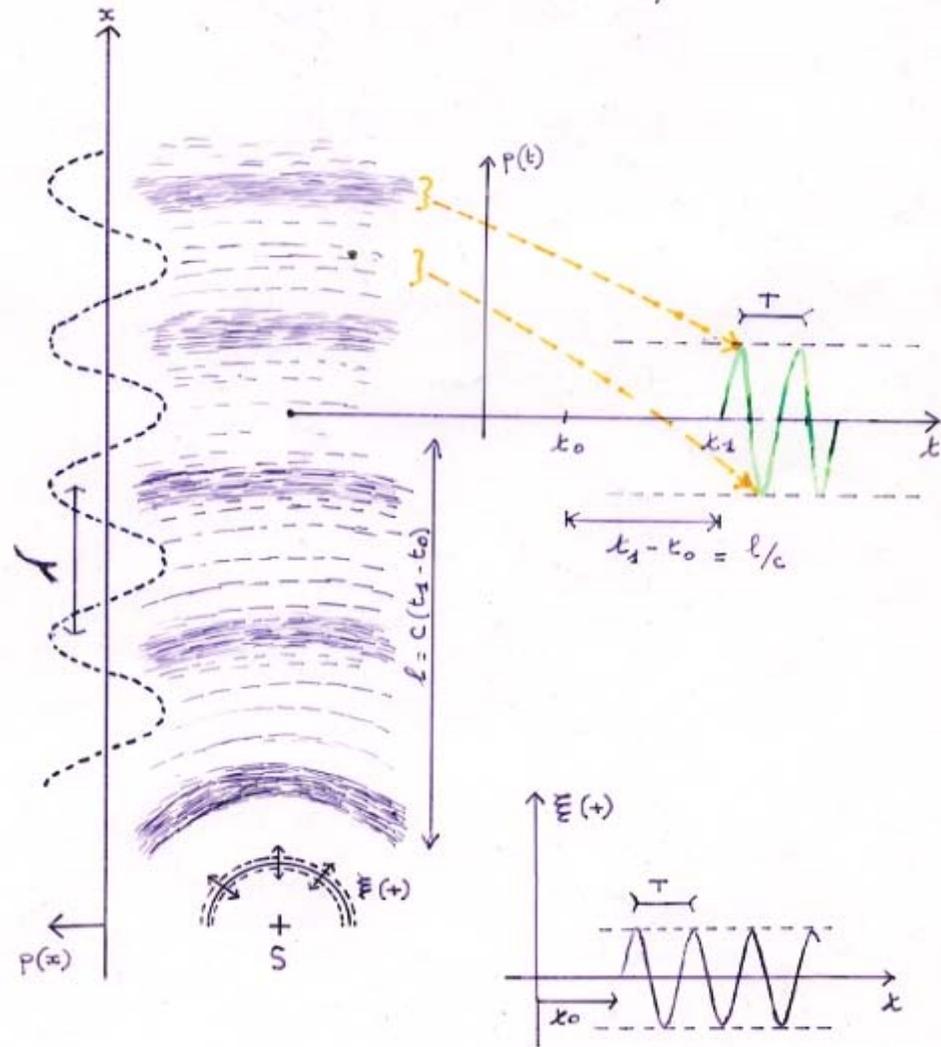


LE BRUIT

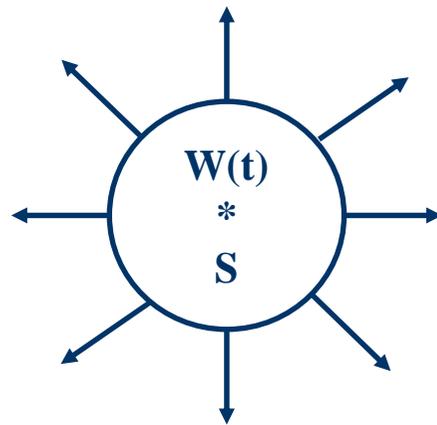
De quel phénomène physique s'agit-il ?

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS



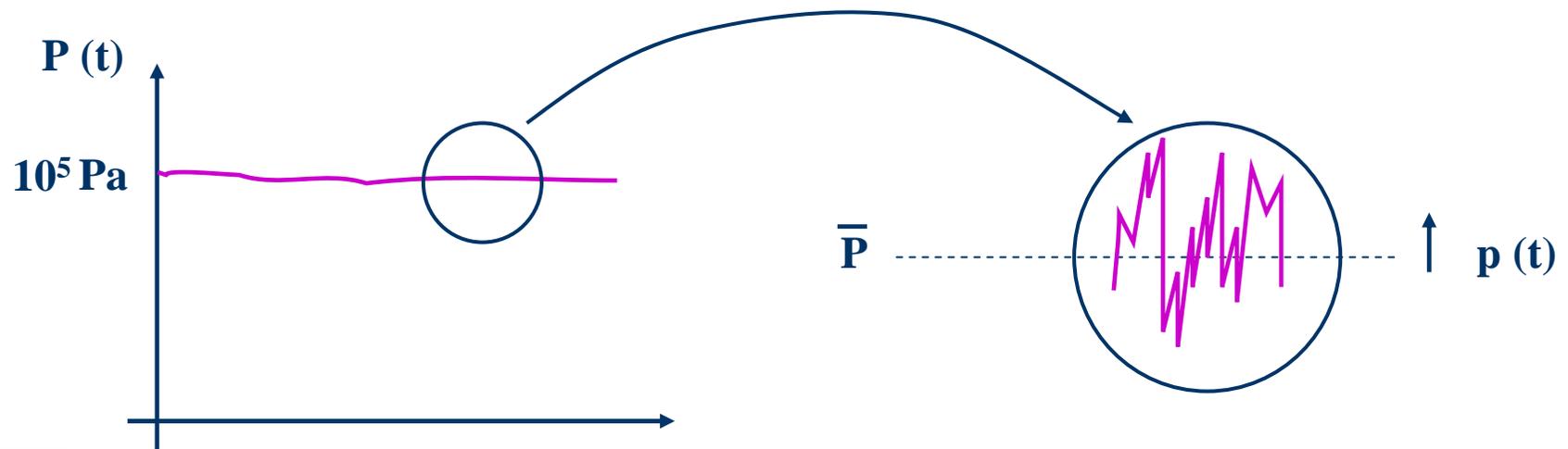
$$\xi(t) = \sum_1^n A_n \cos \omega_n t$$

La Pression acoustique : $p(t)$



La Pression acoustique : $p(t)$

- C'est la fluctuation de pression autour de la pression moyenne



La Pression acoustique : $p(t)$

$$p(t) = \sum_1^n A_n \cos \omega_n t$$

$$p(t) = P(t) - \bar{P}$$

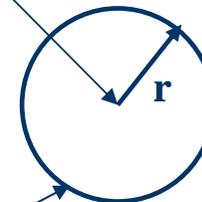
$$(\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt)$$

L'Intensité acoustique : I

$$I = \frac{\textit{puissance acoustique}}{\textit{unité de surface}} = \frac{W}{S} \quad \textit{Watt / m}^2$$

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

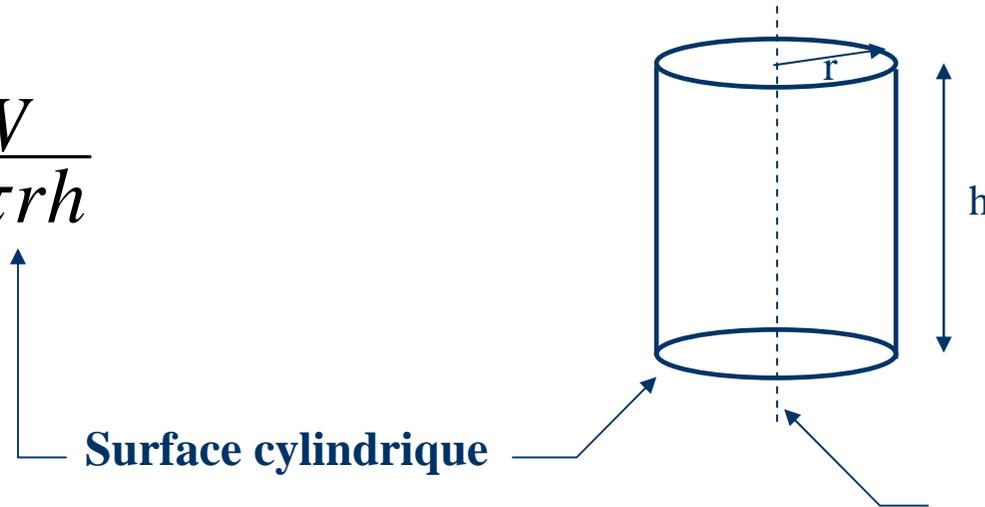
Source ponctuelle



Surface sphérique

L'Intensité acoustique : I

$$I = \frac{W}{2\pi rh}$$



Surface cylindrique

Source linéique

$$\bar{I} = \frac{\bar{W}}{S} = \overline{p(t) \times v(t)}$$

L'Intensité acoustique : I

- Champ lointain $\left\{ \begin{array}{l} r \gg \text{longueur d'onde} \\ r \gg \text{dimension source} \end{array} \right.$

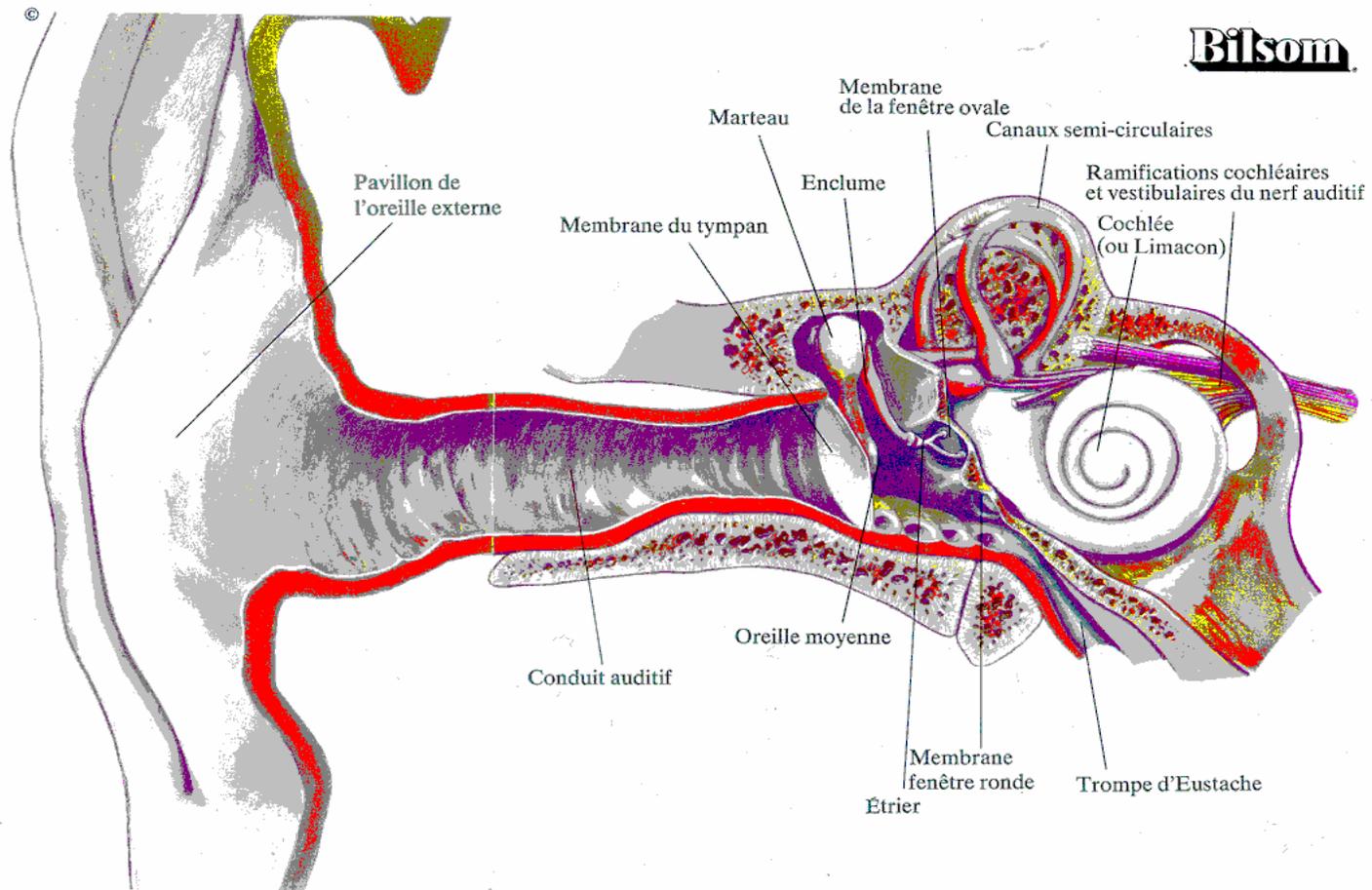
$$\Rightarrow p(t) = \rho c v(t)$$

$$\bar{I} = \frac{\overline{[p(t)]^2}}{\rho c}$$

La perception des sons et des bruits

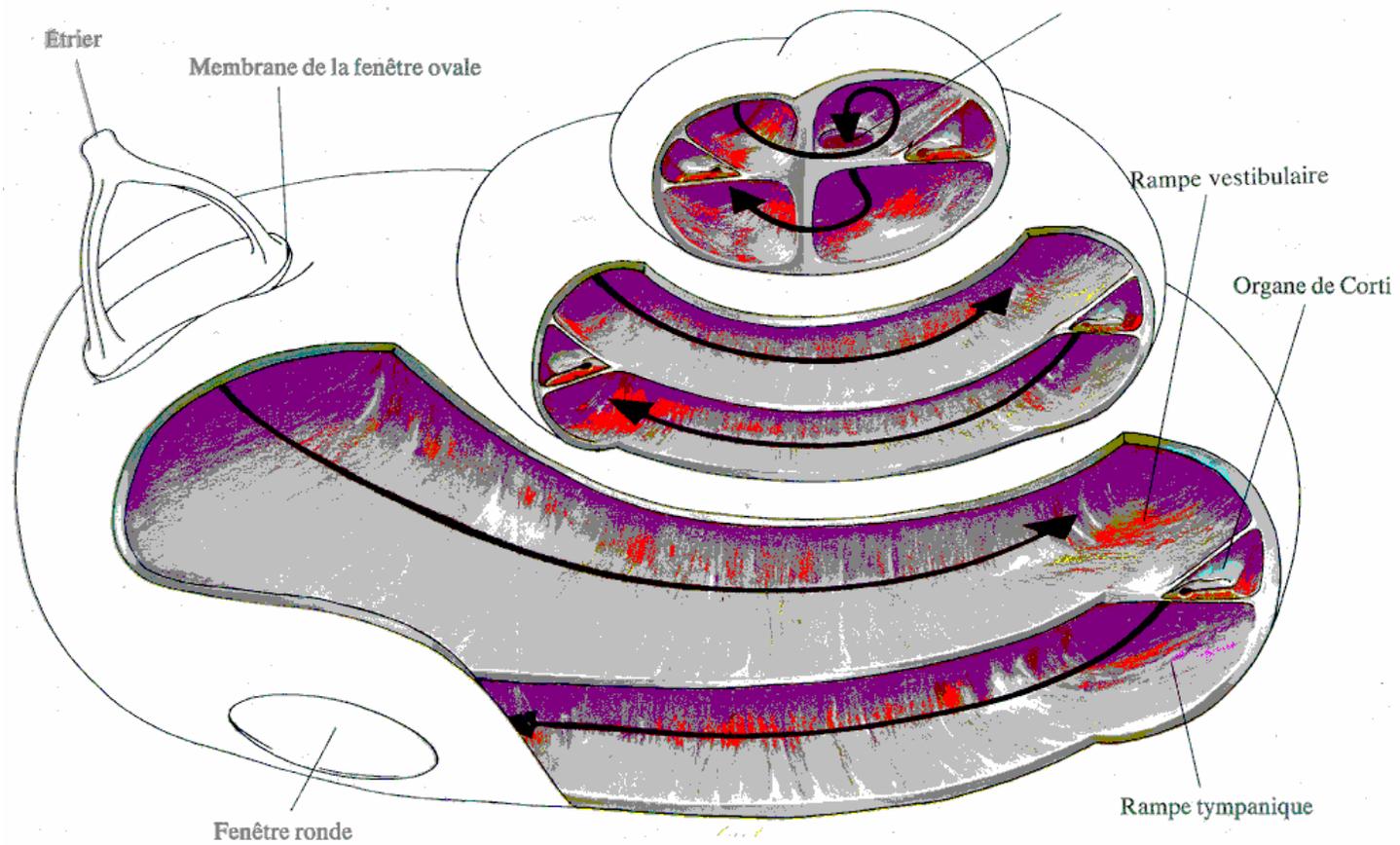
GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

L'oreille Humaine



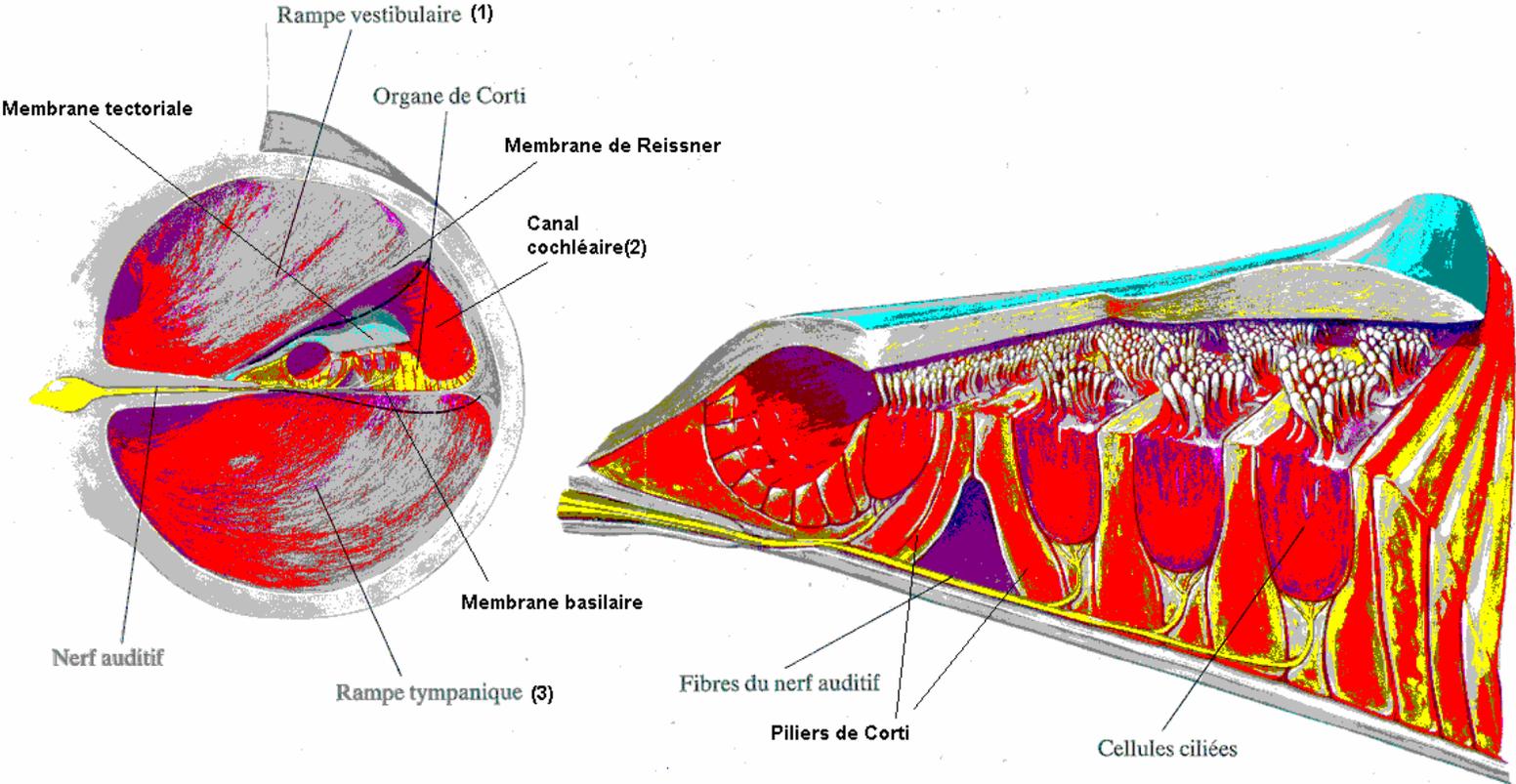
Cochlée

Bilsom



Coupe de la cochlée

Bilsom



Seuil audition / Seuil douleur

$$10^{-12} \text{ W/m}^2 \leq I \leq 1 \text{ W/m}^2 \quad (100 \text{ W/m}^2)$$

Seuil de
l'audition

Seuil de
la douleur

$$2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \leq P \leq 20 \text{ Pa} \quad (200 \text{ Pa})$$

$$5 \cdot 10^{-8} \text{ m/s} \leq V \leq 5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \quad (5 \cdot 10^{-1})$$

Perception différentielle

Intensité acoustique

seuils de perception de
différence

$I_0 =$	$= 1$	$\cdot I_0$	\longrightarrow	0
$I_1 = 1,25 \cdot I_0$	$= 1,25$	$\cdot I_0$	\longrightarrow	1
$I_2 = 1,25 \cdot I_1$	$= 1,6$	$\cdot I_0$	\longrightarrow	2
$I_3 = 1,25 \cdot I_2$	$= 2$	$\cdot I_0$	\longrightarrow	3
$I_4 = 1,25 \cdot I_3$	$= 2,5$	$\cdot I_0$	\longrightarrow	4
$I_5 = 1,25 \cdot I_4$	$= 3,15$	$\cdot I_0$	\longrightarrow	5
$I_6 = 1,25 \cdot I_5$	$= 4$	$\cdot I_0$	\longrightarrow	6
$I_7 = 1,25 \cdot I_6$	$= 5$	$\cdot I_0$	\longrightarrow	7

Perception différentielle

Intensité acoustique

seuils de perception de
différence

$$I_8 = 1,25 \cdot I_7 = 6,3 \cdot I_0 \longrightarrow 8$$

$$I_9 = 1,25 \cdot I_8 = 8 \cdot I_0 \longrightarrow 9$$

$$I_{10} = 1,25 \cdot I_9 = 10 \cdot I_0 \longrightarrow 10$$

$$I_{11} = 1,25 \cdot I_{10} = 12,5 \cdot I_0 \longrightarrow 11$$

$$I_{12} = 1,25 \cdot I_{11} = 16 \cdot I_0 \longrightarrow 12$$

Perception différentielle

I_{10}	=	$10 \cdot I_0$	→	10
...
I_{20}	=	$100 \cdot I_0$	→	20
...
I_{30}	=	$1000 \cdot I_0$	→	30
I_{31}	=	$1250 \cdot I_0$	→	31
...
I_{60}	=	$10^6 \cdot I_0$	→	60
I_{63}	=	$2 \cdot 10^6 \cdot I_0$	→	63
...
I_{77}	=	$5 \cdot 10^7 \cdot I_0$	→	77
...
I_{80}	=	$10^8 \cdot I_0$	→	80

Définition du dB

$$N_x dB(re.x_0) = 10 \log \frac{x}{x_0}$$

Expression en dB

$$I = \frac{W}{S} = \frac{p^2}{\rho c}$$

$$I_0 = \frac{W_0}{S_0} = \frac{p_0^2}{\rho_0 c_0}$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{W}{W_0} \times \frac{S_0}{S} = \frac{p^2}{p_0^2} \times \frac{\rho_0 c_0}{\rho c}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$W_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

$$S_0 = 1 \text{ m}^2$$

$$\rho_0 c_0 = 400 \text{ MKS}$$

Expression en dB

En pratique, source ponctuelle et $N_z \cong 0$

$$N_l = N_w - 10 \log (4\pi r^2) = N_p$$

sphère

La Sonie

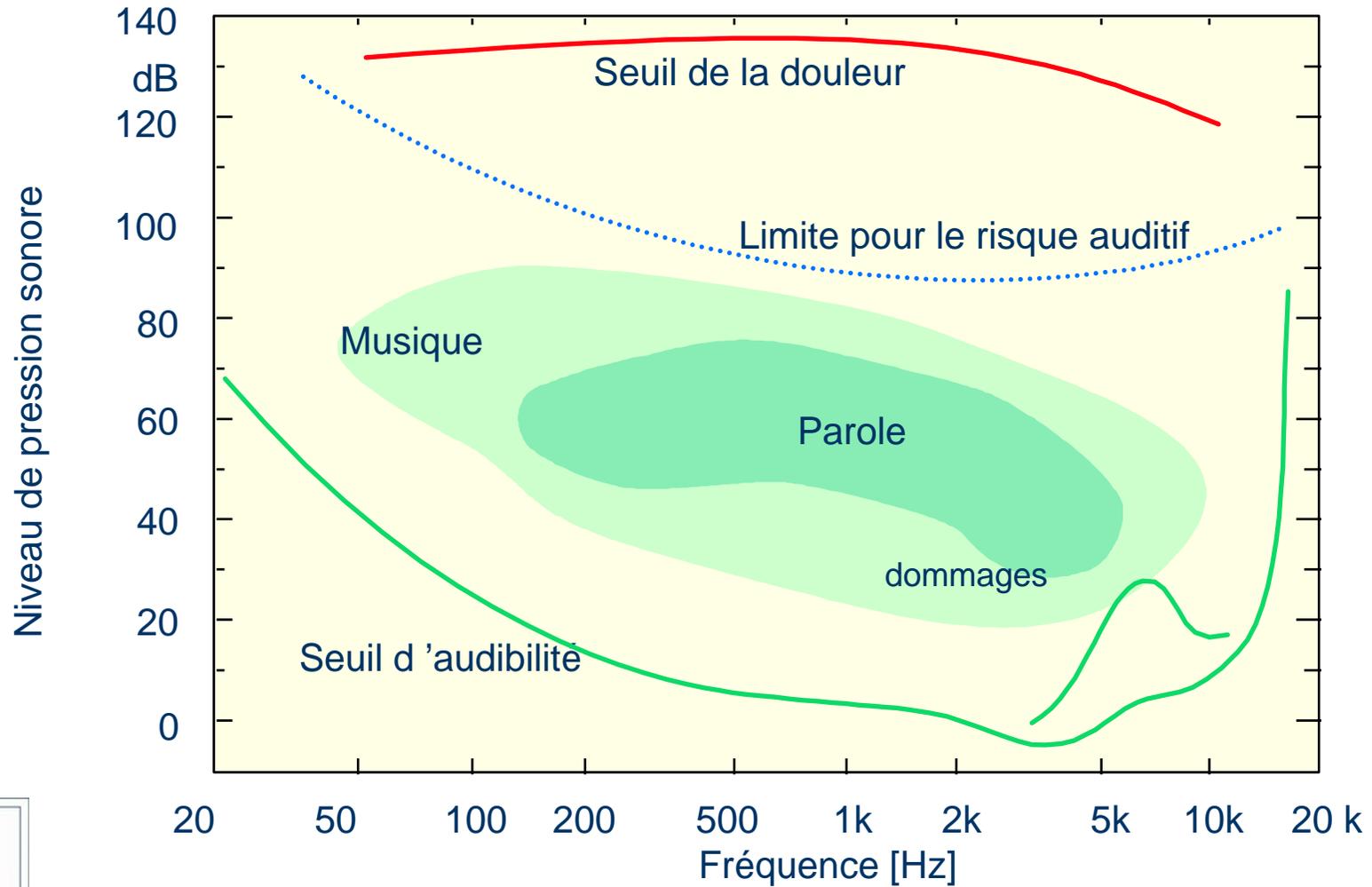
Perception de la
Force Sonore

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

La Sonie

- Dynamique 0 dB ↔ 120 dB
- Sensibilité différentielle
 - Seuil (labo) ≈ 1 à 2 dB
 - Bruit "significatif" ≈ 1 à 2 dB
(apprentissage)
 - Variations ≈ 3 à 10 dB
 - non "significatives"
 - non "attendues"

Champ de l'audition



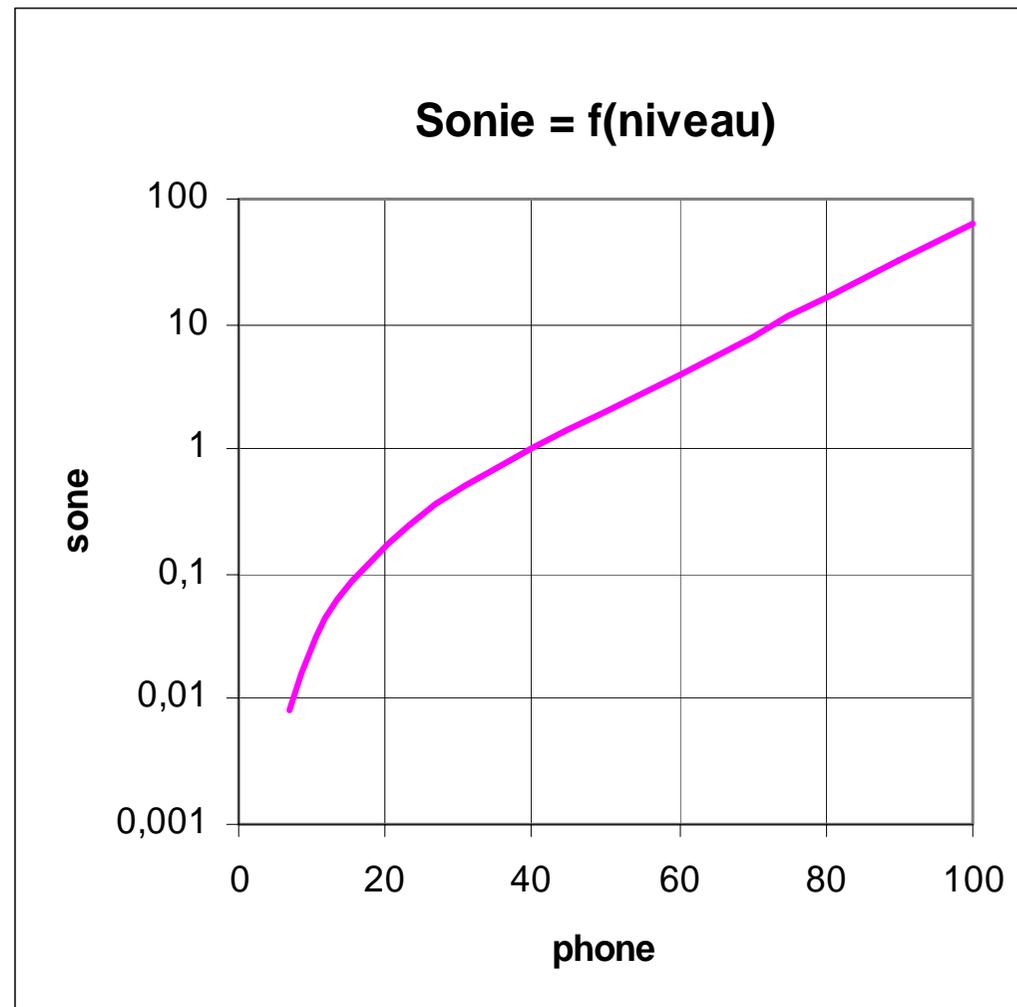
La Sonie

- Relation :

Niveau physique  Sonie

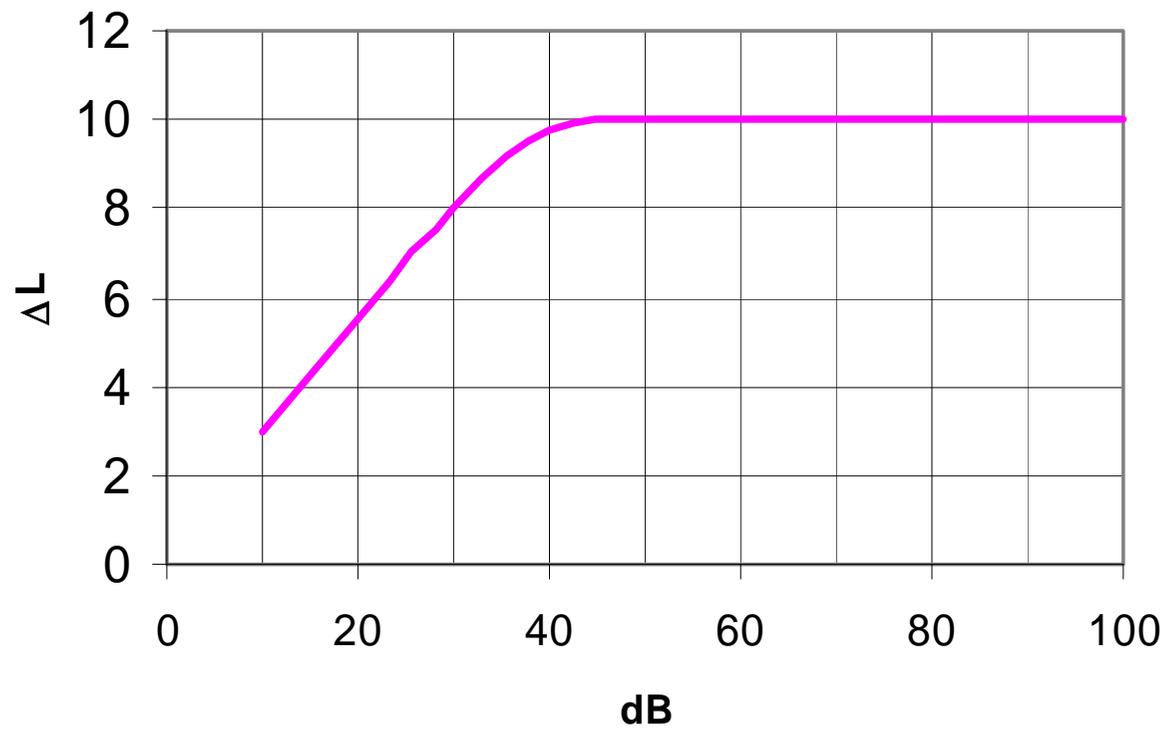
Pour un son de 1 kHz

La Sonie

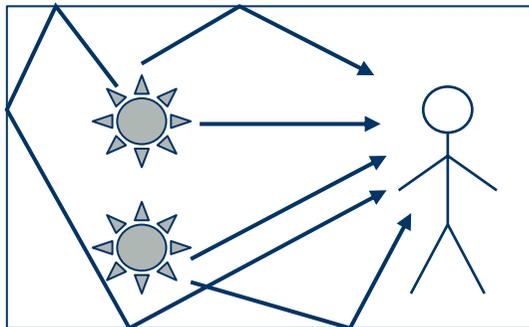


La Sonie

Accroissement du niveau pour doubler la sonie



Evaluation d'une amélioration

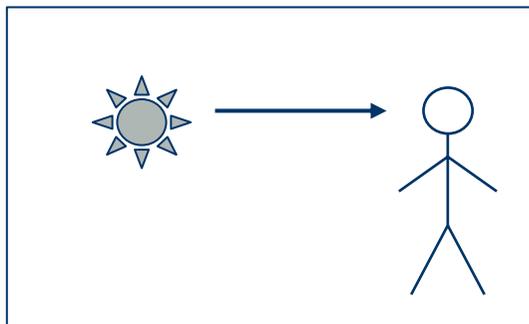


**MESURE
PHYSIQUE**

$$88 \oplus 88 = 91 \text{ dB(A)}$$

**PERCEPTION
SUBJECTIVE**

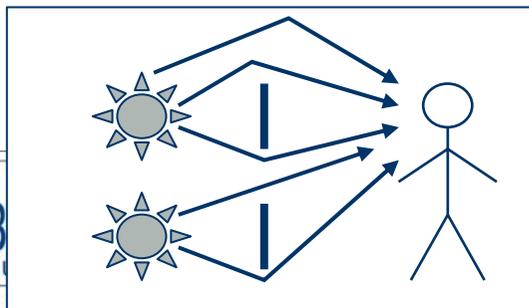
référence



$$88 \oplus "0" = 88 \text{ dB(A)}$$

Gain physique = 3 dB(A)

2 fois moins

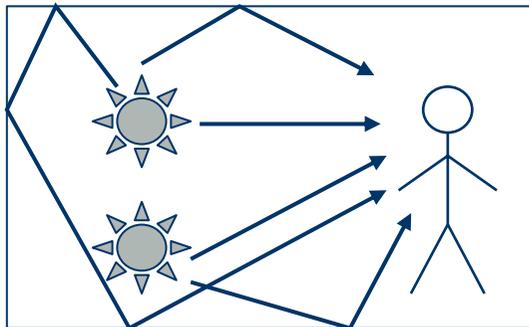


$$85 \oplus 85 = 88 \text{ dB(A)}$$

Gain physique = 3 dB(A)

c'est pareil

Evaluation d'une amélioration

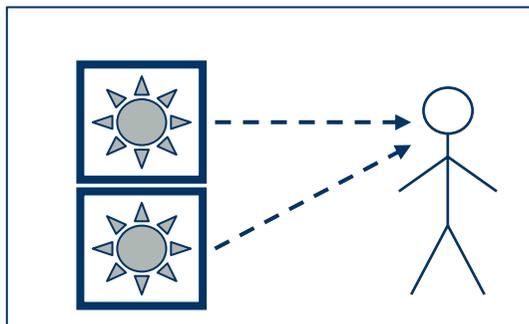


**MESURE
PHYSIQUE**

$$88 \oplus 88 = 91 \text{ dB(A)}$$

**PERCEPTION
SUBJECTIVE**

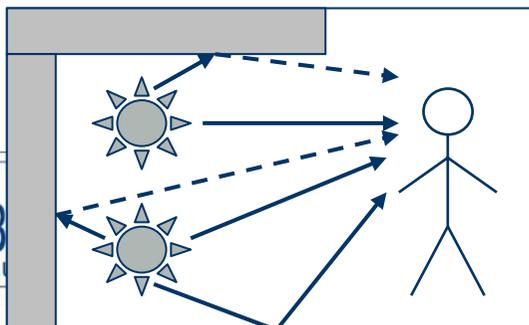
référence



$$78 \oplus 78 = 81 \text{ dB(A)}$$

Gain physique = 10 dB(A)

2 fois moins



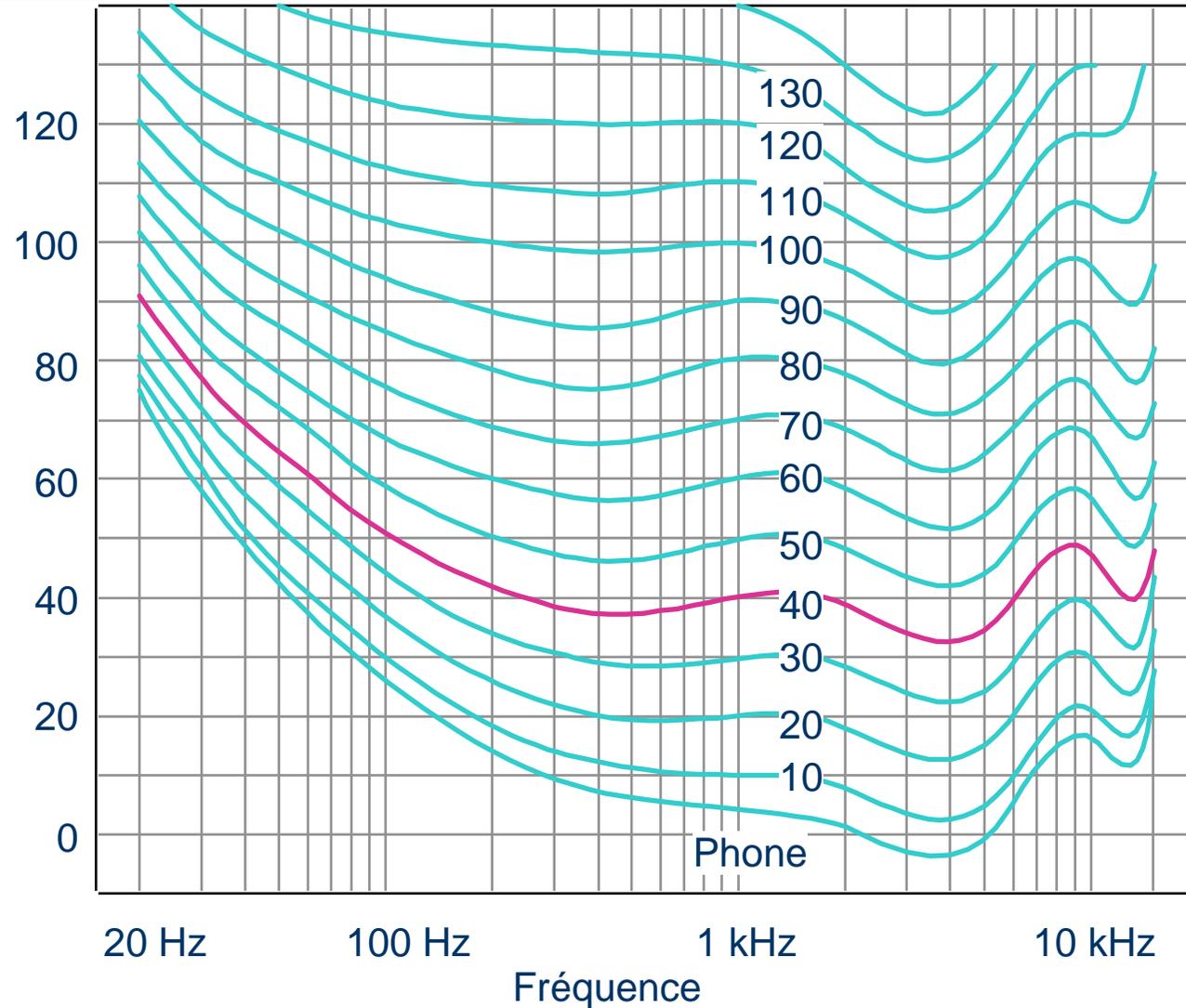
$$\dots \oplus \dots \oplus \dots = 88 \text{ dB(A)}$$

Gain physique = 3 dB(A)

2 fois moins

Courbes d'égalité d'intensité sonore perçue

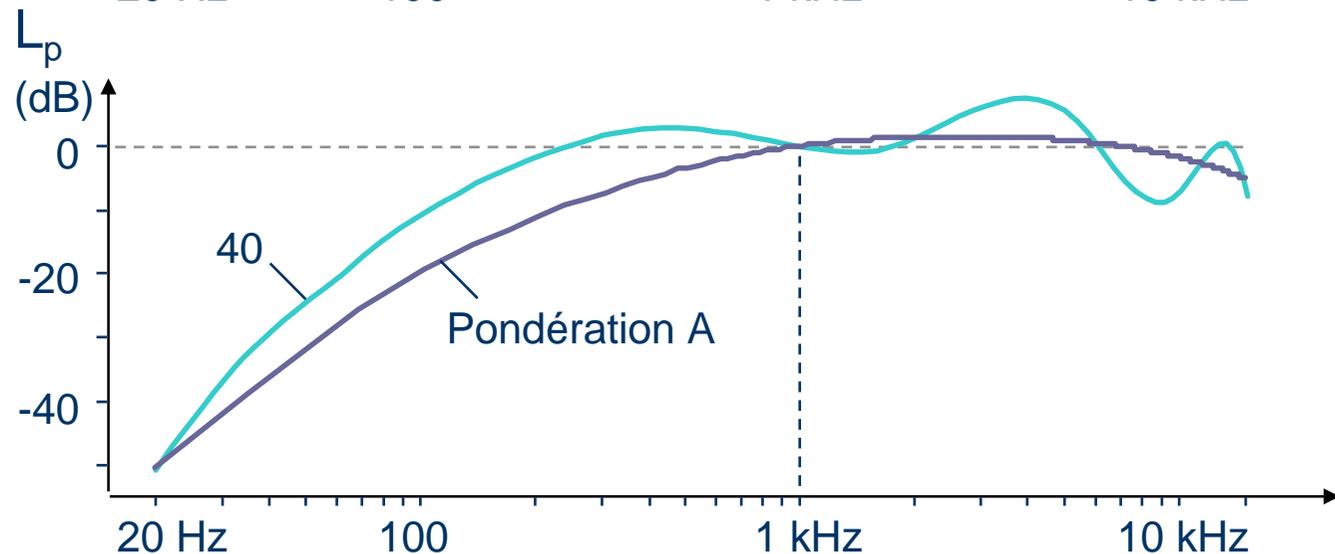
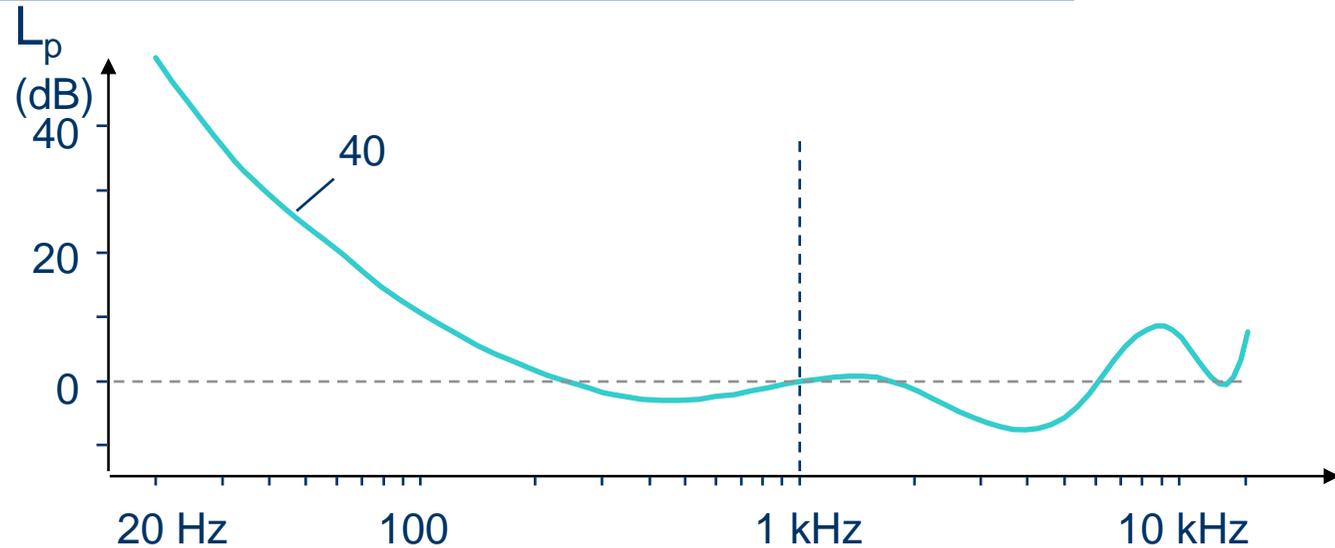
Niveau de pression sonore,
 L_p
(dB re 20 μPa)



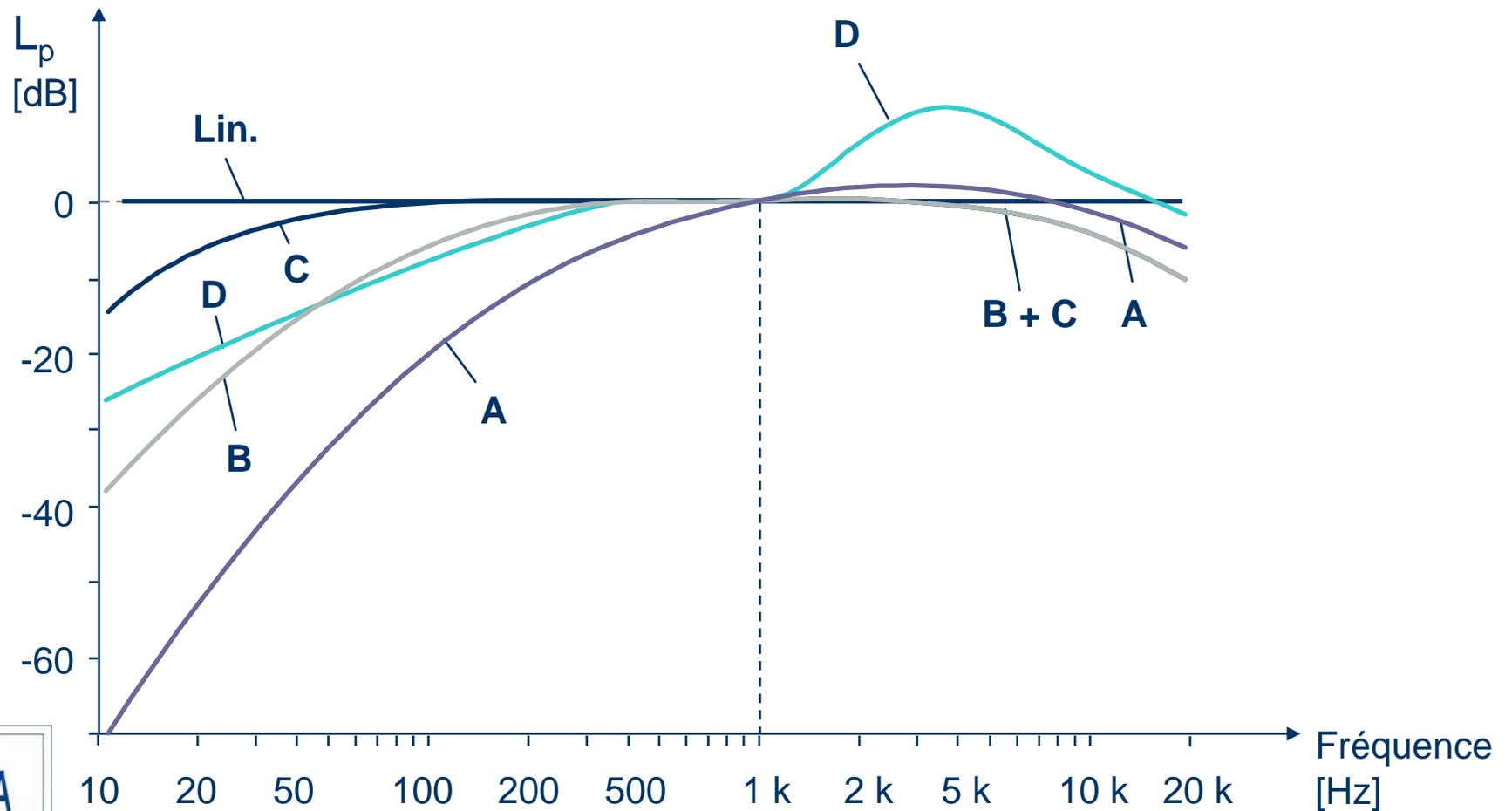
Ligne isosonique 40 dB et pondération A

- Isosone 40 dB
Normalisé à 0 dB à 1 kHz

Comparaison
isosone 40 dB
inversé et
pondération A



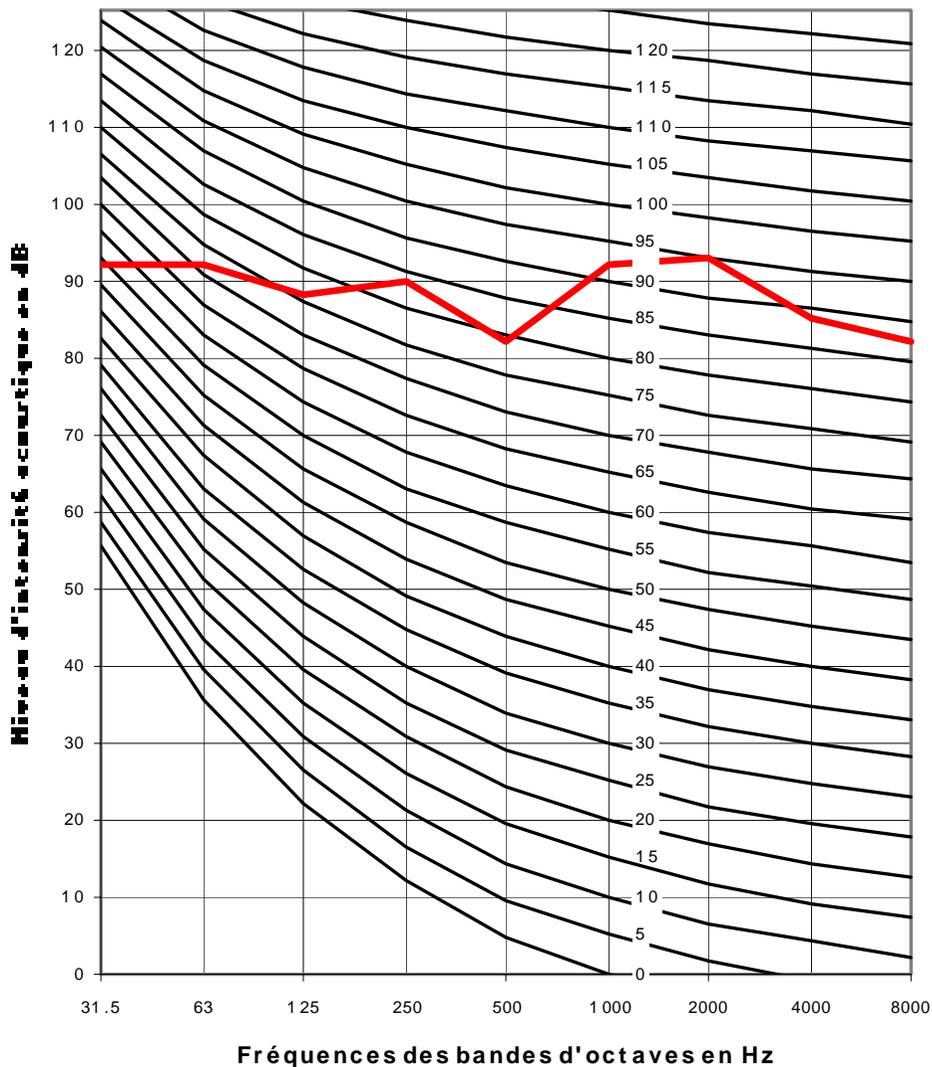
Courbes de pondérations fréquentielles

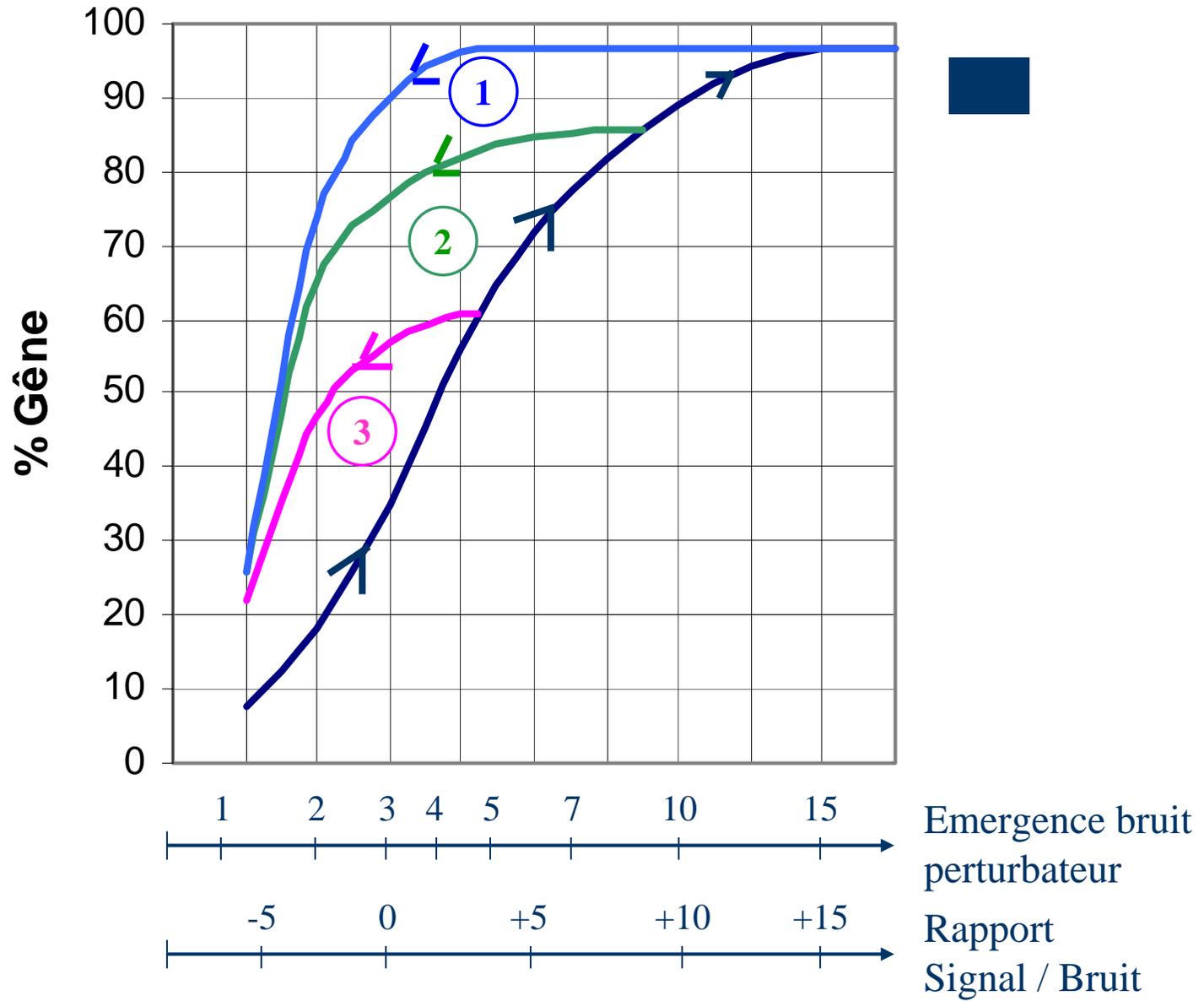


Indice d'évaluation du niveau de gêne ISO

ISO

Indice d'évaluation du niveau de gêne ISO
(par bande d'octave)





Calculs en dB

Adition

Soustraction

Niveau Continu Equivalent

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

Niveau continu équivalent " Leq_T "

C'est le niveau en dB de l'intensité moyenne (sur la durée T).

$$\Rightarrow Leq = 10 \log_{10} \frac{I_{moy}}{I_0}$$

Niveau continu équivalent "Leq,T"

Exemple :

Exposition à

N_1 dB pendant t_1

N_2 dB pendant t_2

... ..

N_i dB pendant t_i

... ..

$$I_{moy} = \frac{\sum I_i t_i}{\sum t_i} = \frac{I_1 t_1 + \dots + I_n t_n}{t_1 + \dots + t_n}$$

$$\Rightarrow Leq = 10 \log \left[\frac{I_1}{I_0} \times \frac{t_1}{\sum t_i} + \frac{I_2}{I_0} \times \frac{t_2}{\sum t_i} + \dots + \frac{I_n}{I_0} \times \frac{t_n}{\sum t_i} \right]$$

Niveau continu équivalent "Leq,T"

On définit :

$$Leq_{pi} = 10 \log \left[\frac{I_i \times t_i}{\sum t_i} \right]$$

$$Leq_{pi} = 10 \log \left(\frac{I_i}{I_0} \right) + 10 \log \left(\frac{t_i}{\sum t_i} \right)$$

$$Leq_{pi} = N_i + 10 \log \frac{t_i}{\sum t_i}$$

$$Leq = Leq_{p1} \oplus Leq_{p2} \oplus \dots \oplus Leq_{pn}$$

Table simplifiée d'addition en dB

Source S_1 \Rightarrow niveau N_1 dB

Source S_2 \Rightarrow niveau N_2 dB

$$N_1 \geq N_2$$

Source ($S_1 + S_2$) \Rightarrow niveau N_{total} dB = ?

Table simplifiée d'addition en dB

$D = N_1 - N_2$	0	3	6	>9
C	3	2	1	≈ 0

$$N_{\text{total}} \text{ dB} = N_1 \oplus N_2 \text{ dB} = N_1 + C$$

Exemple :

$$N_1 = 78 \text{ dB}$$

$$N_2 = 72 \text{ dB}$$

$$N_1 - N_2 = D = 6 \text{ dB} \quad \Rightarrow \quad C = 1$$

$$\Rightarrow N_{\text{total}} = 78 + 1 = 79 \text{ dB}$$

Les effets du bruit au travail

"Auditifs"

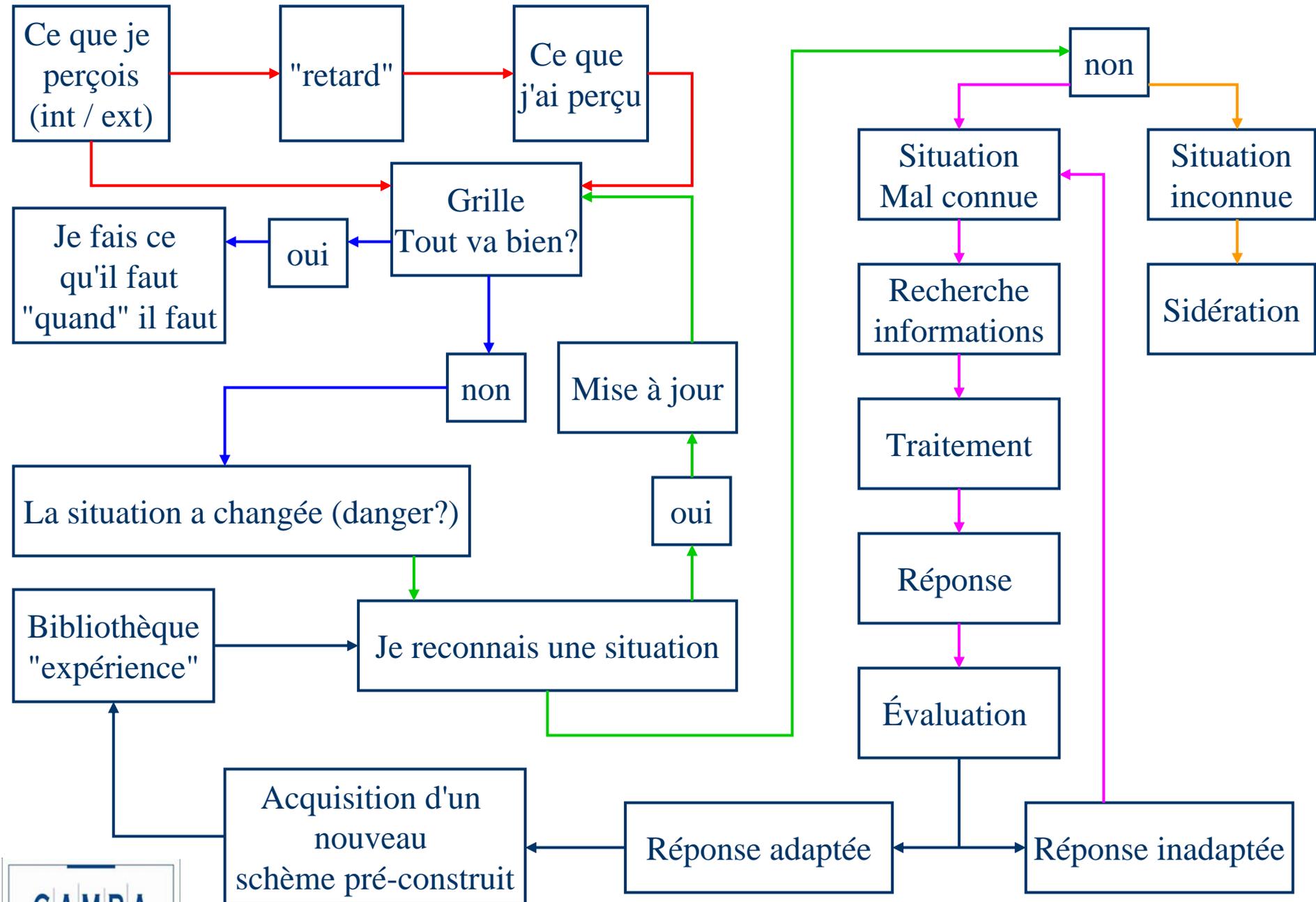
"Non auditifs"

Intelligibilité

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

Les effets "non auditifs"

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS



L'intelligibilité de la parole

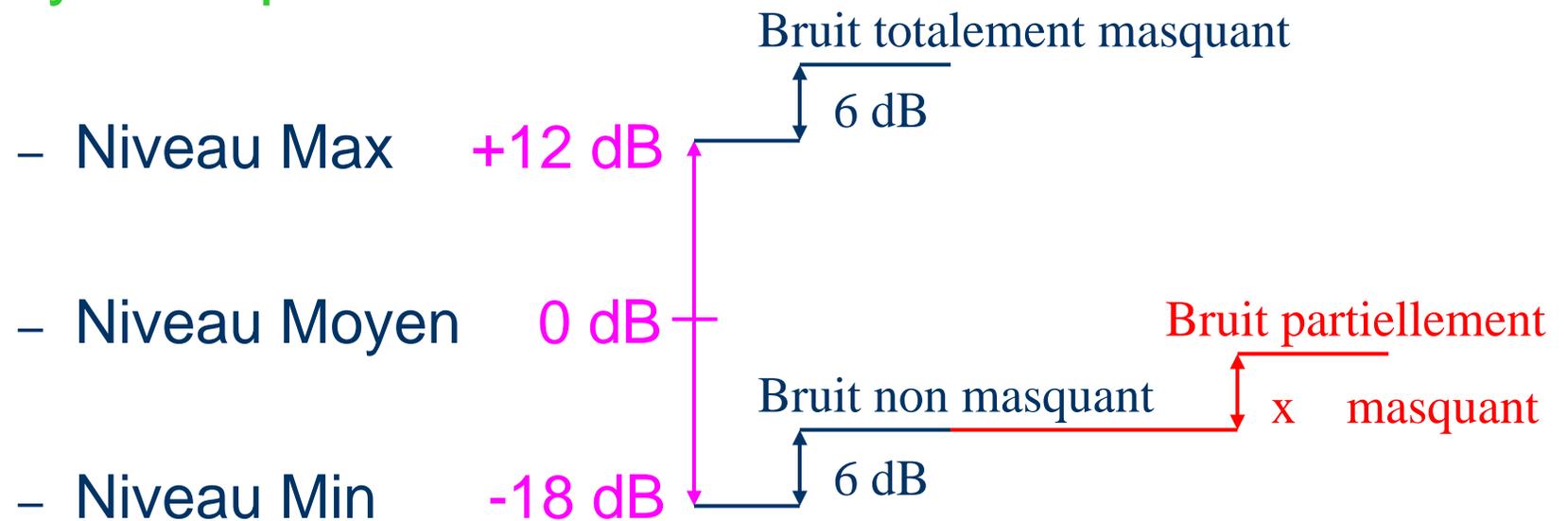
GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

La parole

- Fréquences (200) 400 à 3000 (6000) Hz
- Niveau moyen à 1 m (Leq) {
 - ≥ 70 dB(A) voix criée
 - 65 dB(A) voix forte
 - 60 dB(A) voix normale
 - 55 dB(A) voix faible
 - ≤ 50 dB(A) voix murmurée

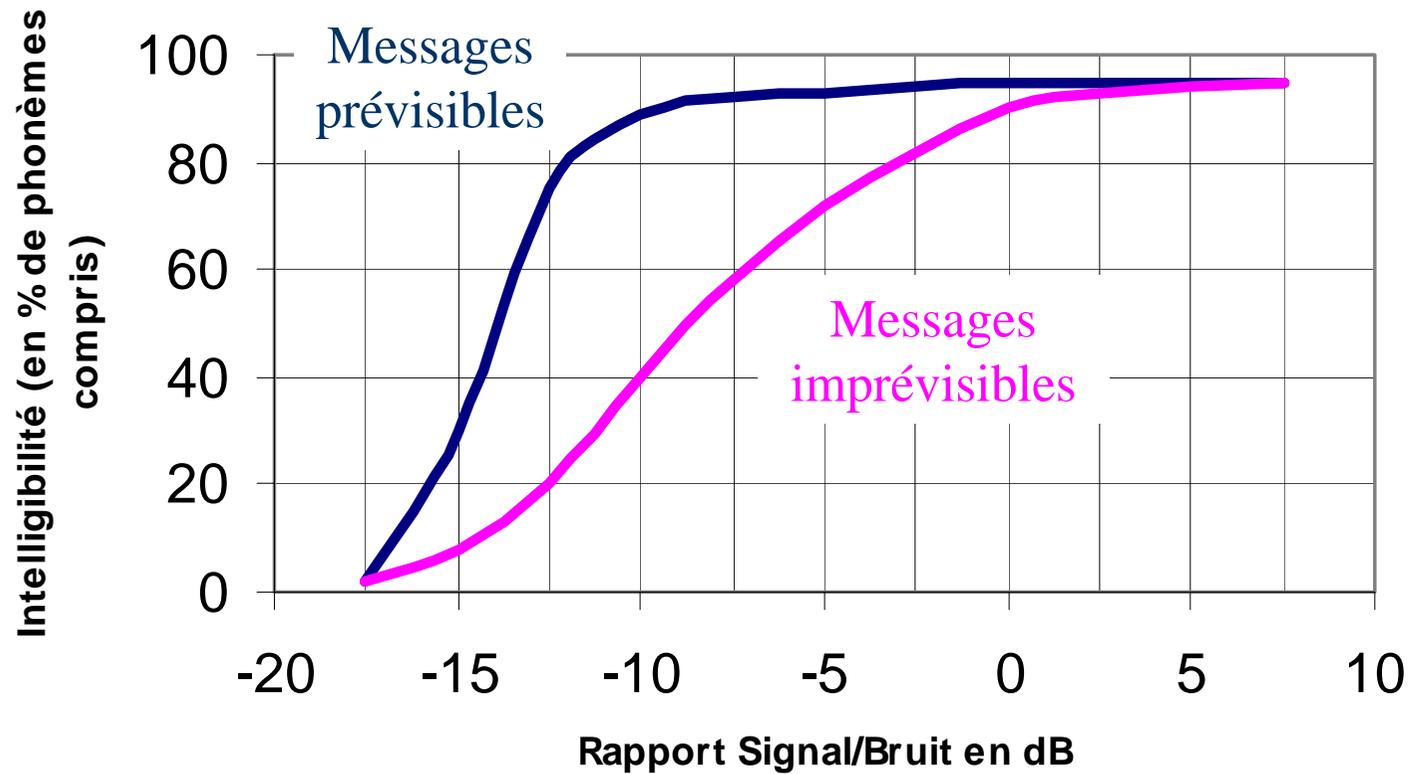
La parole

- **Dynamique**

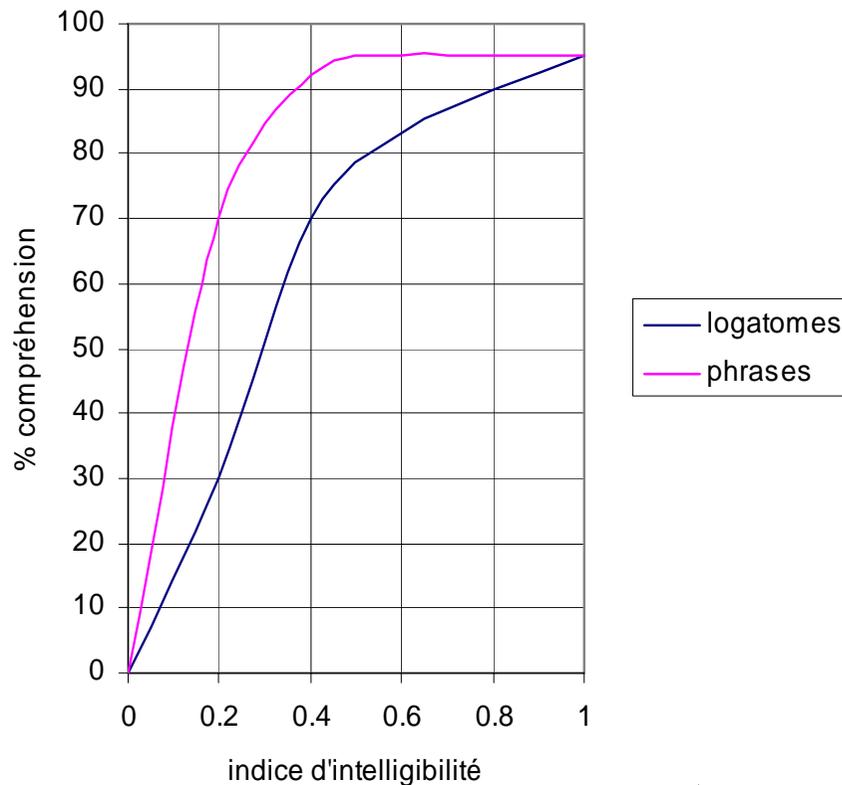


Échelle subjective de compréhension jugée

Echelle subjective de compréhension jugée



La parole



Indice
d'intelligibilité

$$I = \frac{30 - x}{30}$$

$$I = \frac{(Leq_{parole} + 18) - Leq_{bruit\ masquant}}{30}$$

Niveau de bruit masquant	% de compréhension	Distance entre locuteur et auditeur (m)			
			1	0.5	0.25
94 dB(A) Voix criée	Mots		0	10	50
	Phrases		0	30	90
85 dB(A) Voix criée	Mots		40	75	82
	Phrases		82	97	98
80 dB(A) Voix criée	Mots		75	82	87
	phrases		97	98	99

Les effets "auditifs"

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

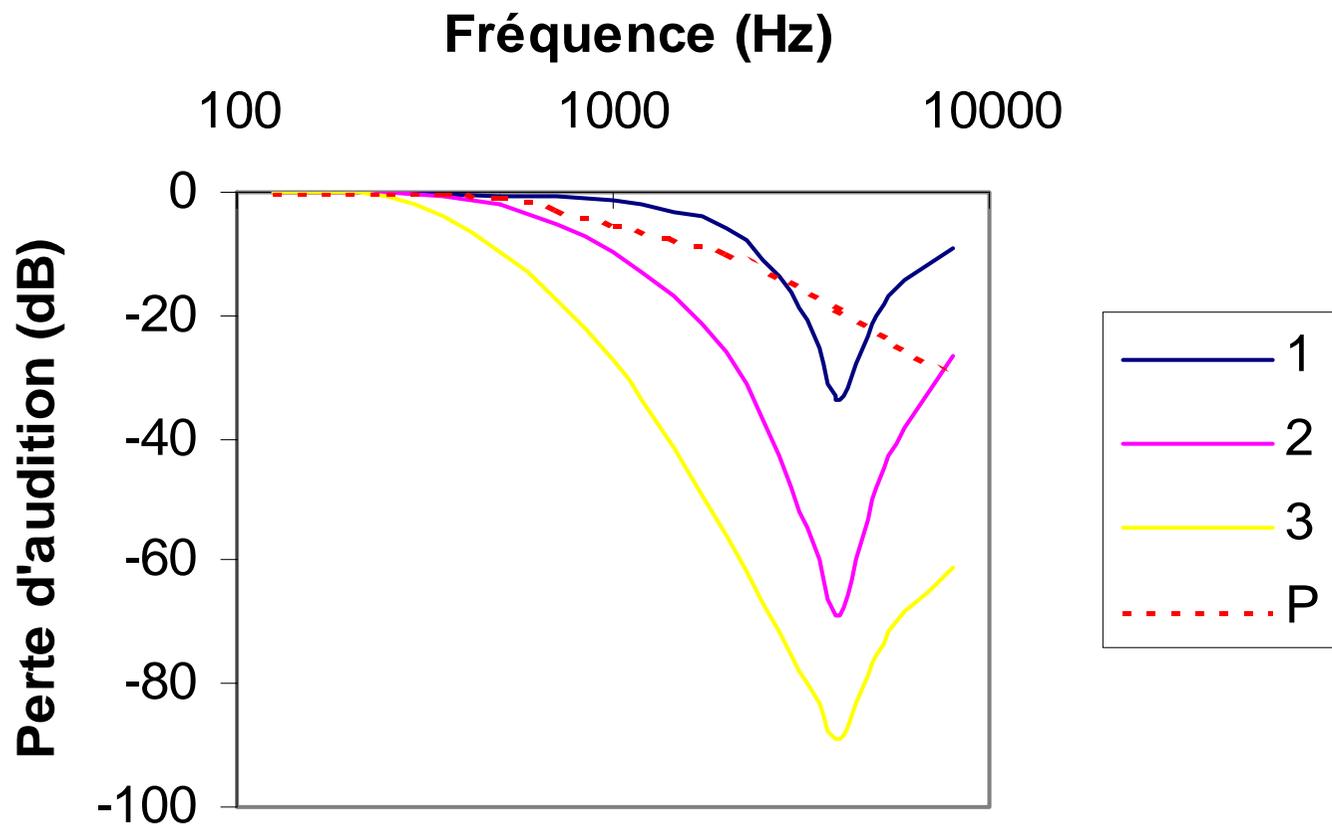
Le risque à long terme

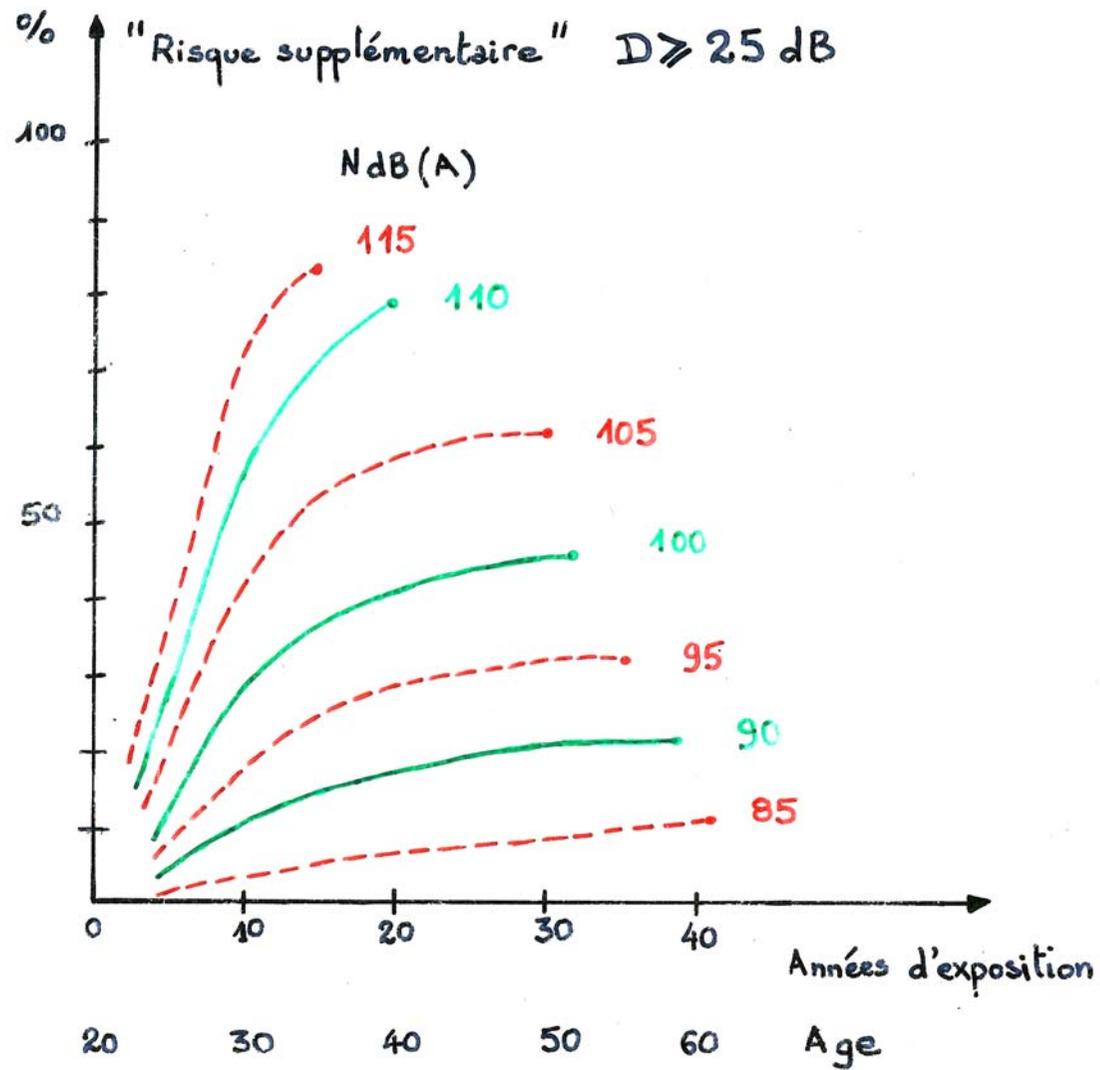
$$Lexd = \frac{Leq}{P} + 10 \log \frac{P}{8}$$

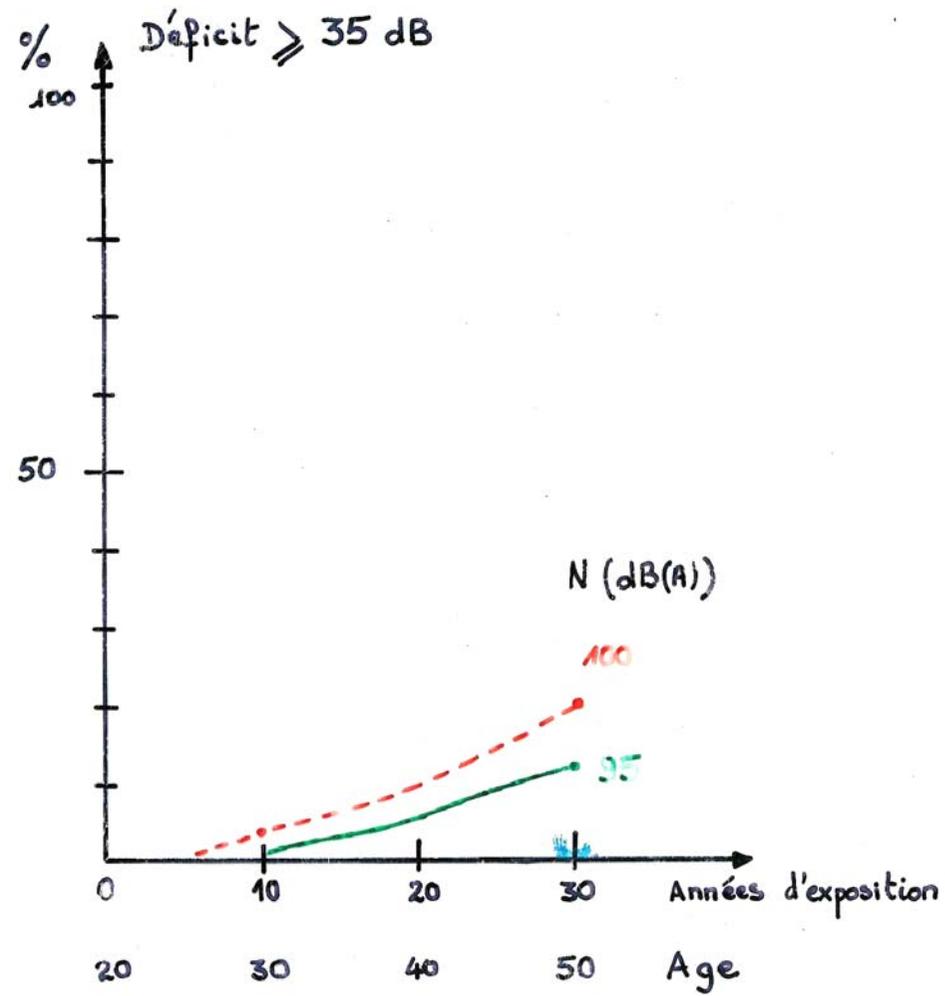
- $Lexd < 80$ dB(A) risque non décelable
- $Lexd = 85$ dB(A) seuil d'Alerte
- $Lexd > 90$ dB(A) seuil de Danger (risque de surdité professionnelle)

Le risque immédiat

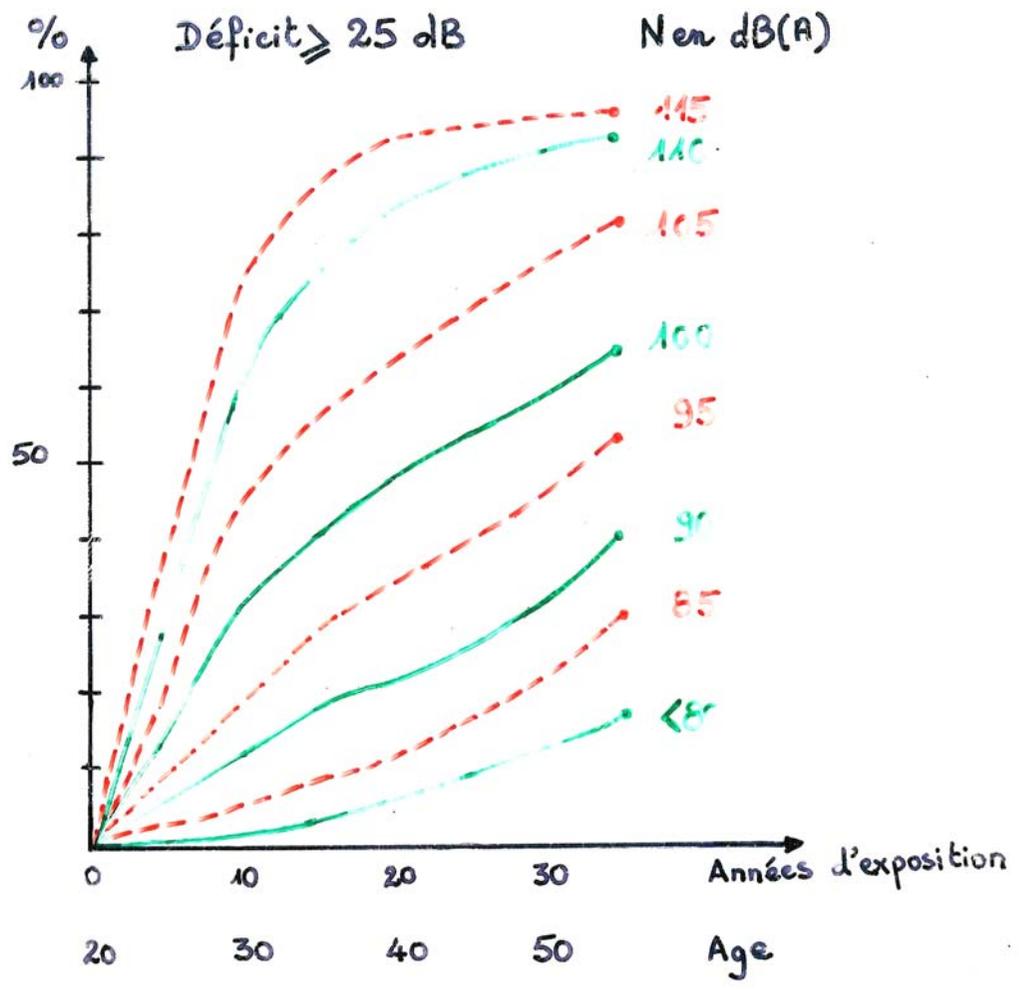
- $L_{pc} = 135 \text{ dB}$ seuil d'Alerte
- $L_{pc} > 140 \text{ dB}$ seuil de Danger



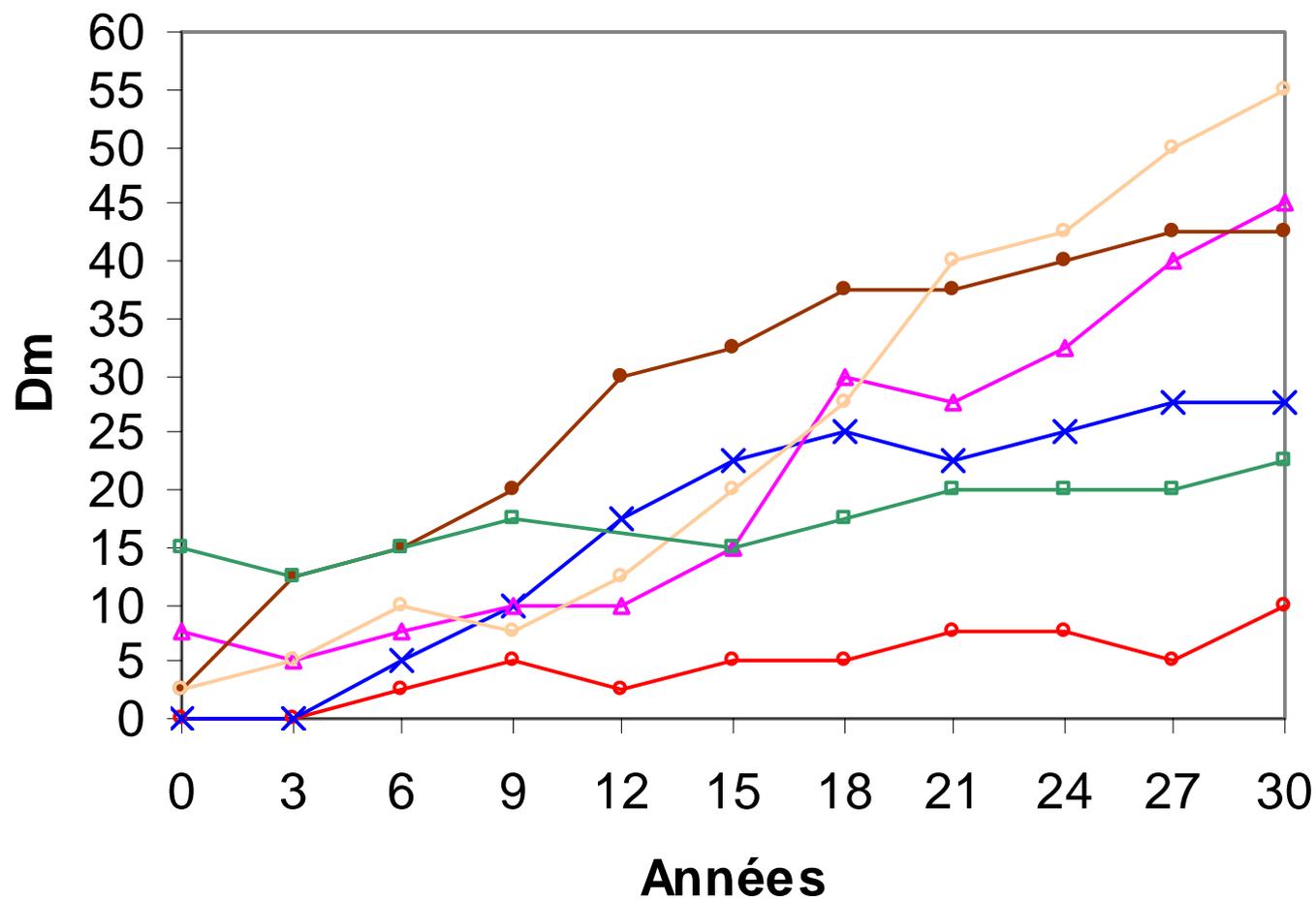




$$D_{\text{moyen}} = \frac{2D_{500} + 4D_{1000} + 3D_{2000} + D_{4000}}{10}$$



$$D_{\text{moyen}} = \frac{D_{500} + D_{1000} + D_{2000}}{3}$$



La protection des travailleurs contre le bruit

Historique

Code du Travail

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

Hiérarchie des textes



Historique

Tableau 42

Directive
européenne

Code du travail

1963 : rédaction

1969

1971

1981 : révision

1986



1988 à 1990

1991 : extension

2003



?

Les exigences réglementaires (Code du Travail)

- Employeurs

(Articles R232-8 à R232-8-7)

- Fournisseurs de machines

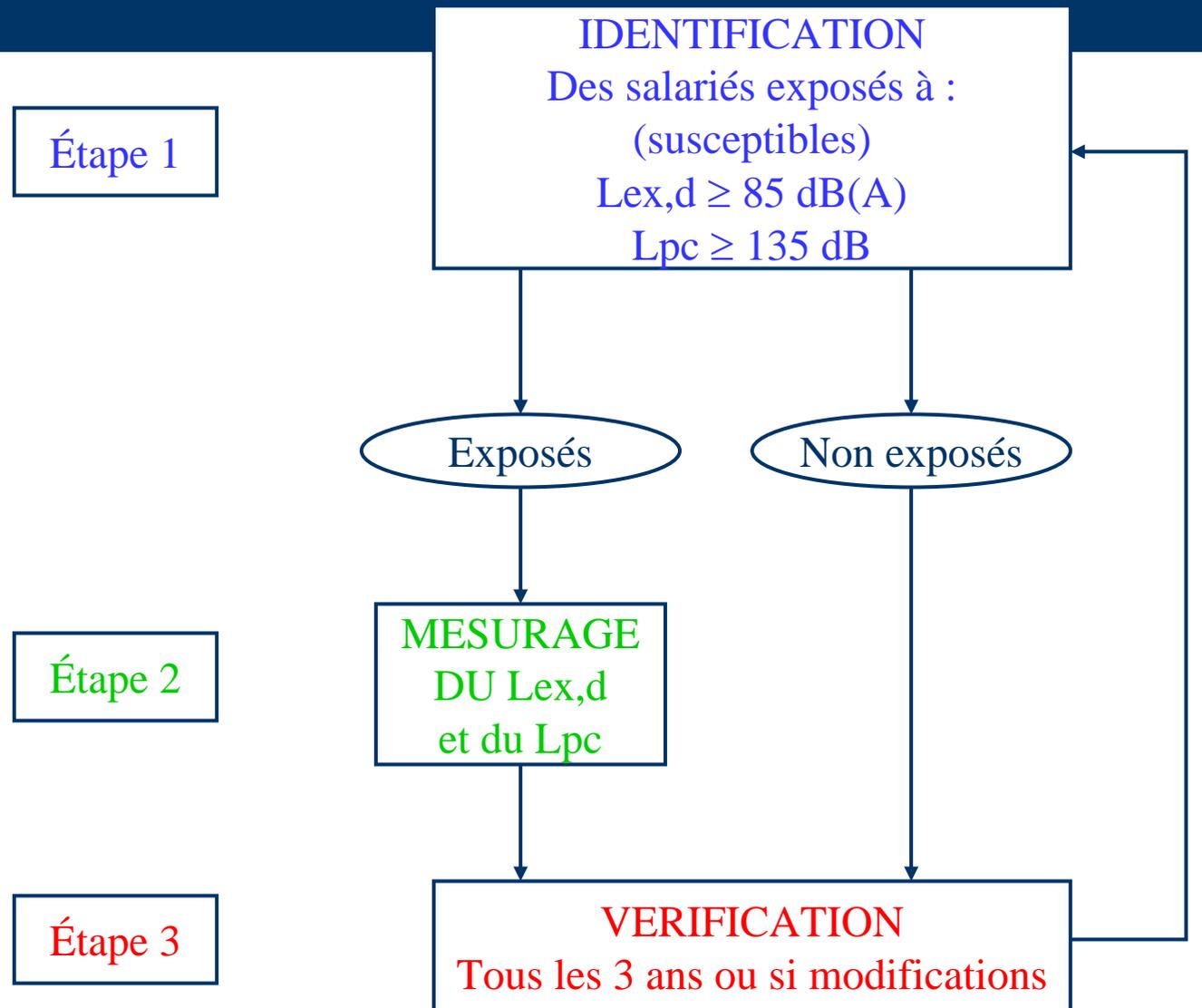
(Article R233-104-1)

- Maîtres d'ouvrages (concepteurs, constructeurs, aménageurs)

(Article R235-11)

Les employeurs

(Code du travail articles R232-8 à R232-8-7)



Seuil d'alerte

- Si $L_{exd} \geq 85 \text{ dB(A)} / 8 \text{ h}$
 - Ou $L_{pc} \geq 135 \text{ dB}$
- (1)

(1) {
PROTECTEURS INDIVIDUELS (mise à disposition)
SUIVI MEDICAL (ouïe et santé)
INFORMATION et FORMATION (risques et moyens)

Rappel : TRAITEMENT DU LOCAL (si construction ou réaménagement)

Seuil de danger

▪ Si $L_{exd} \geq 90 \text{ dB(A)} / 8 \text{ h}$

▪ Ou $L_{pc} \geq 140 \text{ dB}$

(1) + (2) + (3)

(1) {
...
... Dito ci-avant...

(2) {
Dispositions pour PORT EFFECTIF PROTECTEURS
PLAN D'ACTION TECHNIQUES et/ou
ORGANISATIONNELLES

(3) {
Balisage si $L_{eq} \geq 90 \text{ dB(A)}$
Accès limité si $L_{eq} \geq 105 \text{ dB(A)}$

Les fournisseurs de machines et équipements bruyants (Code du Travail article R233-104-1)

- Réduiredès leur conception au niveau le plus bas.....
- Indiquer dans la notice technique.....
 - Soit : "Niveau au poste inférieur à 70 dB(A)"
si $N_p < 70$ dB(A)
 - Soit : "La valeur du niveau atteint au poste"
si $N_p \geq 70$ dB(A)
 - Et : "Le niveau de puissance acoustique"
si $N_p \geq 85$ dB(A)

Les maîtres d'ouvrages (Code du Travail article R235-11)

- "Les locaux où $L_{exd} \geq 85$ dB(A)..... Conçus, construits ou AMENAGES.....
 - ⇒ Réduire la réverbération
 - ⇒ Limiter la propagation vers les autres locaux occupés"
- L'arrêté du 30 août 90 précise les Décroissances du son à obtenir.

La protection des travailleurs contre le bruit

Directive européenne
(février 2003)

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

Directive européenne (fev 2003)

- ⇒ Prescriptions minimales
(santé . sécurité)
- ⇒ S'appliquent aux activités dans l'exercice
desquelles les travailleurs **SONT** ou
RISQUENT d'être exposés
- ⇒ Prédicteurs du risque :
 L_{peak} et $L_{\text{EX. 8h}}$ ou $L_{\text{Ex. 40h}}$

Directive européenne (fev 2003)

⇒ Valeurs limites d'exposition :

$$L_{EX. 8h} = 87 \text{ dB(A)} \text{ ou } L_{peak} = 140 \text{ dB(C)}$$

(avec protecteurs auditifs individuels)

⇒ Valeurs supérieures déclenchant l'action :

$$L_{EX. 8h} = 85 \text{ dB(A)} \text{ ou } L_{peak} = 140 \text{ dB(C)}$$

⇒ Valeurs inférieures déclenchant l'action :

$$L_{EX. 8h} = 80 \text{ dB(A)} \text{ ou } L_{peak} = 135 \text{ dB(C)}$$

Directive européenne (fev 2003)

⇒ Evaluation hebdomadaire :

Possible uniquement :

Si $L_{EX. 40h} \leq 87$ dB(A)

Et mesures de réduction

⇒ L'évaluation des résultats prend en compte :

L'INCERTITUDE DE MESURE

Mesurage de l'exposition des travailleurs au bruit

Révision de la norme
NFS 31-084

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

Principes

La révision de la norme NFS 31-084 introduit des principes :

⇒ L'évaluation doit tenir compte de :
TOUS les bruits habituels.

⇒ La représentativité doit être contrôlée

- Mesurage de CONTROLE
- Evaluation du RISQUE A MOYEN TERME

Définitions de la norme

La révision de la norme NFS 31-084 définit :

- ⇒ La période de référence. T_0
(8h ou 40h)
- ⇒ La durée effective de travail. T_e
- ⇒ La période de représentativité
 - Contrôle → 1 journée
 - Moyen terme → mois. année. ...

Définitions de la norme

- ⇒ Le mesurage systématique sans analyse préalable
- ⇒ Le mesurage par échantillonnage après analyse
 - La tache
 - La fonction
 - Le GEH
- ⇒ L'événement acoustique

Choix de l'appareillage de mesure

La révision de la norme NFS 31-084 précise le choix de l'appareillage de mesure :

Appareil	Poste fixe		Poste mobile	
	Mesurage court	Mesurage long	Mesurage court	Mesurage long
Sonomètre simple	Déconseillé	Proscrit	Proscrit	Proscrit
Sonomètre intégrateur	Oui. si $d < 40$ cm	Déconseillé	Oui. si $d < 40$ cm	Déconseillé
Exposimètre	Oui	Oui. recommandé	Oui	Oui. recommandé
Sonomètre intégrateur porté	Oui	Oui	Oui	Oui

Nombre et durée des mesurages

La révision de la norme NFS 31-084 définit le nombre et la durée des mesurages :

Approche par fonction :

Durée $\geq T_e \times (M/5 \times 100\%)$ si $M \geq 5$

Durée $\geq T_e \times 90\%$ si $M < 5$

M = (effectif du GEH)	Durée cumulée du mesurage à répartir sur le GEH. si la durée effective totale de la journée de travail $T_e = 7.5$ h
De 1 à 4	6.75 h
5	7.5 h
7	10.5 h
10	15 h

Nombre et durée des mesurages

Approche par tâches

Durée $\geq T(i) \times (M/5 \times 5 \%)$ si $M \geq 5$

Durée $T(i) \times 5 \%$ si $M < 5$

M (effectif du GEH)	Tâche 1 $T(1) = 2.5 \text{ h}$ (150 min)	Tâche 2 $T(2) = 4 \text{ h}$ (240 min)	Tâche 3 $T(3) = 1 \text{ h}$ (60 min)
De 1 à 4	7.5 min	12 min	3 min
5	7.5 min	12 min	3 min
7	10.5 min	16.8 min	4.2 min
10	15 min	24 min	6 min

Calcul de la précision des mesurages

La révision de la norme indique le calcul de la précision des mesurages :

- Incertitude due à l'échantillonnage de l'exposition sonore : $\varepsilon 1$
(Tableau 1 de l'annexe A)
- Incertitude due à l'appareillage de mesure : $\varepsilon 2$

Pour appliquer la présente norme. on considère que :

→ appareillage de classe 1. $\varepsilon 2 = \pm 0.5 \text{ dB(A)}$;

→ appareillage de classe 2. $\varepsilon 2 = \pm 1.5 \text{ dB(A)}$.

→ appareillage porté (exposimètre ou sonomètre intégrateur à mémoire).
 $\varepsilon 2 = \pm 1.5 \text{ dB(A)}$.

Calcul de la précision des mesurages

- Incertitude totale sur le niveau sonore moyen : ε

$$\varepsilon = (\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)^{0.5}$$

- Évaluation du niveau d'exposition quotidienne au bruit

$$L_{Aeq.Te}^* = L_{Aeq.T} + \varepsilon$$

$$L_{Aeq.Te} = \sum_n L_i + 0.115 S_L^2$$

$$L_{EX.8h} = L_{Aeq.Te}^* + 10 \lg (T_e / T_0)$$

Annexe A normative

Evaluation de l'incertitude d'échantillonnage

L'incertitude due à l'échantillonnage de l'exposition au bruit d'un GEH ou d'une personne (voir 6.3.2) notée ε_1 , est fonction du nombre N des mesurages effectués et de leur écart type S_L exprimé en dB(A). Sa valeur, $\varepsilon_1(N, S_L)$, est indiquée dans le tableau 1.

C'est la valeur exprimée en dB(A) d'un intervalle de confiance unilatéral à 95%, sous hypothèse log-normale pour les valeurs d'exposition au bruit $E_{A,T}$ (exprimée en Pa².h) ou sous l'hypothèse équivalente de normalité des niveaux sonores, en dB(A).

Annexe A normative

Evaluation de l'incertitude d'échantillonnage

N	Ecart type S_L des valeurs mesurées $L_{Aeq,T}$ en dB											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3.0	3.5	4	4.5	5	5.5	6
5	0.5	1.1	1.9	2.8	4.0	5.4	<i>7.2</i>	<i>9.1</i>	<i>11.4</i>	<i>13.9</i>	<i>16.7</i>	<i>19.8</i>
6	0.4	0.9	1.5	2.3	3.2	4.2	5.5	<i>6.9</i>	<i>8.6</i>	<i>10.4</i>	<i>12.4</i>	<i>14.6</i>
7	0.4	0.8	1.3	2.0	2.7	3.5	4.5	5.7	<i>7.0</i>	<i>8.4</i>	<i>10.0</i>	<i>11.8</i>
8	0.4	0.7	1.2	1.7	2.4	3.1	3.9	4.9	6.0	<i>7.2</i>	<i>8.5</i>	<i>10.0</i>
9	0.3	0.7	1.1	1.6	2.1	2.8	3.5	4.3	5.3	<i>6.3</i>	<i>7.5</i>	<i>8.8</i>
10	0.3	0.6	1.0	1.4	1.9	2.5	3.2	3.9	4.8	5.7	<i>6.7</i>	<i>7.9</i>
12	0.3	0.6	0.9	1.3	1.7	2.2	2.7	3.3	4.0	4.8	5.7	<i>6.6</i>
14	0.2	0.5	0.8	1.1	1.5	1.9	2.4	3.0	3.6	4.2	5.0	5.8
16	0.2	0.5	0.7	1.0	1.4	1.8	2.2	2.7	3.2	3.8	4.5	5.2
18	0.2	0.4	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.5	2.9	3.5	4.1	4.7
20	0.2	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	2.7	3.2	3.8	4.3
25	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7
30	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.2	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	3.3

Lorsque l'incertitude d'échantillonnage est supérieures à 6 dB(A). ce qui correspond aux valeurs indiquées en italique. il est souhaitable de reprendre ou de modifier le plan de mesurage afin d'obtenir une incertitude plus faible.

Exemple de calcul

Dans un GEH défini par une fonction de production spécifiée. on a effectué 10 mesurages de niveaux acoustiques continus équivalents. à l'aide d'un exposimètre de classe 2.

Te. la durée totale effective de la journée de travail de ce GEH est égale à 7 h 30 min.

Les mesurages donnent les résultats $L_{Aeq}(j)$. en dB(A) suivants :

$L_{Aeq}(j)$	81	94	88	84.5	90	83	87	92	85.5	89
--------------	----	----	----	------	----	----	----	----	------	----

Exemple de calcul

Expression des résultats du GEH selon les spécifications de l'annexe C :

\bar{L}	Moyenne arithmétique des valeurs mesurées $L_{Aeq}(j)$	= 87.4 dB(A)
S_L	Ecart type des valeurs mesurées $L_{Aeq}(j)$	= 4.0 dB(A)
ε_1	Incertitude d'échantillonnage (voir en 6.3.2) (valeur lue dans le tableau 1. pour $N = 10$ et $S_L = 4$)	= 3.9 dB(A)
ε_2	Incertitude d'appareillage de mesure (appareil de classe 2)	= 1.5 dB(A)
ε	Incertitude totale (voir en 6.3.2) $\varepsilon = (\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)^{0.5} = \sqrt{17,5}$	= 4.2 dB(A)
$L_{Aeq,Te}^*$	Évaluation du niveau acoustique continu équivalent $L_{Aeq,Te}^* = 87.4 + 0.115 S_L^2 + \varepsilon$	= 93.4 dB(A)
$L_{EX.8h}$	Niveau d'exposition quotidienne au bruit du GEH $L_{EX.8h} = L_{Aeq,Te}^* + 10 \log(Te/T_0) = 93.4 - 0.3$	= 93.1 dB(A)

Résultat final arrondi : 93.0 dB(A)

Protection du voisinage contre le bruit

Installations classées
pour la protection de
l'environnement
(ICPE)

GAMBA
ACOUSTIQUE
— DEPUIS 1976 —
& ASSOCIÉS

Loi du 19 juillet 1976
relative aux installations classées
pour la protection de l'environnement

DECRET 77-1133 du 21 septembre 1977

ARRETE du 20 août 1985

ARRETE du 23 janvier 1997

- Installations nouvelles autorisation postérieure à 1-7-97
- Modification autorisée postérieure à 1-7-97

ARRETES SPECIFIQUES

29/02/92
Élevage de :
- Bovins
- Porc (>450).

13/06/94
Élevage de
Volailles

14/05/93
industrie du verre

6/01/94
industrie papetière

22/09/94
carrières et
premiers traitements

Arrêté du 20 août 85

- **Présomption de nuisance acoustique si**
 - L_{limite} dépassé
 - $e \geq 3 \text{ dB(A)}$
- **Si installation à l'intérieur d'un immeuble**
 - L_{limite} : 35 dB(A) jour habitations.
30 dB(A) nuit habitations.
 - L_{limite} : 45 dB(A) J/N bureaux.
 - L_{limite} : 55 dB(A) J/N industries.

Arrêté du 20 août 85

- Si installation à l'extérieur

- $L_{\text{limite}} : 45 \text{ dB(A)} + C_T + C_Z$
 - $C_T = 0$ (jour)
 - $= -5$ (Per.int. + Dim & JF)
 - $= -10$ (nuit)

$$0 \leq C_Z \leq 25$$

- Étude prévisionnelle

- Mesures

- $L_R = L_{\text{Aeq}(t1.t2)} + C_1 + C_2$
 - $0 \leq C_1 \leq 10$: bruits impulsionnels
 - $C_2 = 5$: tonalité marquée

Arrêté du 23 janvier 97

- Installations construites. équipée. exploitées
 - ... son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits
 - ... santé. sécurité. ... nuisance pour le voisinage
- Émergences admissibles

L_{ambient} total	Émergence admissible	
	Jour	Nuit
$35 < L_{\text{amb}} \leq 45$	6	4
$L_{\text{amb}} > 45$	5	3

Arrêté du 23 janvier 97

- Niveaux de bruit admissibles en limite de propriété
 - Pour respect de e et
 - < 70 dB(A) de jour
60 dB(A) de nuit et
 - < critères limites initiaux
- Tonalité < 30 % du temps
- Vérifications périodiques

Arrêté du 23 janvier 97

$$e = L_{\text{amb}} - L_{\text{résid}}$$

$L_{\text{amb}} = L_{\text{total}}$ y compris

- Bruit de toutes les installations situées au sein du même établissement
- Véhicules et engins

$L_{\text{résiduel}} =$ Bruit sans l'installation (existante et projetée)

Arrêté du 23 janvier 97

Zones à émergence réglementée :

- À l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers **EXISTANTS** à l'extérieur le plus proche (terrasses, cours, jardins).
- Les zones constructibles définies dans documents d'urbanismes opposables et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation.
- À l'intérieur et à l'extérieur des immeubles postérieurs dans les zones constructibles à l'**EXCLUSION** des parties extérieures dans zones artisanales ou industrielles.

(en cas de modification. peut ne pas s'appliquer avant 200 m)

Code du TRAVAIL	Protection des SALARIES contre le bruit	Mesurage EXPOSITION , Emission MACHINE , Réverbération BATIMENTS	R-232-8 (Décret 88-405 du 21/04/88) R-233-104-1 R-235-11 (Arrêté 30/08/90)
Code de la CONSTRUCTION	HABITAT	Caractéristiques acoustiques des BATIMENTS D'HABITATION	Arrêté 30/06/99 (NRA)
LOI contre le bruit (loi 92-1444 du 31/12/92)	BATIMENTS PUBLICS	Enseignement, Santé, Sportifs, Hôtels, ...	Arrêté 09/01/95
	AERODROMES	Plan de gêne en 3 zones Taxes travaux acoustiques	Décret 94-236 du 18/03/94 Arrêté 14/12/94
	INFRA-STRUCTURES TERRESTRES	Classement des voies Limitation de la nuisance	Décret 95-24 du 9/01/95 Décret 9-22 du 9/01/95

	LIEUX MUSICAUX	Impact des nuisances sonores	Décret 98-1143 du 15:12/98
	OBJETS BRUYANTS	Limitation du bruit	Décret 95-79 du 23/01/95
	BRUITS DE VOISINAGE Installations non classées	Modalité des mesures	Décret 95-408 du 18/04/95 Arrêté 10/05/95
LOI relative aux Installations classées pour la protection de l'environnement (loi 76-663 du 19/07/76)	BRUIT dans L'ENVIRONNEMENT	Etude d'impact	Arrêté 20/08/85 Arrêté 01/03/93 Abrogé Arrêté 23/01/97 Arrêtés spécifiques