisible pour la santé.

Les principaux dangers sont :

- l'altération de la vision ; la réduction des aptitudes de concentration ;
- des dommages auditifs irréversibles (perte d'audition) ;

Cette liste de symptômes vous permet de mieux maîtriser vos

September 2006



Utilization of entrapment

Les professeurs d'école à disposition dans l'entreprise?

Les professeurs d'école permettent de prévenir les risques de mauvaise attitude dans un travail. Une instruction efficace du personnel est importante nécessaire afin de garantir la protection souhaitée.

Les principaux risques sont les suivants:

- Manque d'attention résultant de l'absence de professeurs d'école
- Utilisation incorrecte
- Manque d'effort de 40 ou maximum attention des professeurs

Volume 1, no. 1 (2001)



Daar gelyke krediettoespele word aanvaar, kan die kollektiewe uitkomst van die spel bepaal word deur die kollektiewe uitkomst van die vorige spel. Die kollektiewe uitkomst van die vorige spel kan die kollektiewe uitkomst van die huidige spel beïnvloed.

[illegible]

Reference 10112

suva pro

19. Bases légales

Sécurité au travail
Physique

Suva
Fluhmattstr. 1
Postfach 4358
6002 Luzern

Téléfon 041 419 51 11
Telefax 041 419 62 13
Postkonto 60-700-6
www.suva.ch

suva

Liste des tableaux généraux des niveaux sonores

Industrie du bâtiment

Fabriques de ciment, de chaux et de plâtre
Entreprise de sables et graviers, fabriques d'enrobés
Industrie de la pierre et du ciment
Tuileries
Industrie du bâtiment
Second oeuvre et assainissement de bâtiments
Céramique fine
Horticulture, entreprise de jardinage
Assainissement des tunnels ferroviaires
Industrie du verre

Form. No

[86201](#)
[86202](#)
[86204](#)
[86206](#)
[86208](#)
[86212](#)
[86214](#)
[86215](#)
[86216](#)
[86218](#)

Industrie métallurgique

Fonderies avec moulage en sable
Fonderies sous pression
Ateliers de forgeage à frappe libre et par estampage
Façonnage des aciers de béton armé
Fabrication de tubes en acier et de coudes
Construction en acier et métallique d'appareils industriels, serrurerie
Entreprises de ferblanterie industrielle
Ateliers de construction mécanique
Construction de machines et d'installations
Industrie d'articles en métal
Fabriques de robinetterie
Ateliers de décolletage
Entretien et réparation de véhicules
Tréfileries et câbleries
Fabrication de montres
Traitement de surface et traitement thermique de métaux

[86221](#)
[86224](#)
[86228](#)
[86232](#)
[86234](#)
[86238](#)
[86239](#)
[86242](#)
[86245](#)
[86250](#)
[86255](#)
[86259](#)
[86265](#)
[86270](#)
[86276](#)
[86281](#)

Industrie du bois et exploitation forestière

Exploitation forestière
Industrie du bois

[86291](#)
[86294](#)

Usines de traitement du papier et du carton, imprimeries

Fabriques de papier
Usines de traitement du papier et du carton
Imprimeries

[86300](#)
[86301](#)
[86303](#)

Form. No

Fabrication d'articles en cuir, matières plastiques et caoutchouc

Industrie du cuir, entreprises de décorations d'intérieur
Fabrication d'articles en cuir, selleries et tapisseries
Tanneries, entreprises de pelletterie
Industrie de la matière plastique
Usines de caoutchouc, rechapage de pneumatiques

[86310](#)
[86311](#)
[86314](#)
[86315](#)
[86325](#)

Industrie chimique

Industrie chimique
Fabriques de vernis et couleurs
Fabriques de savons et lessives

[86330](#)
[86331](#)
[86335](#)

Industrie du textile et de l'habillement

Industrie textile
Industrie de la chaussure

[86340](#)
[86352](#)

Industrie de produits alimentaires et stimulants

Produits alimentaires
Abattoirs et boucheries
Laiteries
Minoteries
Industrie des boissons
Industrie du tabac

[86370](#)
[86373](#)
[86375](#)
[86378](#)
[86380](#)
[86385](#)

Service des transports et énergie, administrations publiques

Chemins de fer concessionnaires
Service des manoeuvres
Entreprises de tramways, de trolleybus et d'autobus
Funiculaires, téléphériques, télésiège et téléskis
Entreprises de transports routiers
Entreprises de navigation
Régie des administrations publiques
Entreprises d'aviation
Centrales électriques et entreprises pour la distribution d'énergie électrique
Entreprises de recyclage

[86391](#)
[86392](#)
[86396](#)
[86397](#)
[86398](#)
[86400](#)
[86402](#)
[86406](#)
[86410](#)
[86415](#)

Divers

Exploitation agricoles
BLA, Base logistique de l'armée, places d'armes
Foyer, hôpitaux, institutions sociales pour personnes handicapées
Services auxiliaires
Police, Douane, Services de surveillance
Musique

[86421](#)
[86423](#)
[86480](#)
[86491](#)
[86495](#)
[86496](#)

20. Bases légales



Exposition au bruit et protection de la maternité

Sylvie Praplan
Hygiéniste du travail
Inspection fédérale du travail
Bd de Grancy 37, CH-1006 Lausanne
Tél. 021 612 66 80 Fax 021 612 66 99
e-mail : sylvie.praplan@seco.admin.ch
<http://www.conditionsdetravail.ch/>

9 Bibliographie

■ Bibliographie générale

Akustik und das moderne Büro
Ecophon AB 1998

Klangalltag - Alltagsklang
Alexander M. Lorenz 2000

Bruit dangereux pour l'ouïe aux postes de travail, publication Suva, réf. 44057.f

La protection individuelle de l'ouïe, publication Suva, réf. 66096.f

Lutte contre le bruit dans l'industrie. Un aperçu pour les professionnels, publication Suva, réf. 66076.f

Des enceintes pour lutter contre le bruit, publication Suva, réf. 66026.f

Valeurs acoustiques limites et indicatives, publication Suva, réf. 86048.f

Acoustique des locaux industriels. Informations pour projeteurs, architectes et ingénieurs, publication Suva, réf. 66008.f

■ Législation, directives et normes

LPE
Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983, état au 23 août 2005

OPB
Ordonnance sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986, état au 5 octobre 2004

LAA
Loi fédérale sur l'assurance-accidents du 20 mars 1981, état au 6 décembre 2005

OPA
Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles du 19 décembre 1984, état au 24 décembre 2004

LTr
Loi fédérale sur le travail dans l'industrie, l'artisanat et le commerce (Loi sur le travail) du 13 mars 1964, état au 13 août 2002

OLT 3
Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail du 18 août 1993 (hygiène), état au 1^{er} février 2000

OLT 4
Ordonnance 4 relative à la Loi sur le travail du 18 août 1993 (construction et aménagement des entreprises soumises à la procédure d'approbation des plans), état au 4 juin 2002

«Recommandation relative à l'acoustique des salles de classe et autres locaux destinés à la parole» de la Société suisse d'acoustique (SSA), état au 11 mars 2004

2006/42/CE
Directive européenne «Machines»

DIN 45631, Ausgabe: 1991-03
Berechnung des Lautstärkepegels und der Lautheit aus dem Geräuschspektrum; Verfahren nach E. Zwicker

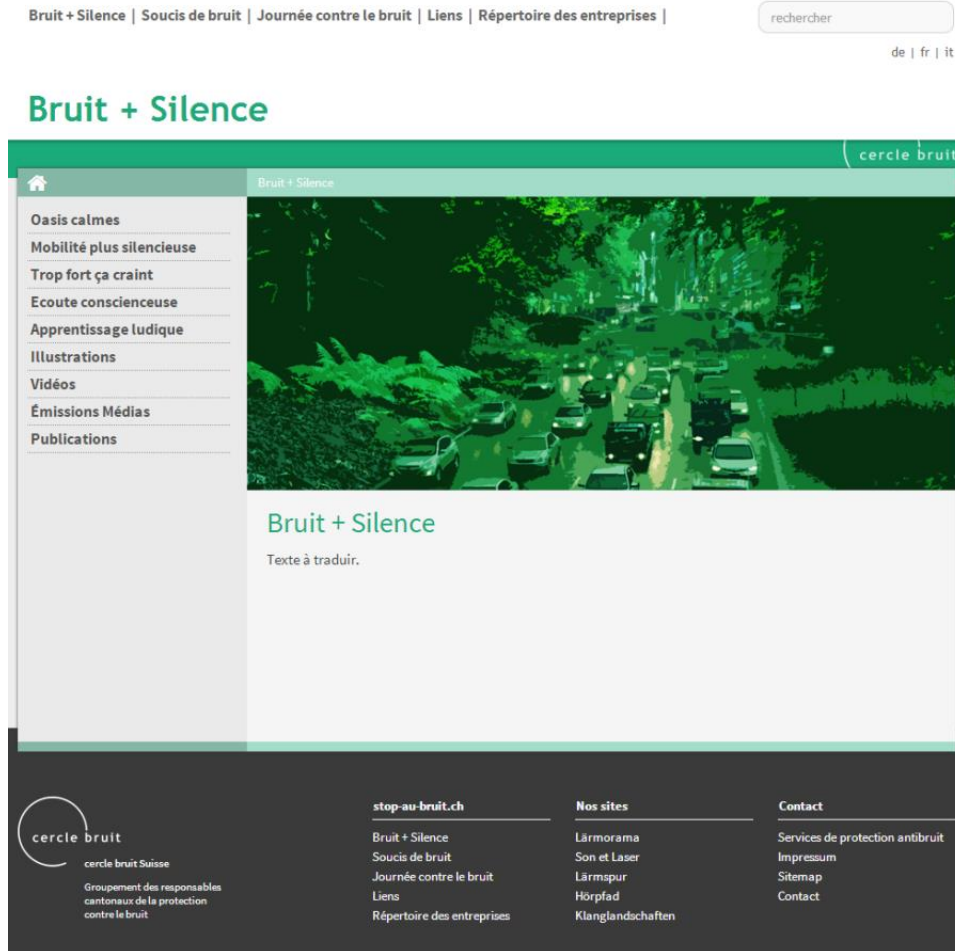
EN ISO 7779, novembre 2001-07
Acoustique – Mesurage du bruit aérien émis par les équipements liés aux technologies de l'information et aux télécommunications

DIN 45645-1, Ausgabe: 1996-07
Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 1: Geräuschmissionen in der Nachbarschaft

DIN 45645-2, Ausgabe: 1997-07
Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 2: Geräuschmissionen am Arbeitsplatz

DIN 45680, Ausgabe: 1997-03
Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft

21. Sites d'information



<http://www.laerm.ch>
<http://www.cerclebruit.ch>
<http://www.sga-ssa.ch>
<http://www.suva.ch/>

Sites de la Confédération

L'ouïe en danger - Suva - SuvaPro

<http://www.youtube.com/watch?v=3WGPq2O5BAY>

Bruit à la place de travail



Bases légales et mesures de protection

OLT 3

En matière de bruit à la place de travail est applicable:

Art. 22



Commentaire de l'ordonnance 3 relative à la loi sur le travail

Chapitre 2 : Exigences particulières en matière d'hygiène
Section 2 : Eclairage, climat des locaux, bruits et vibrations
Art. 22 Bruit et vibrations

Le bruit et les vibrations doivent être évités ou combattus. Pour la protection des travailleurs, il importe en particulier

- de prendre des mesures en matière de **construction des bâtiments**
- de prendre des mesures concernant les **installations d'exploitation**
- de procéder à l'isolation acoustique ou à **l'isolement des sources de bruit**
- de prendre des mesures concernant **l'organisation du travail**

Valeurs indicatives selon OLT 3

Activité	Niveau d'exposition au bruit L_{EX} en dB(A)	
	Exigences normales	Exigences accrues
Groupe 1 Activités industrielles et artisanales	< 85	≤ 75
Groupe 2 Travaux de bureau et activités comparables de production ou tâches de surveillance	≤ 65	≤ 55
Groupe 3 Activités essentiellement intellectuelles, exigeant une grande concentration	≤ 50	≤ 40
Exigences normales:	valeurs indicatives à respecter de manière générale dans la plupart des cas.	
Exigences accrues:	valeurs indicatives pour les objectifs. En même temps, ce sont les valeurs à atteindre pour les activités présentant des exigences supérieures en matière de rendement et de qualité du travail ou nécessitant une attention particulièrement soutenue, etc.	
Tableau 9: valeurs indicatives en fonction de l'activité selon le Commentaire de l'ordonnance 3 relative à la loi sur le travail.		

Valeurs limites et indicatives

Lorsque le niveau d'exposition au bruit L_{EX} calculé pour une journée de travail de 8 heures est supérieur à 85 dB(A), il faut procéder à une évaluation des risques auditifs et prendre les mesures de protection qui s'imposent.

Niveau d'exposition au bruit	Mesures
Niveau d'exposition au bruit par jour $L_{EX,8h} \geq 85$ dB(A)	M1
Niveau d'exposition au bruit par an $L_{EX,2000h} \geq 85$ dB(A)	M2, droit à un examen de l'ouïe
Niveau d'exposition au bruit par an $L_{EX,2000h} \geq 88$ dB(A)	M2, examen de l'ouïe obligatoire

Bruit impulsif

Lorsque le niveau de pression acoustique de crête L_{Peak} est supérieur à 135 dB(C), il faut procéder à une évaluation des risques auditifs sur la base du niveau d'exposition acoustique L_E en dB(A) additionné sur une heure et prendre les mesures de protection qui s'imposent.

Niveau d'exposition acoustique	Mesures
$L_E < 120$ dB(A)	M1
$L_E \geq 120$ dB(A) et $L_E < 125$ dB(A)	M2, droit à un examen de l'ouïe
$L_E \geq 125$ dB(A)	M2, examen de l'ouïe obligatoire

Mesures M1

- Recensement des moyens de lutte antibruit selon la liste de contrôle 67009.
- Informer le personnel sur le danger du bruit pour son ouïe et sur les conséquences de lésions auditives.
- Instruire le personnel sur les mesures de sécurité requises et leur mise en œuvre.
- Distribuer gratuitement des protecteurs d'ouïe appropriés.
- Recommander le port de protecteurs d'ouïe en cas de travaux bruyants.
- Pas d'occupation des femmes enceintes (ordonnance sur la protection de la maternité).

Mesures M2

En plus des mesures M1:

- Prendre des mesures contre le bruit.
- Signaler les postes de travail, les appareils et les zones concernés en y apposant des panneaux «protecteur d'ouïe obligatoire».
- Imposer le port de protecteurs d'ouïe en cas de travaux bruyants.

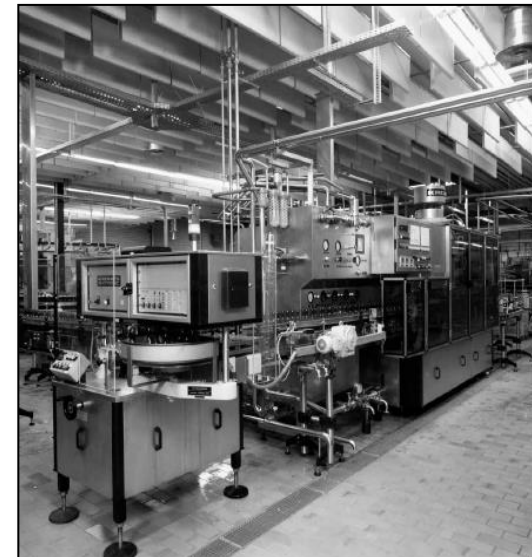
Confort sonore

- Intégration du confort sonore dès la planification des bâtiments et locaux
- Eviter les niveaux de bruit de fond trop bas (confidentialité, audibilité, etc.)
- Eliminer des sources désagréables (p.ex. trop aigues) même si les valeurs limites sont respectées



Planification des bâtiments et locaux d'exploitation

- Choix d'un architecte ou planificateur expérimenté en locaux d'exploitation (p.ex. par le biais d'un concours)
- Intégration des aspects de la production dans la planification du bâtiment et des locaux



Acoustique des locaux industriels

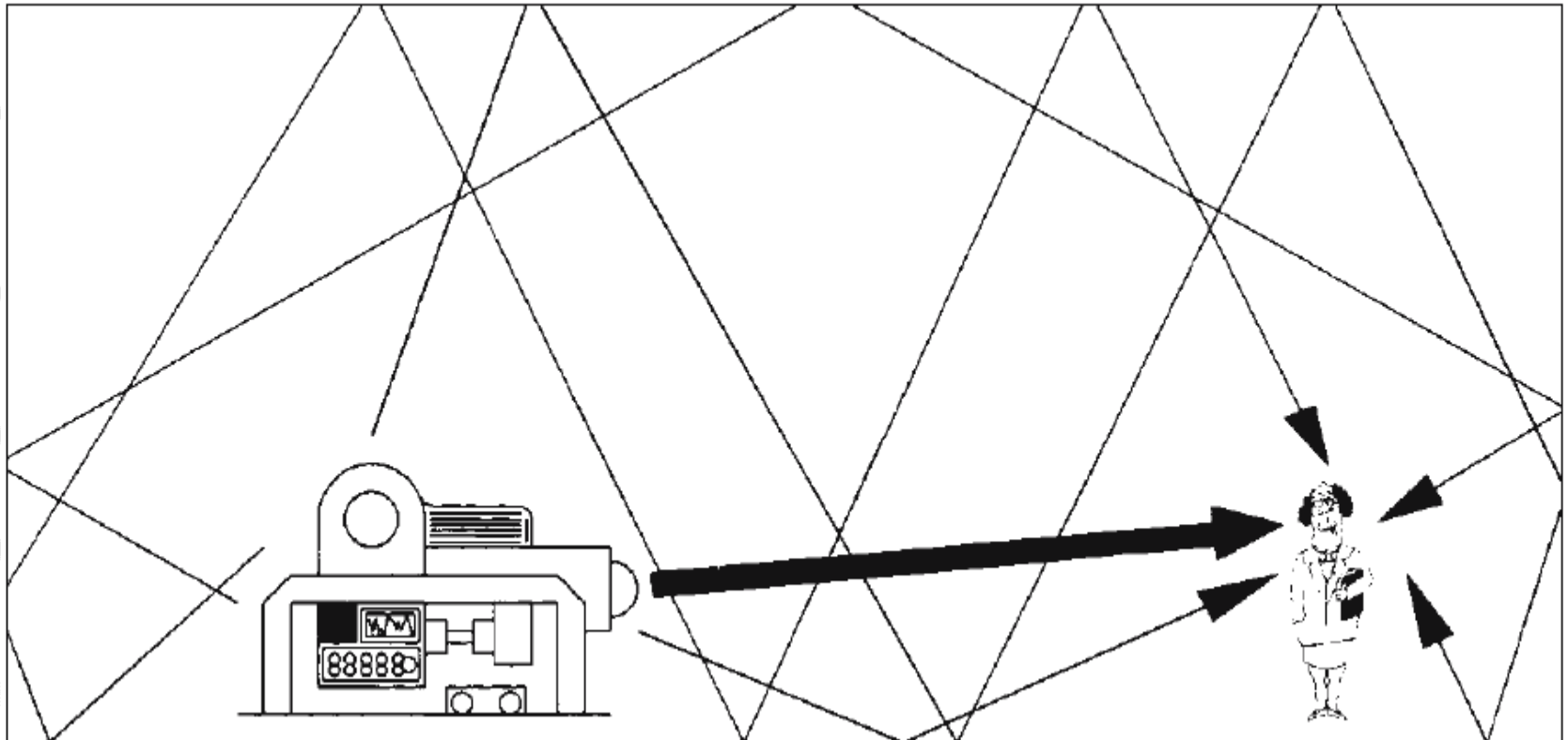
Informations pour projecteurs, architectes et ingénieurs

suvaPro
Le travail en sécurité

Planification des bâtiments et locaux d'exploitation

- Désolidariser les locaux d'exploitation bruyants des locaux administratifs et prévoir des chapes flottantes
- Mettre en place les mesures de correction acoustique
- Eviter la transmission des bruits solidiens par le corps des bâtiments
- Regroupement des activités bruyantes
- Placement optimale des sources de bruit d'un point de vue acoustique
- Disposition intelligente des postes de travail

Son direct et son réfléchi



Principes de l'isolation acoustique

- Nécessite une identification des caractéristiques de la source (amplitude, fréquences, etc.)
- Type et épaisseur d'isolation dépend des fréquences
- En général, une isolation au plus près de la source est meilleure.

Exemple

Bruit de fond

- Le bruit de fond (bruits étrangers) est constitué de tous les bruits provenant des installations techniques (p. ex. ventilations, compresseurs, chauffage, production, etc.), de l'activité à l'intérieur de l'entreprise et les bruits provenant de l'extérieur (ateliers dans le voisinage, trafic)
- Le bruit de fond a également son utilité (confidentialité, ambiance de travail, etc.)

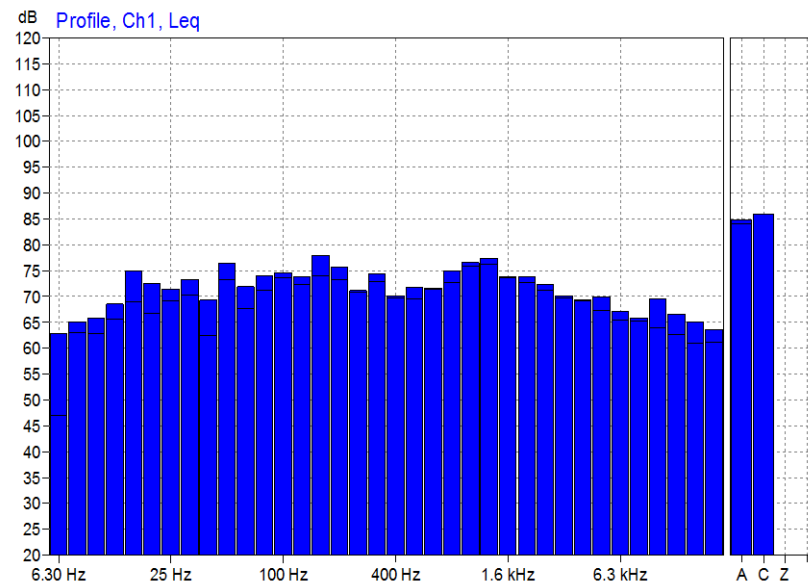
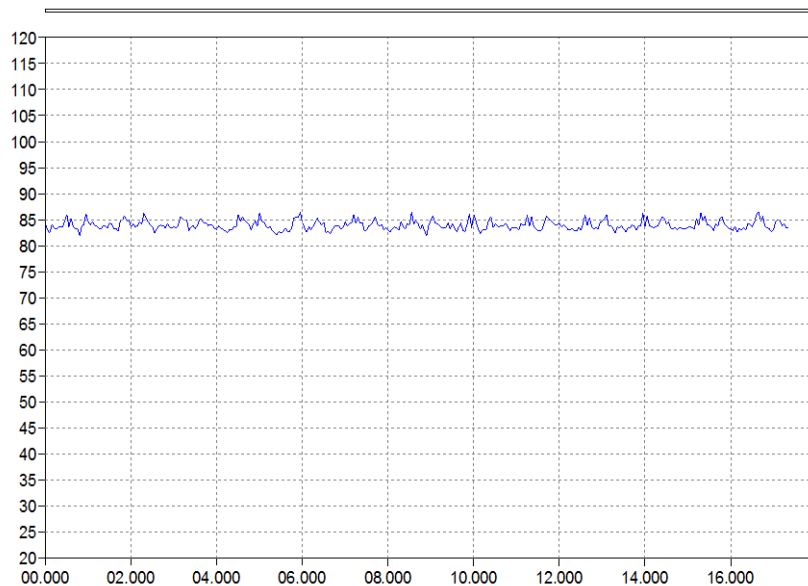
Mesurage du bruit

- Vérification des niveaux sonores aux postes de travail
- Caractérisation de la source (notamment fréquences) → définition des mesures de protection
- Contrôle après mise en place des mesures



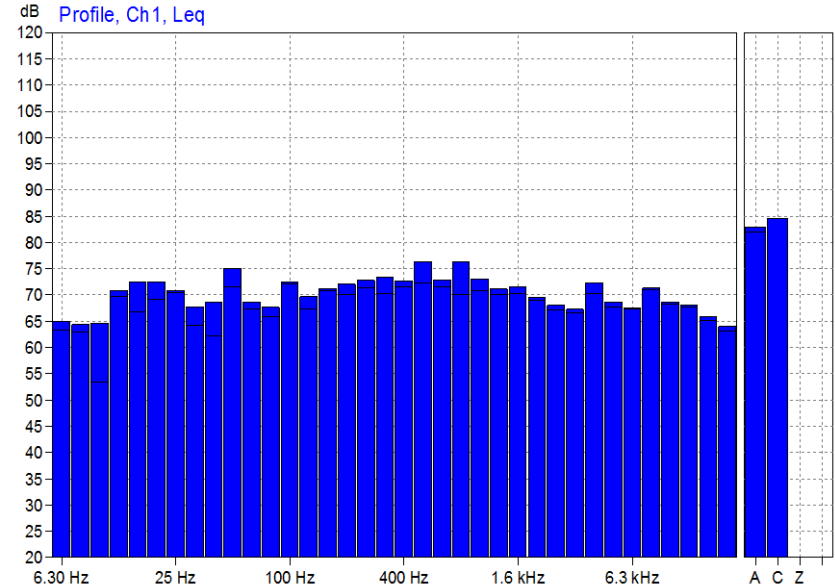
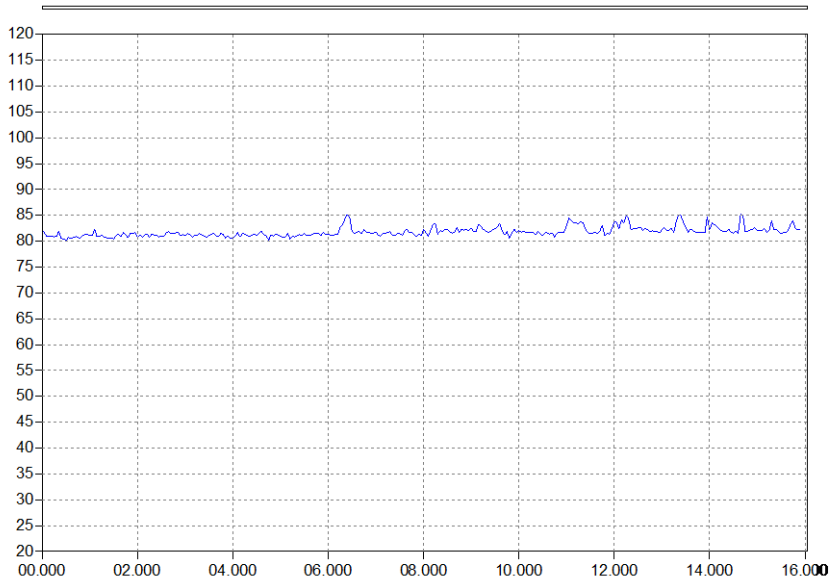
000253/1

Ligne de remplissage (Leq = 85 dBA)



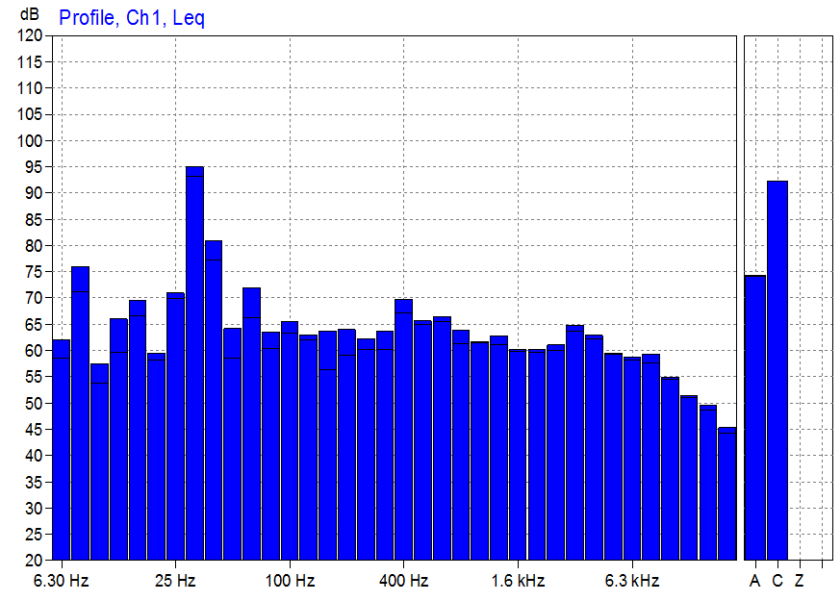
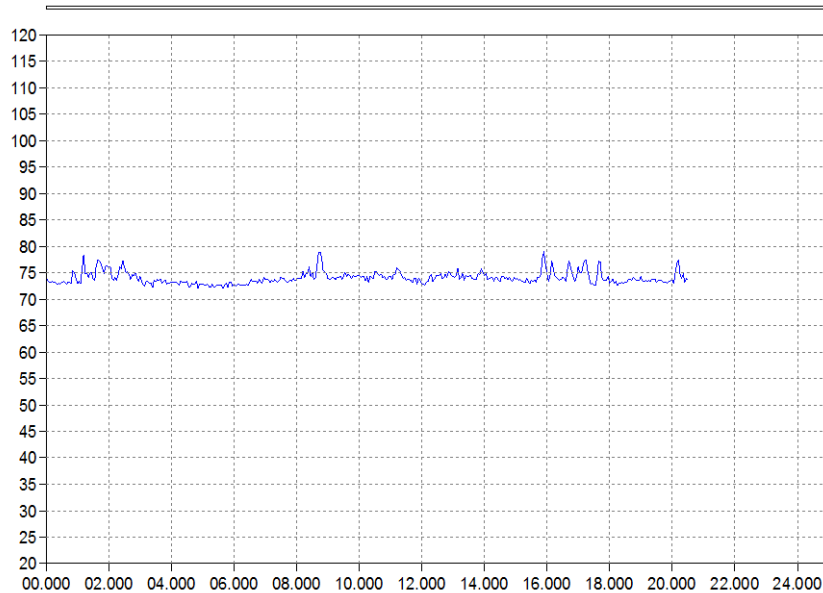
- Niveau sonore régulier
- Fréquences régulières

Moulin (Leq = 83 dBA)



- Niveau sonore relativement régulier
- Fréquences régulières

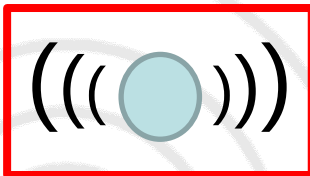
Brûleur (Leq = 75 dBA)



- Niveau sonore relativement régulier
- Surtout fréquences basses

Priorisation des mesures

A la source



Sur le chemin de propagation

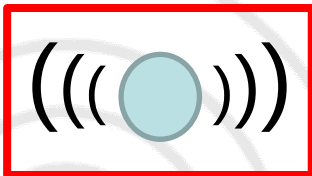


Sur la personne



Mesures à la source

A la source



- Elimination/réduction de la source de bruit (p.ex. remplacement par une machine moins bruyante, optimisation d'utilisation, entretien régulier)
- Encapsulage de machines ou parties de machines bruyantes
- Mise en place d'amortisseurs du bruit solidien
- Contrôle actif du bruit (antibruit)

Encapsulage

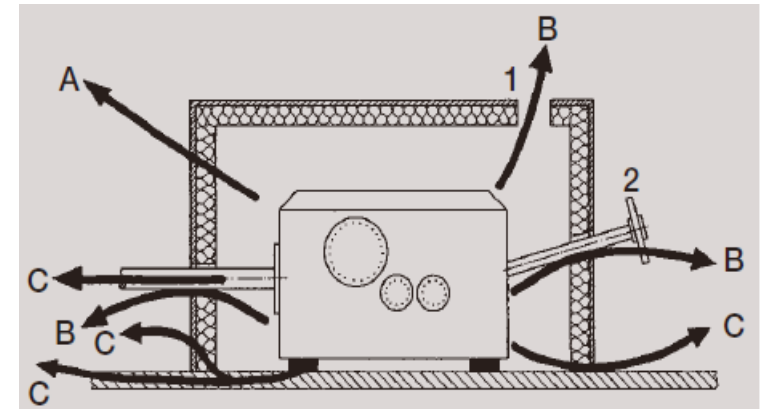


Figure 3: Exemple des voies de transmission sonore d'une enceinte.

1 Ouverture d'aération

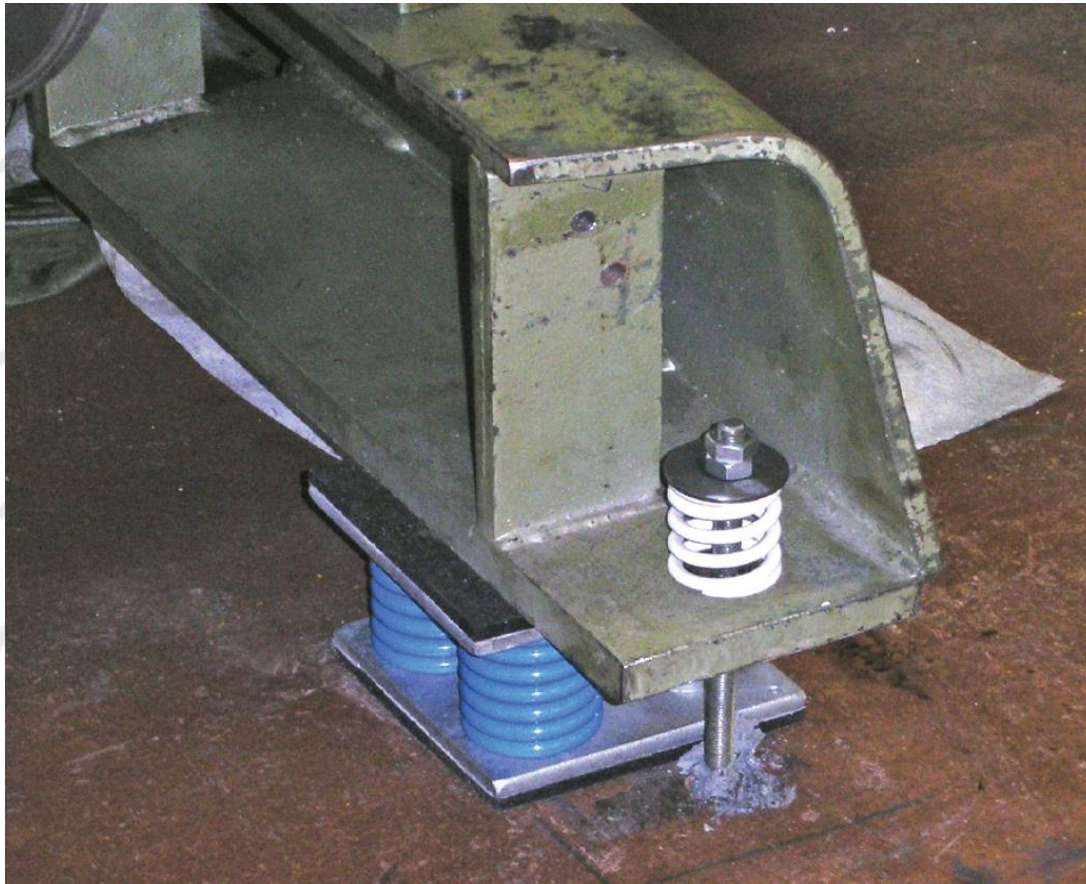
2 Eléments de commande

Voie A: transmission aérienne du son par la paroi de l'enceinte

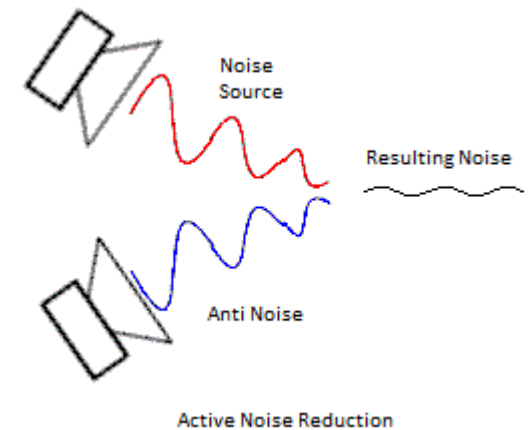
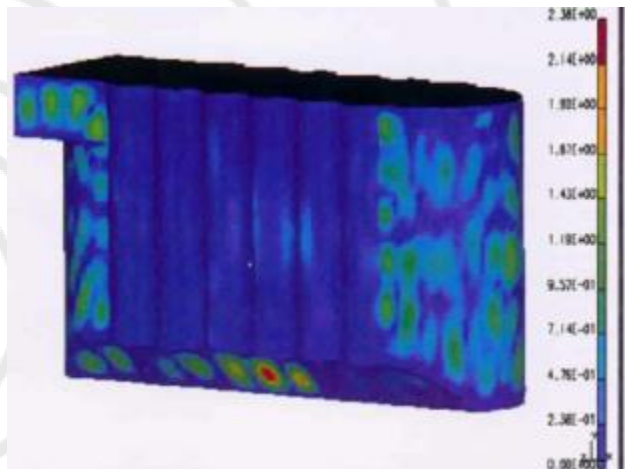
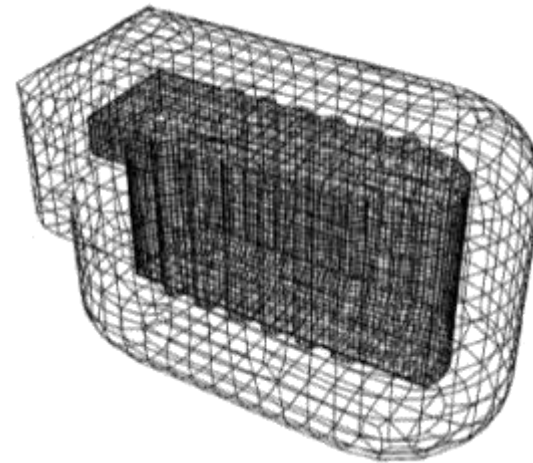
Voie B: transmission aérienne du son par les fuites et les ouvertures

Voie C: transmission du son par voie solide et rayonnement comme son transmis par l'air

Amortisseurs du bruit solide



Contrôle actif du bruit



Contraintes

- Impératifs de la production
- Anciennes machines souvent pas prévus pour une isolation
- Accessibilité des machines
- Entrées d'air / aération
- Diminution de la performance

Mesures sur le chemin de propagation

Sur le chemin de propagation



- Séparation physique des sources de bruit des places de travail
- Réalisation de surfaces absorbantes dans le local (mesures de correction acoustique)
- Choix de la position de la machine
- Isolation des postes de travail (p.ex. commande à distance)

Plafonds acoustiques



Image: Sonogamma

Baffles acoustiques



Image: Acouwer

Contraintes

- Mise en place
- Entretien
- Hygiène (matériaux poreux)
- Prix

Mesures sur la personne / organisation

Sur la personne



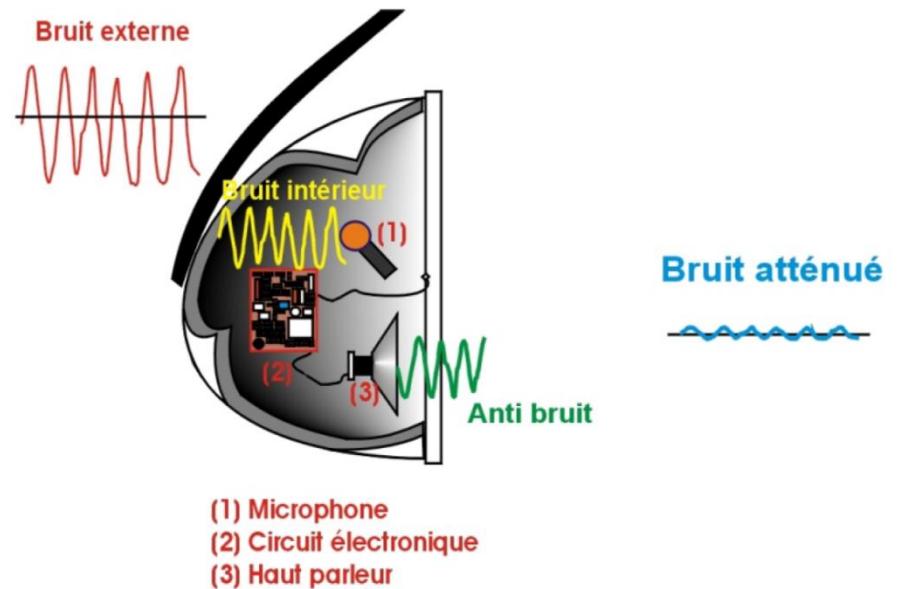
- Protections auditives
- Réduction du temps d'exposition
- Déplacement des postes de travail

Casques actifs



Images: Technofirst

Atténuation active du bruit avec
possibilité de communication



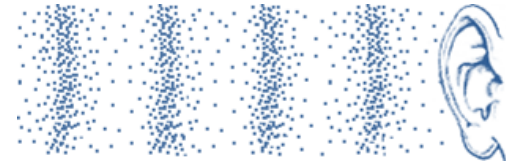
Chantiers / travaux à l'extérieur



Contraintes

- Compréhension de la parole
- Problème de sécurité
- Isolation du travailleur
- Discipline

Nous sommes à votre écoute!



x.falourd@prona.ch

a.hufschmid@prona.ch

www.prona.ch

Rue du Valentin 18
Case postale 1106
CH-1401 Yverdon-les-Bains
Tél. +41 (0)4 424 82 24

