

---

# Norme internationale



# 7029

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

## Acoustique — Seuil normal d'audition par conduction aérienne en fonction de l'âge et du sexe pour les personnes otologiquement normales

*Acoustics — Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons*

Première édition — 1984-12-15

**ITeH STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 7029:1984

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1c91d377-cc85-405a-b49b-c56ee122453b/iso-7029-1984>

---

CDU 534.75 : 612.85

Réf. n° : ISO 7029-1984 (F)

Descripteurs : acoustique, audiométrie, humain, audibilité, seuil d'audition.

Prix basé sur 8 pages

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 7029 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)

ISO 7029:1984

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1c91d377-ce85-405a-b49b-c56ee122453b/iso-7029-1984>

# Acoustique — Seuil normal d'audition par conduction aérienne en fonction de l'âge et du sexe pour les personnes otologiquement normales

iTeh STANDARD PREVIEW

## 0 Introduction

Il est bien connu que la sensibilité de l'ouïe a tendance, chez l'homme, à baisser progressivement avec l'âge, et que la perte d'audition dans les hautes fréquences est généralement plus rapide que dans les basses fréquences. En outre, l'ampleur de cet effet varie grandement d'un individu à l'autre.

On a pu normaliser des données (voir ISO 389) spécifiant les valeurs modales du seuil d'audition pour des personnes jeunes présentant des caractéristiques otologiques normales (comme définies dans l'ISO 389); ces données servent de base à l'établissement des audiomètres à sons purs. Elles ne font aucune discrimination entre sexes et elles ne spécifient pas la technique audiométrique à laquelle elles s'appliquent. On sait aujourd'hui que ces distinctions devraient en principe être faites pour obtenir la valeur la plus précise du zéro audiométrique. Dans la présente Norme internationale on a fait la distinction entre les hommes et les femmes, car on a constaté que la différence est significative dans le cas des personnes âgées. Lorsqu'un individu d'un âge nettement supérieur à 18 ans est soumis à l'audiométrie, une fraction de toute perte d'audition observée serait susceptible d'être associée à l'âge, et il est donc important d'en tenir compte dans l'estimation de la perte d'audition qui sera attribuée aux autres causes examinées. La normalisation de données universellement acceptables dans ce but répond de plus à un besoin.

Il existe dans différentes publications de nombreuses données relatives à l'élévation du niveau liminaire d'audition dû au vieillissement, mais elles présentent certaines discordances numériques qui peuvent être attribuées à l'utilisation de différents critères de sélection pour les échantillons de population, de différentes techniques audiométriques, etc. Cependant, une analyse approfondie des données a permis d'établir un ensemble représentatif de valeurs. La présente Norme internationale

se fonde sur ces valeurs qui concernent des populations sélectionnées de personnes otologiquement normales comme définies ici.

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie pour la gamme de fréquences audiométriques de 125 à 8 000 Hz et pour des groupes de personnes otologiquement normales d'un âge donné compris entre 18 et 70 ans inclus :

- la valeur attendue pour la médiane du déplacement du seuil d'audition par rapport à un groupe de personnes âgées de 18 ans;
- la distribution statistique attendue de part et d'autre de la valeur médiane (voir note 2 en 4.1).

Les données de la présente Norme internationale sont applicables comme statistique descriptive des seuils d'audition des populations de différents âges. Un exemple de cette application est son emploi comme ligne de base pour estimer l'importance de la perte d'audition causée dans une population par un agent spécifique, par exemple le bruit, et dans ce sens, les données de la présente Norme internationale sont reprises comme « Base de données A » dans l'ISO 1999. Ces données peuvent également être utilisées pour la comparaison de l'audition d'un individu avec la distribution normale des niveaux liminaires d'audition pour le groupe de personnes d'un âge donné. Dans le diagnostic audiolgique d'un individu, il n'est cependant pas possible de déterminer avec précision quelles modifications du niveau liminaire d'audition sont imputables à l'accumulation avec l'âge d'effets nocifs pour l'audition et quelles modifications sont imputables à d'autres facteurs tel que le bruit, par exemple.

## 2 Références

ISO 389, *Acoustique — Zéro normal de référence pour l'étalonnage des audiomètres à sons purs.*

ISO 1999, *Acoustique — Détermination de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du dommage auditif induit par le bruit.*<sup>1)</sup>

ISO 6189, *Acoustique — Audiométrie liminaire tonale en conduction aérienne pour les besoins de la préservation de l'ouïe.*

ISO 8253, *Acoustique — Méthodes d'essais audiométriques en sons purs.*<sup>2)</sup>

Publication CEI 645, *Audiomètres.*

## 3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables.

**3.1 sujet otologiquement normal:** Personne dont l'état de santé est normal, dont les conduits auditifs externes sont libres de cérumen, qui n'a pas de pathologie audiolologique connue et qui, dans le passé, n'a pas été exposée au bruit de façon excessive.

**3.2 niveau liminaire d'audition (pour une oreille donnée à une fréquence spécifiée):** Seuil d'audition, exprimé en décibels comme niveau d'audition, déterminé, par une méthode spécifiée, au moyen d'un audiomètre tonal en conduction aérienne.

### NOTES

1 Les caractéristiques des audiomètres sont spécifiées dans la Publication CEI 645.

2 Pour l'étalonnage des audiomètres, voir ISO 389.

3 Des conditions d'essai appropriées sont données par exemple dans l'ISO 6189 et l'ISO 8253.

**3.3 niveau d'audition:** Niveau de pression acoustique d'un son, d'une fréquence donnée, produit par l'écouteur d'un audiomètre tonal dans un coupleur acoustique d'un type spécifié, exprimé en décibels par rapport au niveau de référence équivalent de pression acoustique liminaire (zéro audiométrique) pour cette fréquence et pour l'ensemble considéré écouteur-coupleur acoustique.

NOTE — Les valeurs du niveau de référence équivalent de pression acoustique liminaire pour différents types d'écouteurs sont spécifiées dans l'ISO 389.

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO 1999-1975.)

2) Actuellement au stade de projet.

## 4 Spécification

### 4.1 Valeurs médianes

La valeur médiane de la dégradation du seuil d'audition de sujets otologiquement normaux âgés de  $Y$  années doit être calculée par l'équation suivante :

$$H_{md,Y} = \alpha(Y - 18 \text{ ans})^2 + H_{md,18} \quad \dots (1)$$

où  $H_{md,18}$  est la valeur médiane du niveau liminaire d'audition de sujets otologiquement normaux du même sexe et âgés de 18 ans.

### NOTES

1 Dans la pratique,  $H_{md,18}$  peut être considéré égal à zéro, ce qui correspond au seuil d'audition de sujets jeunes, conformément aux spécifications de l'ISO 389.

2 Les valeurs médianes spécifiées dans la présente Norme internationale ne sont pas les valeurs modales utilisées dans l'ISO 389.

Les valeurs du coefficient  $\alpha$  pour les hommes et les femmes doivent être celles données au tableau 1.

La gamme de valeurs  $Y$  pour laquelle s'applique l'équation (1) s'étend de 18 à 70 ans inclusivement.

**Tableau 1 — Valeurs du coefficient  $\alpha$  utilisées pour déterminer la valeur médiane de la dégradation du seuil d'audition d'une population otologiquement normale d'un âge donné**

Fréquence, en Hz	Valeur de $\alpha$ , en dB/an <sup>2</sup>	
	Hommes	Femmes
125	0,003 0	0,003 0
250	0,003 0	0,003 0
500	0,003 5	0,003 5
1 000	0,004 0	0,004 0
1 500	0,005 5	0,005 0
2 000	0,007 0	0,006 0
3 000	0,011 5	0,007 5
4 000	0,016 0	0,009 0
6 000	0,018 0	0,012 0
8 000	0,022 0	0,015 0

### 4.2 Distribution statistique

**4.2.1** Dans le cadre de la présente Norme internationale, la distribution statistique des niveaux liminaires d'audition de sujets otologiquement normaux d'un âge donné doit être approchée par deux moitiés distinctes de deux distributions normales (Gaussiennes). Une moitié se situe au-dessus de la valeur médiane,  $H_{md,Y}$ , et sa plus grande dispersion est caractérisée par le paramètre  $s_u$ . L'autre moitié se situe au-dessous de la valeur médiane et sa plus petite dispersion est caractérisée par le paramètre  $s_l$ .

Les valeurs, en décibels, des paramètres  $s_u$  et  $s_l$  sont données par les équations suivantes :

$$s_u = b_u + 0,445 H_{md,Y} \quad \dots (2)$$

$$s_l = b_l + 0,356 H_{md,Y} \quad \dots (3)$$

où  $b_u$  et  $b_l$  ont les valeurs indiquées dans le tableau 2.

NOTE — Les paramètres  $s_u$  et  $s_l$  sont définis de façon à correspondre aux écarts-types des distributions normales dont les moitiés supérieure et inférieure englobent respectivement la distribution réelle des niveaux liminaires d'audition.

Pour calculer  $s_u$ , rechercher dans le tableau 2 la fréquence et le sexe concerné pour déterminer  $b_u$ , et ensuite appliquer l'équation (2) pour déterminer  $s_u$ . De la même façon, déterminer  $b_l$  à partir du tableau 2 et ensuite appliquer l'équation (3) pour déterminer  $s_l$ .

**Tableau 2 — Valeurs des paramètres  $b_u$  et  $b_l$  utilisés pour déterminer respectivement les parties supérieure et inférieure de la distribution statistique des niveaux liminaires d'audition centrée sur la valeur médiane, pour une population otologiquement normale d'un âge donné**

Fréquence, en Hz	Valeur de $b_u$ , en dB		Valeur de $b_l$ , en dB	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
125	7,23	6,67	5,78	5,34
250	6,67	6,12	5,34	4,89
500	6,12	6,12	4,89	4,89
1 000	6,12	6,12	4,89	4,89
1 500	6,67	6,67	5,34	5,34
2 000	7,23	6,67	5,78	5,34
3 000	7,78	7,23	6,23	5,78
4 000	8,34	7,78	6,67	6,23
6 000	9,45	8,90	7,56	7,12
8 000	10,56	10,56	8,45	8,45

4.2.2 Pour déterminer le niveau liminaire d'audition que l'on peut s'attendre à voir dépassé par une fraction donnée,  $Q$ , d'une population otologiquement normale d'un âge donné, procéder comme décrit en 4.2.2.1 ou 4.2.2.2.

NOTE — L'annexe B donne des valeurs du niveau liminaire d'audition pour diverses valeurs des paramètres.

4.2.2.1 Pour une fraction  $Q$  de la population telle que  $0,05 < Q < 0,5$ , la valeur est donnée par l'équation suivante :

$$H_{Q,Y} = H_{md,Y} + k \times s_u \quad \dots (4)$$

où  $k$  est une fonction de  $Q$ , comme spécifié en 4.2.2.3.

4.2.2.2 Pour une fraction  $Q$  de la population telle que  $0,5 < Q < 0,95$ , la valeur est donnée par l'équation suivante :

$$H_{Q,Y} = H_{md,Y} - k \times s_l \quad \dots (5)$$

où  $k$  est une fonction de  $Q$ , comme spécifié en 4.2.2.3.

4.2.2.3 Les valeurs du multiplicateur  $k$  correspondant à la distribution normale (gaussienne) sont données dans le tableau 3 pour des valeurs de la fraction  $Q$  prises à des intervalles de 0,01 (1 %) entre 0,05 et 0,95 (5 % à 95 %).

**Tableau 3 — Valeurs du multiplicateur  $k$**

$Q$		$k$	$Q$		$k$
0,05	0,95	1,645	0,26	0,74	0,643
0,06	0,94	1,555	0,27	0,73	0,613
0,07	0,93	1,476	0,28	0,72	0,583
0,08	0,92	1,405	0,29	0,71	0,553
0,09	0,91	1,341	0,30	0,70	0,524
0,10	0,90	1,282	0,31	0,69	0,496
0,11	0,89	1,227	0,32	0,68	0,468
0,12	0,88	1,175	0,33	0,67	0,440
0,13	0,87	1,126	0,34	0,66	0,413
0,14	0,86	1,080	0,35	0,65	0,385
0,15	0,85	1,036	0,36	0,64	0,359
0,16	0,84	0,995	0,37	0,63	0,332
0,17	0,83	0,954	0,38	0,62	0,306
0,18	0,82	0,915	0,39	0,61	0,279
0,19	0,81	0,878	0,40	0,60	0,253
0,20	0,80	0,842	0,41	0,59	0,228
0,21	0,79	0,806	0,42	0,58	0,202
0,22	0,78	0,772	0,43	0,57	0,176
0,23	0,77	0,739	0,44	0,56	0,151
0,24	0,76	0,706	0,45	0,55	0,126
0,25	0,75	0,675	0,46	0,54	0,100
			0,47	0,53	0,075
			0,48	0,52	0,050
			0,49	0,51	0,025
			0,50		0,000

NOTE — En raison d'incertitudes dans les données expérimentales sur lesquelles se fonde la présente Norme internationale, les queues des distributions statistiques pour  $0 < Q < 0,05$  et pour  $0,95 < Q < 1$  ne sont pas fiables et ne sont pas reprises dans le tableau.

## Annexe A

### Exemple numérique pour illustrer la procédure

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

#### A.1 Exemple

Calculer le niveau liminaire d'audition dépassé par 25 % d'une population mâle otologiquement normale âgée de 60 ans pour une fréquence audiométrique de 4 000 Hz.

#### A.2 Mode opératoire

**Opération 1 :** Le tableau 1, pour les hommes et la fréquence 4 000 Hz donne  $\alpha = 0,016 \text{ dB/an}^2$

**Opération 2 :** L'équation (1) avec  $Y = 60$  ans et  $\alpha = 0,016 \text{ dB/an}^2$  donne  $H_{\text{md},60} = 28,2 \text{ dB} + H_{\text{md},18} = 28,2 \text{ dB}$

(voir la note en 4.1)

**Opération 3 :** Le tableau 2, pour les hommes, et la fréquence 4 000 Hz, donne  $b_u = 8,34 \text{ dB}$

NOTE — L'exemple concerne 25 % de la population (quartile supérieur), le paramètre recherché est donc celui qui correspond à la distribution au-dessus de la valeur médiane, c'est-à-dire  $b_u$ .

**Opération 4 :** L'équation (2) avec  $b_u = 8,34 \text{ dB}$  et  $H_{\text{md},60} = 28,2 \text{ dB}$  donne  $s_u = 20,89 \text{ dB}$

**Opération 5 :** Le tableau 3 pour  $Q = 0,25$  (25 %) donne  $k = 0,675$

**Opération 6 :** L'équation (4) avec  $H_{\text{md},60} = 28,2 \text{ dB}$ ,  $k = 0,675$  et  $s_u = 20,89 \text{ dB}$  donne le niveau liminaire d'audition recherché, soit  $H_{25,60} = 42,3 \text{ dB}$

**Opération 7 :** Il convient d'arrondir le résultat au nombre entier le plus proche, 42 dB.

## Annexe B

## Valeurs choisies de la médiane et de la distribution statistique des niveaux liminaires d'audition

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

Les valeurs de la médiane [voir 4.1, équation (1)] et de la distribution statistique [voir 4.2.2.1, équation (4) et 4.2.2.2, équation (5)] des niveaux liminaires d'audition sont indiquées dans le tableau 4 pour des valeurs choisies des paramètres.

NOTE — La référence [18] comprend des tableaux plus complets, dérivés des mêmes équations.

**Tableau 4 — Valeurs, arrondies au décibel entier le plus proche, du niveau liminaire d'audition dans la gamme de fréquences de 125 à 8 000 Hz, exprimées par rapport à la valeur médiane du niveau liminaire d'audition à l'âge de 18 ans, que l'on peut s'attendre à voir dépassées par des fractiles compris entre 0,1 et 0,9 (de 10 à 90 %) de groupes d'hommes et de femmes otologiquement normaux, à des intervalles d'âge de 10 ans, pour un âge compris entre 20 et 70 ans**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

Fréquence, en Hz	Âge, en ans	Hommes					Femmes				
		0,9	0,75	0,5	0,25	0,1	0,9	0,75	0,5	0,25	0,1
125	20	-7	-4	0	5	9	-7	-4	0	5	9
	30	-7	-4	0	5	10	-7	-3	0	5	9
	40	-7	-3	2	7	12	-6	-2	2	6	11
	50	-6	-2	3	9	14	-5	-1	3	9	13
	60	-4	0	5	12	18	-4	0	5	11	17
	70	-3	2	8	15	22	-2	3	8	15	21
250	20	-7	-4	0	5	9	-6	-3	0	4	8
	30	-7	-3	0	5	9	-6	-3	0	5	9
	40	-6	-2	2	6	11	-5	-2	2	6	10
	50	-5	-1	3	9	13	-5	-1	3	8	13
	60	-4	0	5	11	17	-3	1	5	11	16
	70	-2	3	8	15	21	-2	3	8	15	21
500	20	-6	-3	0	4	8	-6	-3	0	4	8
	30	-6	-3	1	5	9	-6	-3	1	5	9
	40	-5	-2	2	6	11	-5	-2	2	6	11
	50	-4	-1	4	9	14	-4	-1	4	9	14
	60	-3	1	6	12	18	-3	1	6	12	18
	70	-1	4	10	16	23	-1	4	10	16	23
1 000	20	-6	-3	0	4	8	-6	-3	0	4	8
	30	-6	-3	1	5	9	-6	-3	1	5	9
	40	-5	-2	2	7	11	-5	-2	2	7	11
	50	-4	0	4	9	14	-4	0	4	9	14
	60	-2	2	7	13	19	-2	2	7	13	19
	70	0	5	11	18	25	0	5	11	18	25
1 500	20	-7	-4	0	5	9	-7	-4	0	5	9
	30	-6	-3	1	6	10	-6	-3	1	5	10
	40	-5	-2	3	8	13	-5	-2	2	8	12
	50	-4	1	6	12	17	-4	0	5	11	17
	60	-2	4	10	17	24	-2	3	9	16	22
	70	1	8	15	24	32	1	7	14	22	30

Tableau 4 (fin)

Fréquence, en Hz	Âge, en ans	Hommes					Femmes				
		0,9	0,75	0,5	0,25	0,1	0,9	0,75	0,5	0,25	0,1
2 000	20	-7	-4	0	5	9	-7	-4	0	5	9
	30	-7	-3	1	6	11	-6	-3	1	6	10
	40	-6	-1	3	9	15	-5	-1	3	8	13
	50	-3	2	7	14	21	-3	1	6	13	18
	60	-1	6	12	21	29	-1	4	11	18	25
	70	3	11	19	30	39	2	9	16	26	34
3 000	20	-8	-4	0	5	10	-7	-4	0	5	9
	30	-7	-3	2	7	13	-7	-3	1	6	11
	40	-5	0	6	13	19	-5	-1	4	10	15
	50	-2	5	12	21	29	-3	2	8	15	21
	60	3	11	20	32	42	0	6	13	22	30
	70	9	19	31	46	59	4	12	20	31	41
4 000	20	-8	-4	0	6	11	-8	-4	0	5	10
	30	-7	-3	2	9	14	-7	-3	1	7	12
	40	-4	1	8	16	23	-6	-1	4	11	17
	50	0	8	16	27	36	-3	3	9	17	24
	60	7	17	28	42	55	1	8	16	26	35
	70	15	28	43	62	79	5	14	24	37	48
6 000	20	-10	-5	0	7	12	-9	-5	0	6	12
	30	-8	3	9	10	16	-8	-3	2	8	14
	40	-5	2	9	18	26	-6	0	6	14	21
	50	0	9	18	30	41	-2	5	12	22	31
	60	8	19	32	48	62	2	11	21	34	45
	70	17	32	49	70	>80	9	20	32	48	62
8 000	20	-11	-6	0	7	14	-11	-6	0	7	14
	30	-9	-3	3	11	19	-10	-4	2	10	17
	40	-5	2	11	21	30	-7	0	7	17	25
	50	1	11	23	36	49	-3	6	15	27	38
	60	10	24	39	58	75	4	14	27	42	55
	70	22	40	60	>80	>80	11	25	41	60	77

## Bibliographie

Les références marquées\* comprennent les données sur les hommes et les femmes otologiquement normaux, utilisées pour la préparation de la spécification donnée dans le chapitre 4. Une description de l'analyse de ces données est indiquée dans la référence [15].

- [1] BEASLEY, W.C. *The national health survey, 1935-1936*. US Public Health Service, 1938.
- [2] BERGER, E.H., ROYSTER, L.H., et THOMAS, W.G. Hearing levels of non-industrial noise exposed subjects. *Journ. Occup. Med.* **19**, 1977 : pp. 664-670.
- [3] CORSO, J.F., \*Age and sex differences in pure-tone thresholds. *Arch. Otolaryngol.* **77**, 1963 : pp. 385-405.
- [4] GLORIG, A., et NIXON, J., \*Hearing loss as a function of age. *Laryngoscope* **72**, 1962 : pp. 1596-1610.
- [5] GLORIG, A., et ROBERTS, J., *Hearing levels of adults by age and sex, United States 1960-1962*. National Center for Health Statistics, Series 11, Number 11, 1965, US Government Printing Office, Washington DC.
- [6] GLORIG, A., WHEELER, D., QUIGGLE, R., GRINGS, W., et SUMMERFIELD, A., *1954 Wisconsin State Fair hearing survey : Statistical treatment of clinical and audiometric data, 1957*, American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology, Los Angeles.
- [7] HINCHCLIFFE, R., \*The threshold of hearing as a function of age. *Acustica* **9**, 1959 : pp. 303-308.
- [8] HINCHCLIFFE, R., et JONES, W.I., \*Hearing levels of a suburban Jamaican population. *Int. Audiol.* **7**, 1968 : pp. 239-258.
- [9] JATHO, K., et HECK, K.H., \*Schwellenaudiometrische Untersuchungen über die Progredienz und Charakteristik der Altersschwerhörigkeit in den verschiedenen Lebensabschnitten (zugleich ein Beitrag zur Pathogenese der Presbyakusis). *Zeitschr. Laryng.-Rhinol.-Otol.* **38**, 1959 : pp. 72-88.
- [10] JOHNSON, D.L., *Derivation of Presbycusis and permanent noise-induced threshold shift (NIPTS) to be used for the basis of a standard on the effects of noise on hearing*. AMRL-TR-78-128, 1978.
- [11] KELL, R.L., PEARSON, J.C.G., et TAYLOR, W., \*Hearing thresholds of an island population in North Scotland. *Int. Audiol.* **9**, 1970 : pp. 334-349.
- [12] MARTIN, R.H., GIBSON, E.S., et LOCKINGTON, J.N. Occupational hearing loss between 85 and 90 dBA. *Journ. Occup. Med.* **17**, 1975 : pp.13-18.
- [13] PALVA, A., et JOKINEN, K., Presbycusis : V — Filtered speech test. *Acta Otolaryng.* **70**, 1970 : pp. 232-241.
- [14] ROBINSON, D.W., et DADSON, R.S., A re-determination of the equal-loudness relations for pure tones. *Br. Journ. App. Phys.* **7**, 1956 : pp. 166-181.
- [15] ROBINSON, D.W., et SUTTON, G.J., Age effect in hearing — a comparative analysis of published threshold data. *Audiology* **18**, 1979 : pp. 320-334.
- [16] ROCHE, A.F., SIERVOGEL, R.M., HIMES, J.H., et JOHNSON, D.L., \*Longitudinal study of human hearing : its relationship to noise and other factors. AMRL-TR-76-110, 1976.
- [17] ROSEN, S., BERGMAN, M., PLESTER, D., EL-MOFTY, A., et SATTI, M.H., Presbycusis study of a relatively noise-free population in the Sudan. *Ann. Otol. Rhin. Laryng.* **71**, 1962 : pp. 727-735.
- [18] SHIPTON, M.S., *Tables relating pure-tone audiometric threshold to age*. Acoustics Rpt Ac **94**, 1979, UK National Physical Laboratory, Teddington.
- [19] SPOOR, A., Presbycusis values in relation to noise induced hearing loss. *Int. Audiol.* **6**, 1967 : pp. 48-57.
- [20] SPOOR, A., et PASSCHIER-VERMEER, W., Spread in hearing-levels of non-noise exposed people at various ages. *Int. Audiol.* **8**, 1969 : pp. 328-336.
- [21] STEINBERG, J.C., MONTGOMERY, H.C., et GARDNER, M.B., Results of the World's Fair hearing tests. *Journ. Acoust. Soc. Amer.* **12**, 1940 : pp. 291-301.