



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**P.57**

(08/96)

SÉRIE P: QUALITÉ DE TRANSMISSION  
TÉLÉPHONIQUE

Appareils de mesures objectives

---

**Oreilles artificielles**

Recommandation UIT-T P.57

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

---

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE P  
QUALITÉ DE TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE

Vocabulaire et effets des paramètres de transmission sur l'opinion des usagers	P.10-P.29
Lignes et postes d'abonnés	P.300-P.399
Lignes et postes d'abonnés	P.30-P.39
Normes de transmission	P.40-P.49
Appareils de mesures objectives	P.500-P.599
<b>Appareils de mesures objectives</b>	<b>P.50-P.59</b>
Mesures électroacoustiques objectives	P.60-P.69
Mesures de la sonie vocale	P.70-P.79
Méthodes d'évaluation objective et subjective de la qualité	P.800-P.999
Méthodes d'évaluation objective et subjective de la qualité	P.80-P.99

*Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.*

## AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1<sup>er</sup>-12 mars 1993).

La Recommandation révisée UIT-T P.57, que l'on doit à la Commission d'études 12 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 30 août 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

---

### NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.

© UIT 1997

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>	
1	Domaine d'application.....	1
2	Objet.....	1
3	Références normatives .....	1
4	Définitions.....	1
5	Types d'oreille artificielle.....	4
5.1	Type 1 – CEI 318.....	4
5.2	Type 2 – CEI 711.....	4
5.3	Type 3.....	7
5.3.1	Type 3.1 – Simulateur de conque inférieure .....	8
5.3.2	Type 3.2 – Simulateur de pavillon simplifié.....	8
5.3.3	Type 3.3 – Simulateur de pavillon .....	13
5.3.4	Type 3.4 – Simulateur de pavillon (simplifié) .....	17
5.4	Etalonnage des oreilles artificielles types 1 et 3.2 .....	17
5.4.1	Essais de contrôle des caractéristiques du simulateur d'oreille occluse CEI 711 (type 3.2 uniquement) .....	17
5.4.2	Réponse en fréquence .....	17
5.4.3	Impédance acoustique d'entrée.....	19
5.5	Contrôle des caractéristiques des oreilles artificielles de types 2, 3.1, 3.3 et 3.4 .....	19
5.6	Conditions climatiques de référence.....	21
5.7	Spécifications générales.....	21
5.8	Fonction de correction DRP – ERP .....	21
Annexe A	– Procédure pratique de détermination de l'impédance acoustique d'entrée des oreilles artificielles.....	21
A.1	Introduction .....	21
A.2	Etalonnage de la sonde d'impédance.....	22
A.2.1	Réponse en fréquence du microphone sonde .....	22
A.2.2	Réponse en fréquence relative du microphone émetteur .....	23
A.2.3	Sensibilité absolue du microphone émetteur en tant que source sonore .....	23
A.3	Etalonnage de l'oreille artificielle.....	24
A.3.1	Détermination de l'impédance acoustique .....	24
A.3.2	Détermination de la sensibilité à la pression acoustique dans des conditions d'oreille fermée .....	24

## RÉSUMÉ

La présente Recommandation spécifie les caractéristiques électroacoustiques des oreilles artificielles aux fins d'utilisation pour les mesures téléphonométriques. Trois dispositifs sont spécifiés: un type pour les mesures dans la bande de base des postes téléphoniques traditionnels, un type pour la mesure des écouteurs à embout et un type reproduisant fidèlement les caractéristiques de l'oreille humaine.

Le dernier type (type 3) est spécifié sous la forme de quatre configurations. La quatrième de celles-ci (type 3.4), nouvelle adjonction de la présente Recommandation, est un simulateur de pavillon simplifié (c'est-à-dire pouvant être décrit de manière géométrique). De plus, les caractéristiques du type 3.2 (simulateur de pavillon simplifié) sont améliorées, compte tenu de l'expérience acquise par le fabricant dans la production en série de ce dispositif.

Une autre amélioration importante ajoutée à cette révision de la présente Recommandation concerne la formulation d'une nouvelle méthode d'étalonnage et la définition des caractéristiques d'impédance d'entrée applicables à l'oreille artificielle de type 1 (CEI 318).



## OREILLES ARTIFICIELLES

(Helsinki, 1993; révisée en 1996)

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie les oreilles artificielles à usage téléphonométrique. Trois types sont recommandés, représentant les divers types de transducteurs, de géométries et de procédés.

Les méthodes d'utilisation des oreilles artificielles ne font pas partie du domaine d'application de la présente Recommandation mais quelques règles générales sont proposées en matière de force d'application et de positionnement des transducteurs.

### 2 Objet

Trois types d'oreilles artificielles sont définis:

- 1) un type pour les mesures dans la bande de base des postes téléphoniques traditionnels;
- 2) un type pour la mesure des écouteurs à embout;
- 3) un type reproduisant fidèlement les caractéristiques de l'oreille humaine moyenne.

### 3 Références normatives

Les Recommandations et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute Recommandation ou autre référence est sujette à révision; tous les utilisateurs de la présente Recommandation sont donc invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références indiquées ci-après. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée régulièrement.

- [1] Publication 318 de la CEI:1970, *Une oreille artificielle de la CEI, à large bande, pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie.*
- [2] Publication 711 de la CEI:1981, *Simulateur d'oreille occluse pour la mesure des écouteurs couplés à l'oreille par des embouts.*
- [3] Recommandation UIT-T P.79 (1993), *Calcul des équivalents pour la sonie des postes téléphoniques*
- [4] Recommandation UIT-T P.38 (1993), *Caractéristiques de transmission des systèmes téléphoniques d'opératrice.*
- [5] Publication 1260 de la CEI:1995, *Electroacoustique – Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave.*
- [6] Publication 959 de la CEI:1990, *Simulateur provisoire de tête et de torse pour les mesures acoustiques des appareils de correction auditive à conduction aérienne.*

### 4 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**4.1 oreille artificielle:** Dispositif destiné à l'étalonnage des écouteurs, comprenant un coupleur acoustique et un microphone étalonné pour la mesure de la pression acoustique, et présentant une impédance acoustique globale semblable à celle de l'oreille humaine moyenne dans une gamme de fréquences donnée.

**4.2 point de référence oreille** (ERP, *ear reference point*): Point virtuel de référence géométrique situé à l'entrée de l'oreille de la personne qui écoute, traditionnellement utilisé pour le calcul des équivalents téléphonométriques pour la sonie.

**4.3 point d'entrée du canal auditif** (EEP, *ear canal entrance point*): Point situé au centre de l'orifice du canal auditif.

**4.4 point de référence tympan (DRP, ear-drum reference point):** Point situé à l'extrémité du conduit auditif, correspondant au plan du tympan.

**4.5 prolongateur de conduit auditif:** Tube cylindrique prolongeant vers la conque le conduit auditif imité par le simulateur d'oreille occluse.

**4.6 simulateur d'oreille:** Dispositif destiné à la mesure de la pression acoustique produite par un écouteur, chargé acoustiquement de manière bien définie, dans un domaine de fréquence spécifié. Il comporte essentiellement une cavité principale, des réseaux de charge acoustique et un microphone étalonné. L'emplacement du microphone est choisi de façon que la pression acoustique sur sa membrane corresponde approximativement à la pression acoustique appliquée au tympan humain.

**4.7 simulateur d'oreille occluse:** Simulateur d'oreille qui imite la partie interne du conduit auditif, depuis l'extrémité d'un embout jusqu'au tympan.

**4.8 simulateur de pavillon:** Dispositif qui possède approximativement la forme et les dimensions d'un pavillon d'une oreille d'adulte moyenne.

**4.9 écouteurs circumauraux:** Ecouteurs qui recouvrent le pavillon et prennent appui sur la surface crânienne périphérique. Le contact avec la tête est normalement assuré par des coussinets élastiques. Les écouteurs circumauraux peuvent entrer en contact avec le pavillon mais sans exercer de pression notable sur celui-ci (voir la Figure 1).

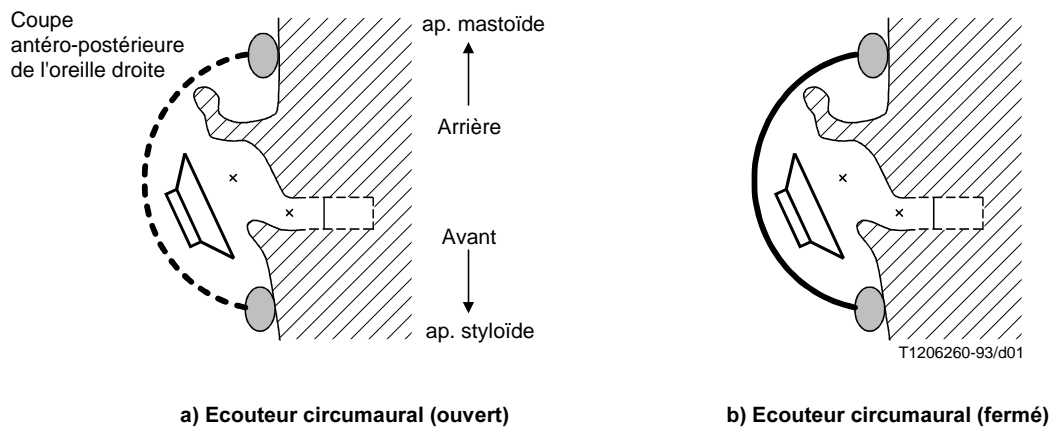


FIGURE 1/P.57

**4.10 écouteurs supra-auraux:** Ecouteurs qui reposent sur le pavillon et ont un diamètre extérieur (ou une dimension maximale) d'au moins 45 mm (voir la Figure 2).

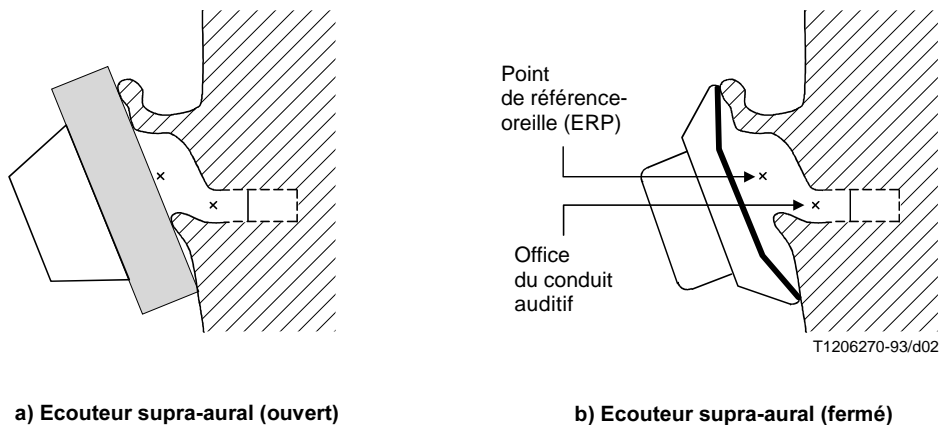


FIGURE 2/P.57



**4.11 écouteurs supraconques:** Ecouteurs destinés à reposer sur l'ourlet (ou hélix) de la conque, qui ont un diamètre (ou dimension maximale) supérieur à 25 mm, mais inférieur à 45 mm (voir la Figure 3).

**4.12 écouteurs intraconques:** Ecouteurs destinés à reposer à l'intérieur de la conque auriculaire. Ils ont un diamètre extérieur (ou dimension maximale) inférieur à 25 mm, mais ne sont pas conçus pour pénétrer dans le conduit auditif (voir la Figure 4).

**4.13 écouteurs à embout:** Ecouteurs destinés à pénétrer partiellement ou complètement dans le conduit auditif (voir la Figure 5).

**4.14 écouteurs acoustiquement ouverts (à couplage dit non hermétique):** Ecouteurs destinés à établir un trajet acoustique entre l'environnement extérieur et le conduit auditif.

**4.15 écouteurs acoustiquement fermés (à couplage dit hermétique):** Ecouteurs destinés à empêcher un quelconque couplage acoustique entre l'environnement extérieur et le conduit auditif.

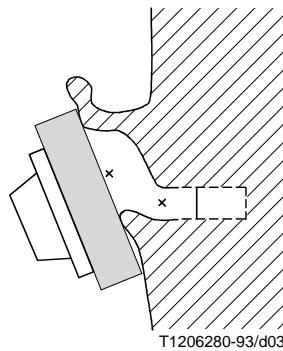
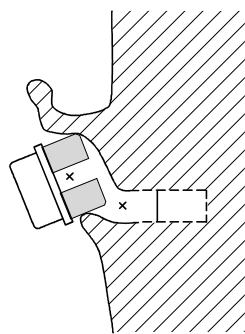
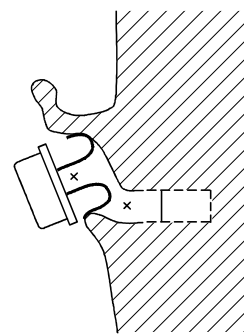


FIGURE 3/P.57  
**Ecouteur supraconque (ouvert)**



a) Ecouteur intraconque (ouvert)



b) Ecouteur intraconque (fermé)

FIGURE 4/P.57

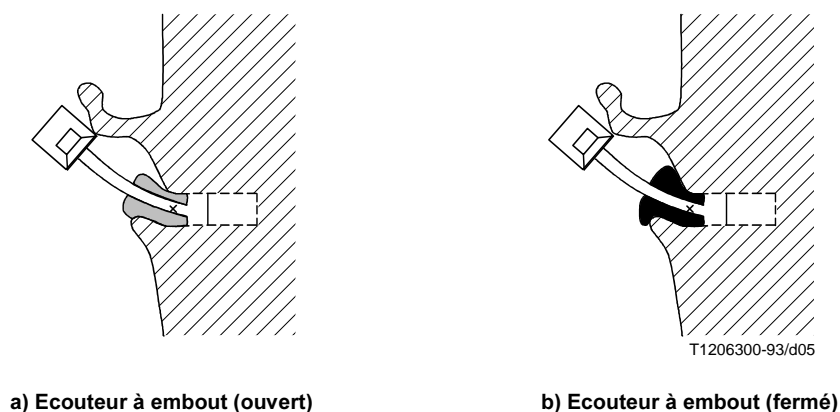


FIGURE 5/P.57

## 5 Types d'oreille artificielle

### 5.1 Type 1 – CEI 318

L'oreille artificielle de type 1 est spécifiée dans la Publication 318 de la CEI [1].

Il est recommandé que l'oreille artificielle de type 1 soit utilisée pour les mesures sur écouteurs supra-auraux et supraconques destinés aux applications à bande passante téléphonique (100 Hz à 4 kHz).

L'impédance acoustique d'entrée et la sensibilité en fréquence de l'oreille artificielle de type 1 sont déterminées par rapport au point de référence oreille ERP tel qu'indiqué au 5.4. Les valeurs nominales de l'impédance et les tolérances correspondantes sont indiquées au Tableau 1.

#### NOTES

- 1 L'oreille artificielle de type 1 ne convient pas pour la mesure des écouteurs à basse impédance acoustique.
- 2 L'oreille artificielle de type 1 est définie de manière à simuler la charge acoustique de l'oreille humaine en conditions d'absence de fuites. Pour les calculs d'équivalent pour la sonie à la réception selon les indications de la Recommandation P.79, il est recommandé de corriger les mesures au moyen des données de correction d'affaiblissement au niveau de l'oreille réelle  $L_E$  indiquées au Tableau 2/P.79.
- 3 Il est recommandé d'utiliser une force d'application comprise entre 5 N et 10 N pour placer les écouteurs contre l'oreille artificielle de type 1. La valeur de la force appliquée lors des mesures doit toujours être spécifiée.

### 5.2 Type 2 – CEI 711

L'oreille artificielle de type 2 est spécifiée dans la Publication 711 de la CEI [2].

Il est recommandé que l'oreille artificielle de type 2 soit utilisée pour les mesures sur écouteurs à embout, aussi bien hermétiques que non hermétiques.

La pression acoustique mesurée par l'oreille artificielle de type 2 est déterminée au point de référence tympan (DRP, *ear-drum reference point*). La fonction de correction indiquée aux Tableaux 2a (mesures à 1/3 d'octave) et 2b (mesures à 1/12 d'octave et sinusoïdales) doit être utilisée pour rapporter les données au point de référence oreille (ERP, *ear reference point*), lorsqu'il est nécessaire de calculer les équivalents pour la sonie ou de vérifier des résultats par rapport à des spécifications fondées sur des mesures rapportées à l'ERP.

NOTE – Pour les calculs d'équivalent pour la sonie à la réception selon les indications de la Recommandation P.79, les corrections d'affaiblissement au niveau de l'oreille réelle  $L_E$  doivent être effectuées tel qu'indiqué dans la Recommandation P.38.

TABLEAU 1/P.57

**Impédance acoustique (Type 1 – CEI 318 oreille artificielle)**

Fréquence	Imp. acoustique	Tolérance	Fréquence	Imp. acoustique	Tolérance
(Hz)	(dB re 1 Pa s/m <sup>3</sup> )	(± dB)	(Hz)	(dB re 1 Pa s/m <sup>3</sup> )	(± dB)
100	145,6	1	950	134,5	1
106	145,3	1	1000	134,0	1
112	145,0	1	1060	133,4	1
118	144,6	1	1120	132,8	1
125	144,3	1	1180	132,2	1
132	144,0	1	1250	131,7	1
140	143,7	1	1320	131,1	1
150	143,4	1	1400	130,6	1
160	143,2	1	1500	130,1	1
170	143,0	1	1600	129,6	1
180	143,0	1	1700	129,4	1
190	142,9	1	1800	129,2	1
200	142,8	1	1900	129,2	1
212	142,9	1	2000	129,3	1
224	142,9	1	2120	129,5	1
236	143,1	1	2240	129,7	1
250	143,2	1	2360	129,8	1
265	143,4	1	2500	129,8	1
280	143,5	1	2650	129,6	1
300	143,7	1	2800	129,2	1
315	143,6	1	3000	128,6	1
335	143,7	1	3150	127,9	1
355	143,6	1	3350	127,0	1
375	143,3	1	3550	125,9	1
400	143,0	1	3750	124,8	1
425	142,7	1	4000	123,2	1
450	142,2	1	4250	121,5	1
475	141,7	1	4500	119,5	1
500	141,3	1	4750	117,1	1
530	140,7	1	5000	114,2	1
560	140,1	1	5300	109,6	1
600	139,4	1	5600	104,7	1
630	138,9	1	6000	109,6	1
670	138,3	1	6300	113,6	1
710	137,6	1	6700	117,0	1
750	137,1	1	7100	119,5	1
800	136,4	1	7500	121,3	1
850	135,7	1	8000	123,2	1
900	135,1	1			

TABLEAU 2a/P.57

**S<sub>DE</sub> – Mesures au 1/3 d'octave**

Fréquence (Hz)	S <sub>DE</sub> (dB)
100	0,0
125	0,0
160	0,0
200	0,0
250	-0,3
315	-0,2
400	-0,5
500	-0,6
630	-0,7
800	-1,1
1000	-1,7
1250	-2,6
1600	-4,2
2000	-6,5
2500	-9,4
3150	-10,3
4000	-6,6
5000	-3,2
6300	-3,3
8000	-16,0
(10 000)	(-14,4)

S<sub>DE</sub> Fonction de transfert du DRP à l'ERP  
 $S_{DE} = 20 \log_{10} (P_E/P_D)$   
où:  
P<sub>E</sub> Pression acoustique à l'ERP  
P<sub>D</sub> Pression acoustique au DRP  
Les valeurs figurant dans ce tableau s'appliquent exclusivement aux mesures au 1/3 d'octave.

TABLEAU 2b/P.57

**S<sub>DE</sub> – Mesures au 1/12 d'octave**

Fréquence (Hz)	S <sub>DE</sub> (dB)	Fréquence (Hz)	S <sub>DE</sub> (dB)	Fréquence (Hz)	S <sub>DE</sub> (dB)	Fréquence (Hz)	S <sub>DE</sub> (dB)
92	0,1	290	-0,3	917	-1,3	2901	-11,0
97	0,0	307	-0,2	972	-1,4	3073	-10,5
103	0,0	325	-0,2	1029	-1,8	3255	-10,2
109	0,0	345	-0,2	1090	-2,0	3447	-9,1
115	0,0	365	-0,4	1155	-2,3	3652	-8,0
122	0,0	387	-0,5	1223	-2,4	3868	-6,9
130	0,0	410	-0,4	1296	-2,6	4097	-5,8
137	0,0	434	-0,6	1372	-3,1	4340	-5,0
145	0,0	460	-0,3	1454	-3,3	4597	-4,2
154	0,0	487	-0,7	1540	-3,9	4870	-3,3
163	0,0	516	-0,6	1631	-4,4	5158	-2,7
173	-0,1	546	-0,6	1728	-4,8	5464	-2,4
183	-0,1	579	-0,6	1830	-5,3	5788	-2,4
193	0,0	613	-0,6	1939	-6,0	6131	-2,5
205	0,1	649	-0,8	2053	-6,9	6494	-3,3
218	0,0	688	-0,8	2175	-7,5	6879	-4,5
230	-0,1	729	-1,0	2304	-8,1	7286	-5,9
244	-0,2	772	-1,1	2441	-9,1	7718	-9,0
259	-0,3	818	-1,1	2585	-9,5	8175	-14,2
274	-0,3	866	-1,2	2738	-10,4	8659	-20,7

Les fréquences mentionnées correspondent aux fréquences centrales au 1/12 d'octave spécifiées dans la Publication 1260 de la CEI [5]. Les valeurs s'appliquent aux mesures au 1/12 d'octave comme aux mesures sinusoïdales. Les valeurs de S<sub>DE</sub> peuvent être déterminées par interpolation pour les fréquences intermédiaires par la relation (log f) en fonction de (ln dB).

### 5.3 Type 3

L'oreille artificielle de type 3 fait appel au simulateur d'oreille occluse de la CEI 711, auquel est ajouté le prolongateur de conduit auditif, terminé par un dispositif de simulation du pavillon. Trois simulateurs de pavillon sont recommandés pour assurer un couplage adapté à la mesure de différents types de transducteur. Les configurations de l'oreille artificielle de type 3 sont classées comme suit:

- type 3.1      Simulateur de conque inférieure
- type 3.2      Simulateur de pavillon simplifié
- type 3.3      Simulateur de pavillon (de forme anatomique)
- type 3.4      Simulateur de pavillon (simplifié)

NOTE – Les écouteurs acoustiques de type ouvert, équipés de coussinets élastiques doivent être appliqués contre l'oreille artificielle de type 3 avec la même force qu'en cours d'utilisation normale. La force appliquée lors des mesures doit toujours être mentionnée.

### 5.3.1 Type 3.1 – Simulateur de conque inférieure

L'oreille artificielle de type 3.1 réalise la simulation de la conque inférieure en ajoutant une plaquette au prolongateur de conduit auditif, dont la longueur est de 10,0 mm.

Il est recommandé d'utiliser l'oreille artificielle de type 3.1 pour les mesures sur écouteurs intraconques, conçus pour reposer sur la partie inférieure de la conque auriculaire.

La pression acoustique mesurée au moyen de l'oreille artificielle de type 3.1 est déterminée au point de référence tympan (DRP). La fonction de correction indiquée aux Tableaux 2a (mesures au 1/3 d'octave) et 2b (mesures au 1/12 d'octave et sinusoïdales) doit être utilisée pour rapporter les données au point de référence oreille, lorsqu'il est nécessaire de calculer les équivalents pour la sonie ou de vérifier des résultats par rapport à des spécifications fondées sur des mesures rapportées à l'ERP.

NOTE – Pour les calculs d'équivalent pour la sonie à la réception selon les indications de la Recommandation P.79, la correction d'affaiblissement au niveau de l'oreille réelle  $L_E$  est nulle.

### 5.3.2 Type 3.2 – Simulateur de pavillon simplifié

L'oreille artificielle de type 3.2 réalise la simulation du pavillon en ajoutant une cavité au prolongateur de conduit auditif de 10,0 mm de long. Une fuite bien définie de la cavité vers l'extérieur simule l'affaiblissement au niveau de l'oreille réelle dans le cas d'un combiné téléphonique que l'utilisateur maintient contre l'oreille en exerçant une pression (version fuite faible) ou non (version fuite importante) contre son oreille. La définition de la fuite peut différer en fonction de l'application spécifique de l'oreille artificielle de type 3.2 (voir la Figure 6 et le Tableau 3).

Il est recommandé d'utiliser l'oreille artificielle de type 3.2 pour les mesures sur écouteurs supra-auraux et supraconques, aussi bien fermés qu'ouverts, destinés aux applications téléphoniques à bande large (100 Hz à 8 kHz). Le type 3.2 est également recommandé pour les mesures sur écouteurs à basse impédance acoustique.

L'impédance acoustique d'entrée et la sélectivité en fréquence de l'oreille artificielle de type 3.2 sont déterminées par rapport au point de référence oreille ERP tel qu'indiqué au 5.4. Les valeurs nominales de l'impédance et les tolérances correspondantes sont indiquées au Tableau 4.

#### NOTES

- 1 Le niveau de fuite («élevé» ou «faible») adopté pour les mesures doit être spécifié.
- 2 L'oreille artificielle de type 3.2 émule le canal de l'oreille humaine, le diaphragme du microphone se trouvant à l'emplacement du tympan. Ainsi, outre les caractéristiques propres du microphone, la réponse en fréquence de l'oreille artificielle comporte une fonction de transfert ERP vers DRP qui lui est spécifique. Il est donc essentiel de corriger les valeurs mesurées en fonction des données d'étalonnage de la réponse en fréquence (conditions oreille ouverte) fournies avec le type particulier d'oreille artificielle utilisée.
- 3 Pour les calculs d'équivalent pour la sonie à la réception selon les indications de la Recommandation P.79, la correction d'affaiblissement au niveau de l'oreille réelle  $L_E$  est nulle.
- 4 La fonction de transfert ERP vers DRP dépend dans une large mesure de la charge acoustique appliquée à l'oreille. A des fins de diagnostic (par exemple pour interpréter des différences par rapport à des mesures réalisées au moyen de l'oreille artificielle de type 1), des données d'étalonnage obtenues dans la position oreille fermée ou avec des terminaisons acoustiques bien définies peuvent être fournies avec l'oreille artificielle de type 3.2.
- 5 La plaquette terminant le prolongateur de conduit auditif dans le type 3.1 peut aussi être ajoutée à l'oreille de type 3.2.
- 6 L'oreille artificielle de type 3.2 est destinée à être utilisée uniquement avec des écouteurs conçus pour fonctionner en contact étroit avec le pavillon réel.
- 7 Toutes les cotes mentionnées pour la détermination du niveau de fuite acoustique sont données à titre indicatif. Elles peuvent être modifiées légèrement sur différents modèles commerciaux afin d'obtenir les valeurs nominales de l'impédance acoustique d'entrée.
- 8 Il est conseillé d'utiliser une force d'application de 5 à 10 N des pavillons rigides d'écouteur contre l'oreille artificielle de type 3.2. La force appliquée lors des mesures doit toujours être relevée.

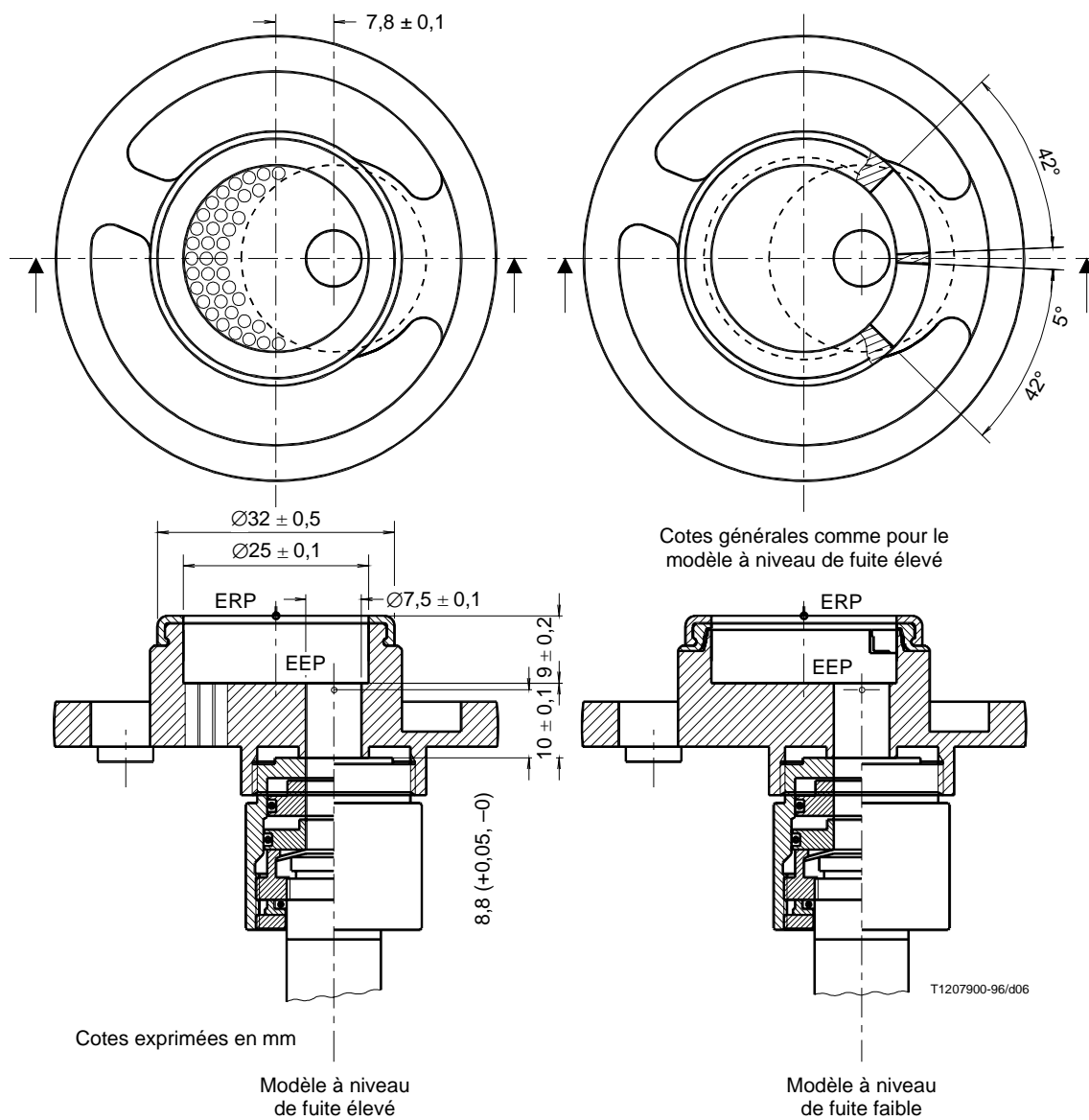


FIGURE 6/P.57

**Exemple de simulateur de pavillon simplifié à niveaux de fuite élevé et faible pour casque d'essai LRGP**

TABLEAU 3a/P.57

**Simulation des fuites acoustiques (oreille artificielle de type 3.2)**

Niveau de fuites	Usage	Longueur de fente (mm)	Largeur de fente (mm)	Angle d'ouverture équivalent
Faible	LRGP/HATS	2,8 ± 0,2	0,26 ± 0,01	84 ± 1
Elevé	HATS	1,9 ± 0,2	0,50 + 0,01 – 0,03	240 ± 1

TABLEAU 3b/P.57

**Simulation des fuites acoustiques – au moyen de trous cylindriques (oreille artificielle de type 3.2)**

Niveau de fuites	Usage	Nombre de trous	Diamètre (mm)	Angle d'ouverture équivalent
Elevé	LRGP	33	1,7	8,5 ± 0,2
		6	1,8	8,5 ± 0,2

Toutes les cotes liées au dimensionnement du niveau de fuite sont mentionnées à titre indicatif – voir également la Figure 6. Il faut toujours optimiser la réalisation concrète en fonction des spécifications acoustiques.

TABLEAU 4a/P.57

**Impédance acoustique, résonance et coefficient Q (oreille artificielle de type 3.2 – niveaux de bruit faible et élevé)**

	Coefficient Q	Résonance (Hz)	Amplitude (dB)
Niveau de fuite faible	1,81	713,8	140,4
Tolérance (±)	0,18	25	1,0
Niveau de fuite élevé	3,5	1570	138,8
Tolérance (±)	0,35	50	1,5



TABLEAU 4b/P.57

**Impédance acoustique (oreille artificielle de type 3.2, niveau de fuite faible)**

Fréquence	Imp. acoustique	Tolérance	Fréquence	Imp. acoustique	Tolérance
(Hz)	(dB re 1 Pa s/m <sup>3</sup> )	(± dB)	(Hz)	(dB re 1 Pa s/m <sup>3</sup> )	(± dB)
100	125,77	4,00	950	137,18	1,00
106	126,07	4,00	1000	136,33	1,00
112	126,18	4,00	1060	135,34	1,00
118	126,28	4,00	1120	134,40	1,00
125	126,44	4,00	1180	133,48	1,00
132	126,60	4,00	1250	132,46	1,00
140	126,74	4,00	1320	131,48	1,00
150	127,26	4,00	1400	130,40	1,00
160	127,27	4,00	1500	129,10	1,00
170	127,42	3,73	1600	127,85	1,00
180	127,79	3,47	1700	126,69	1,00
190	127,89	3,23	1800	125,58	1,00
200	128,10	3,00	1900	124,46	1,00
212	128,44	3,00	2000	123,45	1,00
224	128,71	3,00	2120	122,38	1,26
236	129,01	3,00	2240	121,22	1,51
250	129,31	3,00	2360	119,99	1,74
265	129,66	2,75	2500	118,69	2,00
280	130,08	2,51	2650	117,60	2,00
300	130,46	2,21	2800	116,99	2,00
315	130,92	2,00	3000	117,47	2,00
335	131,50	2,00	3150	117,91	2,00
355	132,02	2,00	3350	118,74	2,00
375	132,52	2,00	3550	119,23	2,00
400	133,23	2,00	3750	118,77	2,00
425	133,95	1,73	4000	116,22	2,00
450	134,72	1,47	4250	111,62	2,27
475	135,32	1,23	4500	108,19	2,53
500	136,08	1,00	4750	111,36	2,77
530	136,97	1,00	5000	114,89	3,00
560	137,78	1,00	5300	117,80	3,00
600	138,75	1,00	5600	119,87	3,00
630	139,45	1,00	6000	121,93	3,00
670	140,13	1,00	6300	123,19	3,00
710	140,32	1,00	6700	124,61	3,00
750	140,30	1,00	7100	125,81	3,00
800	139,76	1,00	7500	126,90	3,00
850	138,99	1,00	8000	128,12	3,00
900	138,09	1,00			

TABLEAU 4c/P.57

**Impédance acoustique (oreille artificielle de type 3.2, niveau de fuite élevé)**

Fréquence	Imp. acoustique	Tolérance	Fréquence	Imp. acoustique	Tolérance
(Hz)	(dB re 1 Pa s/m <sup>3</sup> )	(± dB)	(Hz)	(dB re 1 Pa s/m <sup>3</sup> )	(± dB)
100	105,4	4,0	950	127,7	1,5
106	105,9	4,0	1000	128,4	1,5
112	106,2	4,0	1060	129,4	1,5
118	106,7	4,0	1120	130,5	1,5
125	107,3	4,0	1180	131,7	1,5
132	107,7	4,0	1250	133,3	1,5
140	108,3	4,0	1320	134,9	1,5
150	108,9	4,0	1400	137,2	1,5
160	109,6	4,0	1500	138,1	1,5
170	110,1	3,7	1600	138,1	1,5
180	110,6	3,5	1700	137,1	1,5
190	111,1	3,2	1800	135,8	1,5
200	111,5	3,0	1900	134,0	1,5
212	112,1	3,0	2000	133,0	1,5
224	112,4	3,0	2120	130,7	2,0
236	113,0	3,0	2240	128,3	2,0
250	113,4	3,0	2360	126,3	2,0
265	114,0	2,8	2500	124,2	2,0
280	114,5	2,5	2650	122,6	2,0
300	115,0	2,2	2800	121,5	2,0
315	115,5	2,0	3000	121,7	2,0
335	116,1	2,0	3150	121,9	2,0
355	116,6	2,0	3350	122,6	2,0
375	117,1	2,0	3550	123,3	2,0
400	117,7	2,0	3750	123,4	2,0
425	118,4	1,5	4000	121,7	2,0
450	118,8	1,5	4250	118,2	2,3
475	119,3	1,5	4500	113,8	2,5
500	120,0	1,5	4750	110,9	2,8
530	120,6	1,5	5000	113,6	3,0
560	121,1	1,5	5300	116,6	3,0
600	121,9	1,5	5600	118,9	3,0
630	122,3	1,5	6000	121,3	3,0
670	123,0	1,5	6300	122,7	3,0
710	123,6	1,5	6700	124,3	3,0
750	124,4	1,5	7100	125,7	3,0
800	125,2	1,5	7500	126,9	3,0
850	126,1	1,5	8000	128,3	3,0
900	126,9	1,5			

### 5.3.3 Type 3.3 – Simulateur de pavillon

L'oreille artificielle de type 3.3 est réalisée en ajoutant au prolongateur de conduit auditif le simulateur de pavillon décrit dans la Publication 959 de la CEI [6] (voir la Figure 7). Les points de la Figure 7b sont situés sur un axe vertical passant par le point d'entrée du canal auditif. La matière du simulateur de pavillon doit être un élastomère de haute qualité, de dureté Shore (A), mesurée en surface à 15 mm en avant de l'orifice du conduit auditif, normalement fixée à  $25 \pm 3$  à  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  (conformément à l'ISO 868).

Il est recommandé d'utiliser l'oreille artificielle de type 3.3 pour les mesures sur écouteurs supraconques qui, en raison de leur forme particulière, ne s'adaptent pas aux contours circulaires des oreilles artificielles de type 1 ou de type 3.2, selon le cas. Il convient également d'utiliser l'oreille artificielle de type 3.3 pour mesurer les écouteurs intraconques non destinés à reposer au bas de la conque.

La pression acoustique mesurée par l'oreille artificielle de type 3.3 est rapportée au point de référence tympan (DRP). La fonction de correction indiquée aux Tableaux 2a (mesures au 1/3 d'octave) ou 2b (mesures au 1/12 d'octave et mesures sinusoïdales) doit être utilisée pour rapporter les données au point de référence oreille (ERP), lorsqu'il est nécessaire de calculer les équivalents pour la sonie ou de vérifier les résultats par rapport à des spécifications fondées sur des mesures rapportées à l'ERP.

#### NOTES

1 Pour les calculs d'équivalent pour la sonie à la réception selon les indications de la Recommandation P.79, la correction d'affaiblissement au niveau de l'oreille réelle  $L_E$  est nulle.

2 La force d'application des pavillons rigides d'écouteur contre le simulateur de pavillon de type 3.3 doit être 10 fois plus importante que la force d'application en usage réel. Il est recommandé d'utiliser une force d'application de 10 à 20 N. La valeur de la force appliquée lors des mesures doit toujours être relevée.

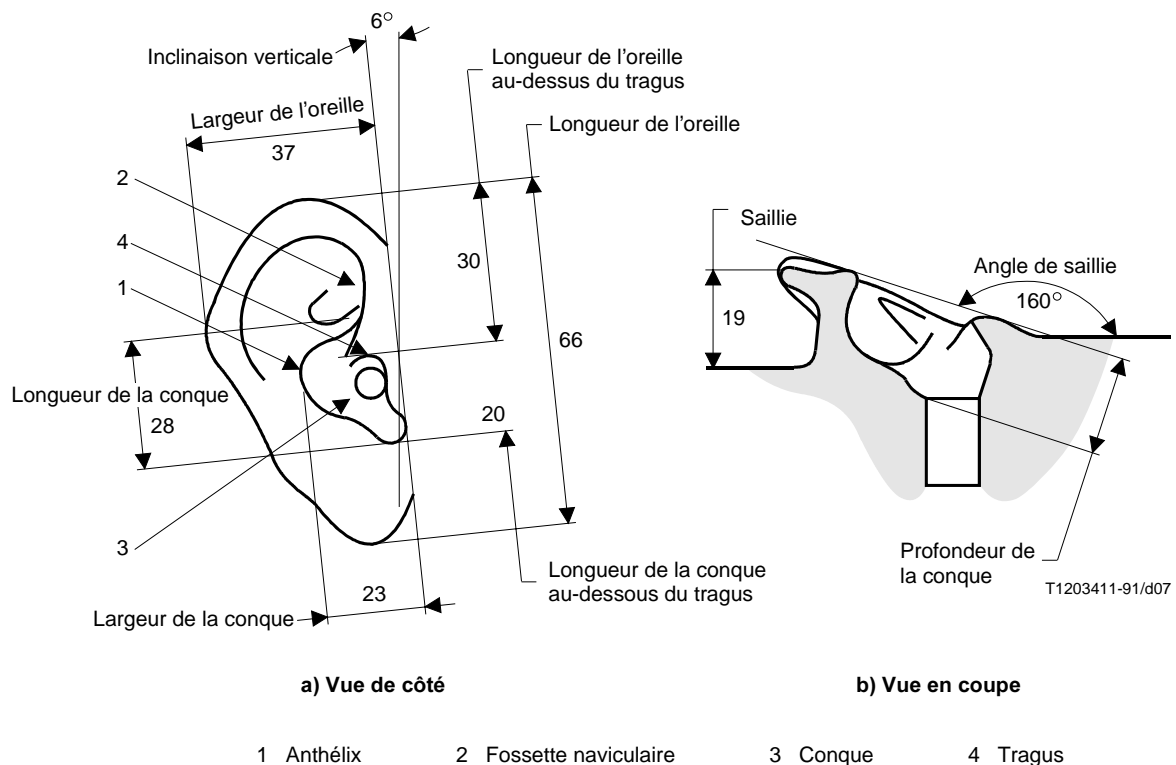


FIGURE 7a/P.57

**Simulateur de pavillon de forme anatomique  
(échelle quelconque, en millimètres)**

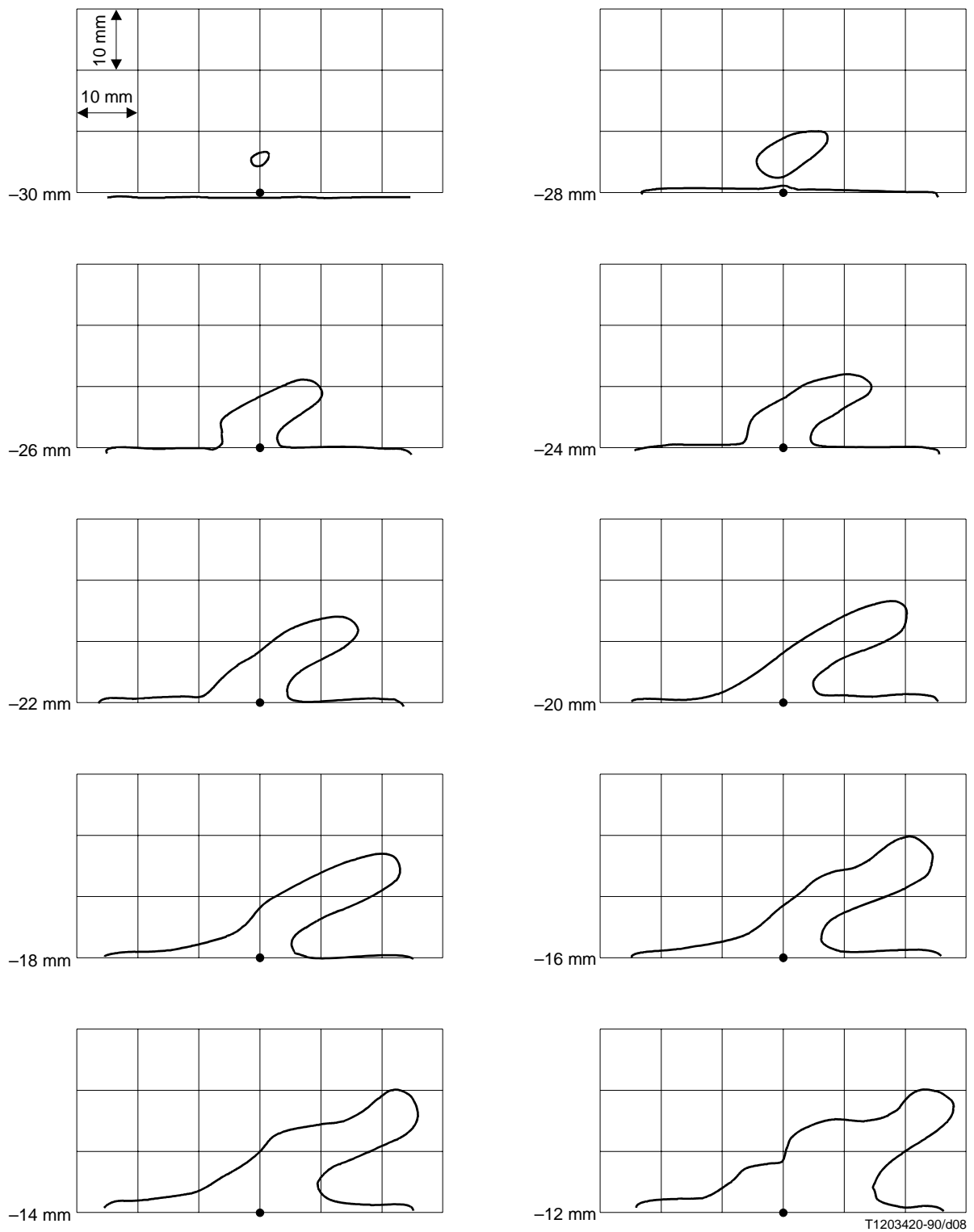


FIGURE 7b/P.57  
Coupes du simulateur de pavillon

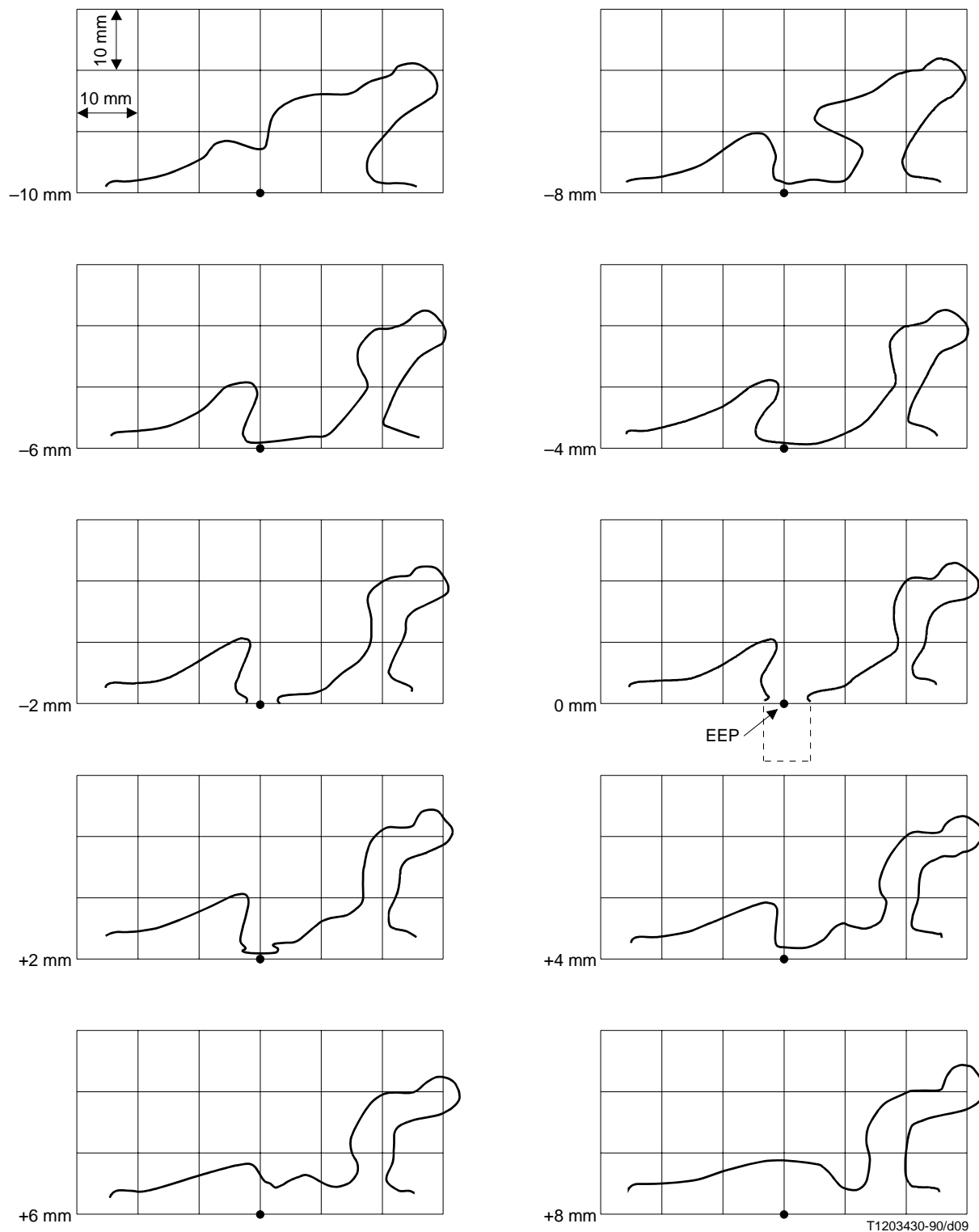


FIGURE 7c/P.57  
 Coupes du simulateur de pavillon

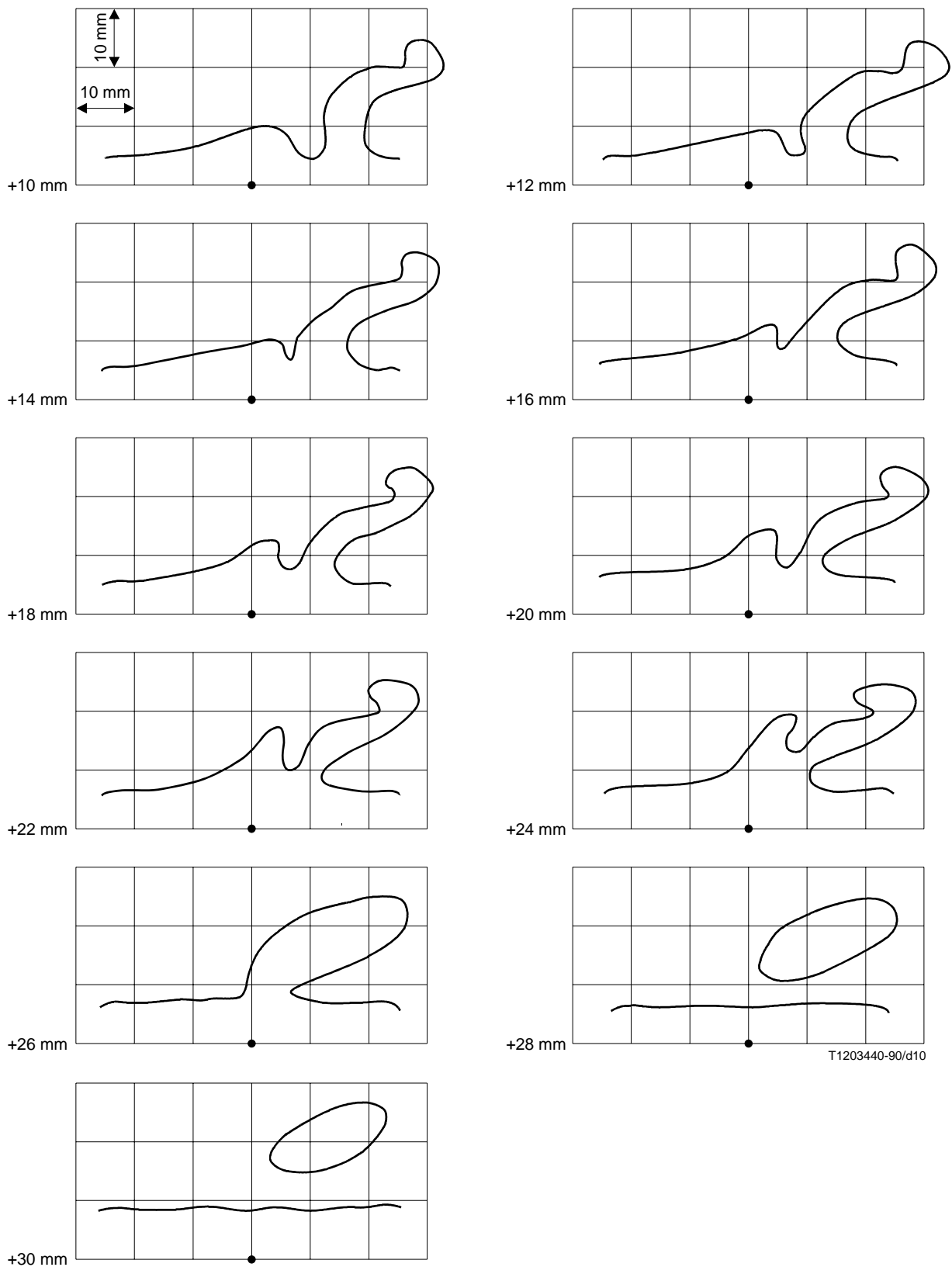


FIGURE 7d/P.57  
 Coupes de simulateur de pavillon

### 5.3.4 Type 3.4 – Simulateur de pavillon (simplifié)

L'oreille artificielle de type 3.4 est réalisée en ajoutant au plan de référence tympan de l'oreille artificielle de type 2 un prolongateur de conduit auditif et un pavillon simplifié (voir la Figure 8). La matière du pavillon doit être un élastomère de haute qualité, de dureté Shore (A), normalement fixée à  $25 \pm 2$  à  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ .

Il est recommandé d'utiliser l'oreille artificielle de type 3.4 au lieu de l'oreille artificielle de type 3.3 pour les mesures sur écouteurs supraconques et pour les mesures sur récepteurs supra-auraux dans le cas des applications exigeant une caractérisation en fonction de la pression des performances électroacoustiques à la réception. L'oreille artificielle de type 3.4 est conçue pour simuler les niveaux de fuite types observés en usage réel pour des forces d'application comprises entre 1 N et 13 N.

La pression acoustique mesurée par l'oreille artificielle de type 3.4 est rapportée au point de référence tympan (DRP). La fonction de correction indiquée aux Tableaux 2a (mesures au 1/3 d'octave) ou 2b (mesures au 1/12 d'octave et mesures sinusoïdales) doit être utilisée pour rapporter les données au point de référence oreille (ERP), lorsqu'il est nécessaire de calculer les équivalents pour la sonie ou de vérifier les résultats par rapport à des spécifications fondées sur des mesures rapportées à l'ERP.

NOTE – Pour les calculs d'équivalent pour la sonie à la réception selon les indications de la Recommandation P.79, la correction d'affaiblissement au niveau de l'oreille réelle  $L_E$  est nulle.

## 5.4 Etalonnage des oreilles artificielles types 1 et 3.2

### 5.4.1 Essais de contrôle des caractéristiques du simulateur d'oreille occluse CEI 711 (type 3.2 uniquement)

Le simulateur d'oreille occluse CEI 711 fait partie intégrante de l'oreille artificielle de type 3.2; son bon fonctionnement est essentiel à celui de l'oreille artificielle complète.

NOTE – Les essais de contrôle des caractéristiques et l'étalonnage du simulateur d'oreille occluse sont spécifiés dans la Publication 711 de la CEI.

### 5.4.2 Réponse en fréquence

L'oreille artificielle à étalonner est montée à l'intérieur d'un grand déflecteur plan. La pression acoustique est mesurée immédiatement à l'avant de l'ERP au moyen d'un microphone sonde, l'extrémité de la sonde (diamètre inférieur à 1,5 mm) étant placée au niveau du plan de référence de l'oreille tel qu'indiqué à la Figure 9.

La réponse en fréquence (conditions oreille ouverte) est alors définie comme le signal de sortie de l'oreille artificielle rapporté à la pression acoustique correspondante enregistrée au point de référence oreille (ERP) par le microphone sonde lorsque celui-ci est exposé à une onde incidente plane perpendiculaire au déflecteur.

#### NOTES

1 La réponse en fréquence est très peu sensible à l'emplacement de la source sonore. Aussi est-il possible dans la pratique de réaliser des dispositifs d'étalonnage plus compacts avec ou sans correction des résultats, suivant la précision requise de l'étalonnage.

2 La réponse en fréquence dans des conditions d'oreille fermée peut être mesurée au moyen du dispositif d'étalonnage mis au point pour l'impédance acoustique d'entrée et dont la description figure au 5.4.3. Elle est déterminée comme étant égale au rapport entre le signal de sortie de l'oreille artificielle et la pression acoustique correspondante enregistrée au point de référence oreille (ERP) par le microphone sonde.

3 La réponse en fréquence est normalement déterminée en présence des conditions climatiques de référence définies au 5.6, pour les fréquences dont la liste figure au Tableau 2b. Les conditions climatiques réelles doivent être relevées. Lorsque les conditions de fonctionnement de l'oreille de référence sont notablement différentes des conditions de référence, l'étalonnage de la réponse en fréquence doit, si possible, être effectué dans les conditions d'utilisation effective.

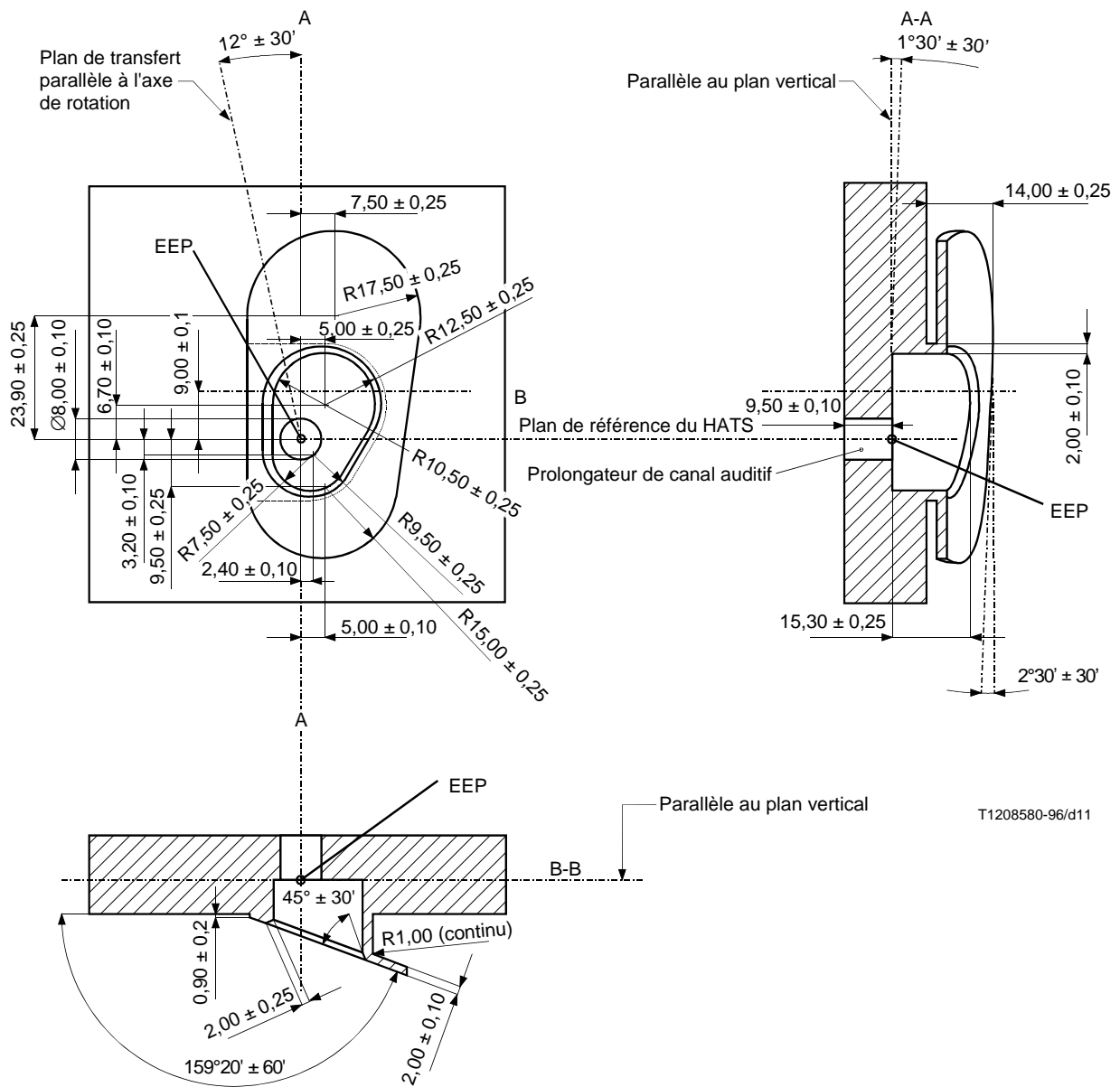


FIGURE 8/P.57  
Oreille artificielle de type 3.4



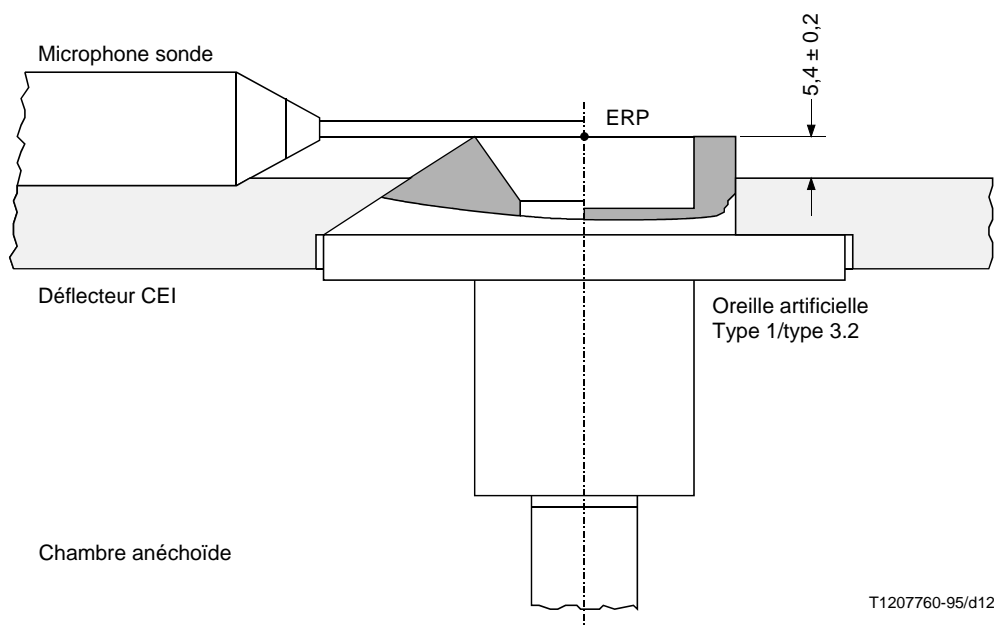


FIGURE 9/P.57

**Dispositif de mesure de la réponse en fréquence (conditions d'oreille ouverte) des oreilles artificielles de type 1 et de type 3.2**

**5.4.3 Impédance acoustique d'entrée**

Un microphone à condensateur LS2P 1/2 de la CEI, muni de sa grille de protection, est installé dans une surface plate et concentrique, scellée à l'oreille artificielle, servant de source de flux constant de vitesse acoustique, excitant l'oreille au point ERP. La pression d'entrée correspondante au niveau de l'ERP doit être mesurée à l'aide d'un microphone à sonde, dont l'extrémité (diamètre inférieur à 1,5 mm) est placée au point de référence oreille (ERP). La distance entre la grille de protection du microphone et le point capteur du simulateur d'oreille ne doit pas dépasser 1 mm. La Figure 10 représente une réalisation concrète de dispositif d'étalonnage.

L'impédance acoustique d'entrée est donc définie comme étant le rapport entre la pression acoustique enregistrée par le microphone à sonde et le flux de vitesse acoustique produit par le microphone d'un demi-pouce.

NOTE – L'impédance acoustique d'entrée est déterminée dans les conditions climatiques de référence indiquées au 5.6. Les conditions réelles observées doivent être relevées.

Une procédure permettant de réaliser un étalonnage complet, au moyen d'un microphone de référence étalonné et d'un volume étalonné, est décrite en détail à l'Annexe A.

**5.5 Contrôle des caractéristiques des oreilles artificielles de types 2, 3.1, 3.3 et 3.4**

Ces types d'oreille artificielle ne comportent pas de point de référence ERP bien défini, puisqu'ils ne simulent pas le pavillon ou sont dotés d'un pavillon souple susceptible de provoquer une fluctuation de la réponse en fréquence et de l'impédance acoustique d'entrée en fonction de la force d'application. Aussi n'y a-t-il pas lieu de procéder à un véritable étalonnage en ce qui concerne tant la réponse en fréquence que l'impédance acoustique d'entrée.

La vérification de ces oreilles artificielles repose donc uniquement sur les essais de contrôle des caractéristiques et sur l'étalonnage du simulateur d'oreille occluse, selon les spécifications de la Publication 711 de la CEI, avec vérification des propriétés mécaniques du simulateur de pavillon (uniquement pour les types 3.3 et 3.4).

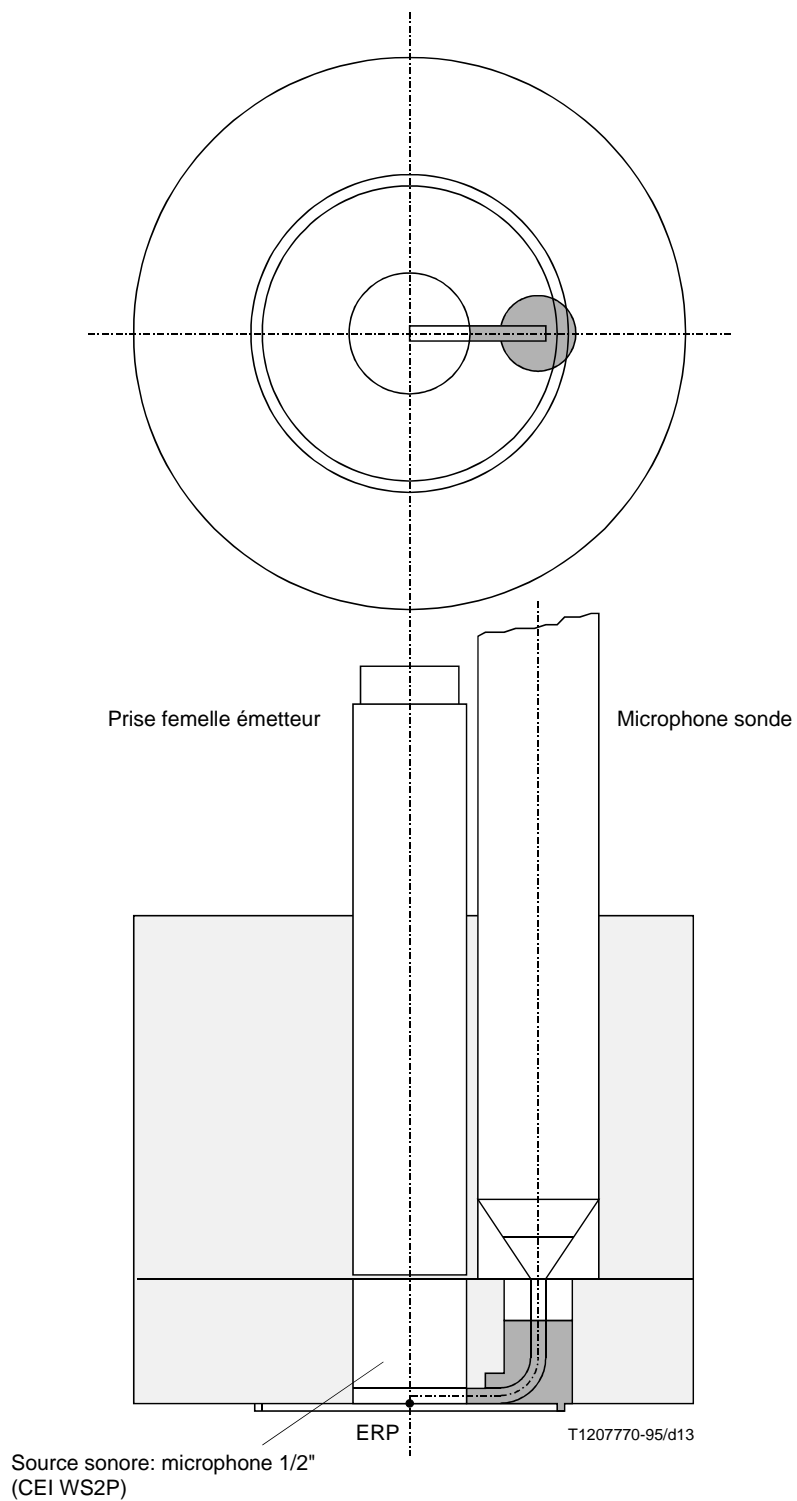


FIGURE 10/P.57

**Installation d'un dispositif d'étalonnage (sonde d'impédance) pour la mesure de l'impédance acoustique d'entrée des oreilles artificielles de types 1 et 3.2**

## 5.6 Conditions climatiques de référence

Il est recommandé de réaliser les mesures utilisant des oreilles artificielles dans les conditions de référence définies ci-dessous:

Pression statique:  $101,3 \pm 3,0$  kPa

Température:  $23 \pm 3^\circ\text{C}$

Humidité relative:  $60 \pm 20\%$

NOTE – Il est nécessaire de relever les conditions climatiques effectivement présentes lorsque les mesures doivent être réalisées dans des conditions différentes des conditions de référence.

## 5.7 Spécifications générales

Les éléments constitutants métalliques des oreilles artificielles doivent être en matériau non magnétique.

NOTE – Les microphones pour oreille artificielle conformes aux indications de la Publication CEI WS2P sont susceptibles de contenir des matériaux magnétiques.

## 5.8 Fonction de correction DRP – ERP

Alors que les oreilles artificielles de types 2, 3.3 et 3.4 sont étalonnées en appliquant une pression acoustique connue au point de référence tympan DRP, les oreilles de types 1 et 3.2 le sont en appliquant une pression acoustique connue au point de référence oreille ERP. Par conséquent, la pression acoustique mesurée par les oreilles artificielles de types 2, 3.3 et 3.4 doit être rapportée à l'ERP au moyen des fonctions de correction dont les valeurs sont indiquées aux Tableaux 2a et 2b, tandis que la pression mesurée par les oreilles de types 1 et 3.2 est directement rapportée à l'ERP.

NOTE – L'étalonnage individuel des oreilles de types 1 et 3.2 peut soit être assuré par le fabricant en termes de sensibilité électroacoustique globale depuis l'ERP jusqu'à la sortie électrique du microphone de mesure intégré à l'oreille artificielle, soit être réalisé en termes de correction de niveau entre la pression acoustique mesurée par le microphone intégré et la pression à l'ERP. Cette dernière solution est préférable puisqu'elle simplifie le contrôle périodique de l'étalonnage des oreilles artificielles.

# Annexe A

## Procédure pratique de détermination de l'impédance acoustique d'entrée des oreilles artificielles

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

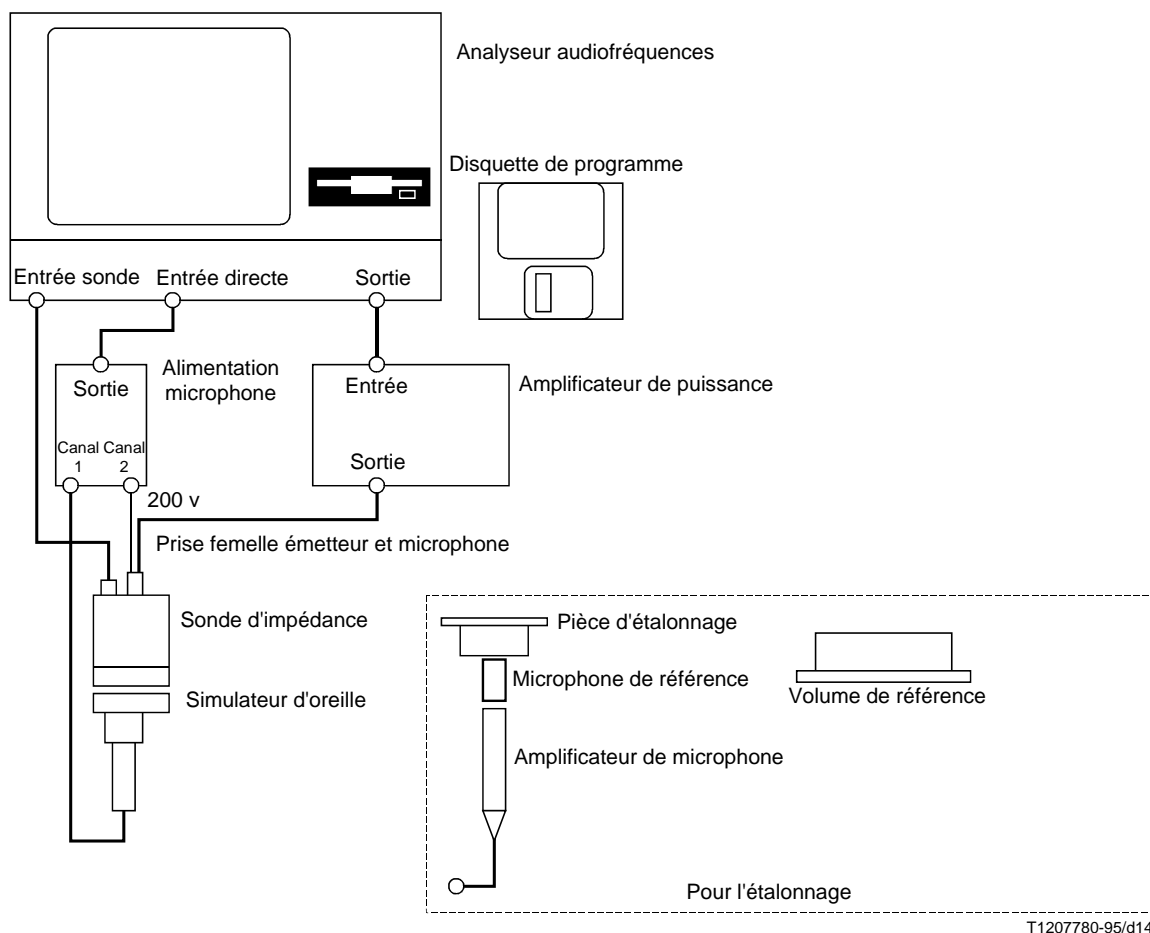
### A.1 Introduction

La procédure décrite dans la présente annexe permet de réaliser un étalonnage précis et normalisé de l'impédance acoustique d'entrée des oreilles artificielles de type 1 et de type 3.2 conformément aux spécifications du 5.4.3. En outre le dispositif d'étalonnage permet de déterminer la réponse en fréquence des oreilles artificielles dans la condition oreille fermée.

Pour suivre cette procédure il faut disposer d'un microphone à pression de laboratoire de 1/2" (CEI LS2P) dont la réponse en fréquence a été étalonnée, et d'un volume de référence également étalonné.

Le dispositif requis pour effectuer les mesures est représenté à la Figure A.1. Il se compose d'un analyseur de réponse en audiofréquences et d'une sonde d'impédance constituée d'un microphone à pression étalon d'1/2" (CEI WS2P) faisant office d'émetteur, et d'un microphone sonde faisant office de récepteur (voir Figure 10).

Le microphone de référence et le volume de référence servent à déterminer les réponses en fréquence comparées des microphones de l'émetteur et de la sonde à l'intérieur de la sonde d'impédance, avant de procéder à l'étalonnage de l'oreille artificielle proprement dite. A cet effet, le microphone de référence est installé à l'intérieur d'une pièce d'étalonnage, aussi près que possible de l'extrémité de la sonde intégrée à la sonde d'impédance.



T1207780-95/d14

FIGURE A.1/P.57  
Dispositif de mesure

## A.2 Etalonnage de la sonde d'impédance

### A.2.1 Réponse en fréquence du microphone sonde

Le microphone de référence (Figure A.1) est installé à l'intérieur du dispositif d'étalonnage et celui-ci est placé dans un banc d'essai approprié. La sonde d'impédance est fixée au dispositif d'étalonnage et le microphone de référence sert alors à étalonner le microphone sonde. Il suffit à cet effet de mesurer la réponse en fréquence du microphone sonde par rapport à celle du microphone de référence. Le signal est produit par le microphone émetteur de la sonde d'impédance. La réponse en fréquence absolue du microphone sonde exprimée en [V/Pa] est ensuite déterminée par la relation suivante:

$$H_{Prb.Abs}(f) = [v_{O,Prb}(f) / v_{O,Ref}(f)] \cdot H_{RefCal}(f)$$

avec:

- $H_{Prb.Abs}(f)$  réponse en fréquence absolue du microphone sonde
- $v_{O,Prb}(f)$  tension de sortie du microphone sonde dans le dispositif d'étalonnage
- $v_{O,Ref}(f)$  tension de sortie du microphone de référence dans le dispositif d'étalonnage
- $H_{RefCal}(f)$  réponse en fréquence absolue du microphone de référence étalonné

### A.2.2 Réponse en fréquence relative du microphone émetteur

Hormis un facteur constant, la capsule du microphone émetteur de la sonde d'impédance présente la même réponse en fréquence lorsqu'elle est utilisée comme source sonore ou en usage normal comme récepteur. L'étalonnage du microphone émetteur de la sonde d'impédance et celui du microphone sonde utilisent donc la même méthode et le même dispositif. La seule différence vient alors du fait que le microphone de référence produit le signal et que le microphone sonde étalonné sert à étalonner le microphone émetteur – lequel fait office de récepteur en l'occurrence.

$$H_{Tr.Abs.Mic}(f) = [v_{O,Tr}(f) / v_{O,Prb}(f)] \cdot H_{Prb.Abs}(f)$$

avec:

$H_{Tr.Abs.Mic}(f)$  réponse en fréquence absolue du microphone émetteur

$v_{O,Prb}(f)$  tension de sortie du microphone sonde dans le dispositif d'étalonnage

$v_{O,Tr}(f)$  tension de sortie du microphone émetteur dans le dispositif d'étalonnage

$H_{Prb.Abs}(f)$  réponse en fréquence absolue du microphone sonde (mesurée ci-dessus)

La réponse en fréquence du microphone émetteur par rapport à l'efficacité à une fréquence de référence ( $f_0$ ), en cas d'utilisation comme source de flux de vitesse acoustique, est donnée par la relation:

$$H_{Tr.Rel,Src}(f) = H_{Tr.Abs.Mic}(f) \cdot (f / f_0) / H_{Tr.Abs.Mic}(f_0)$$

dans laquelle la présence du terme ( $f / f_0$ ) correspond au fait que l'efficacité à l'émission est exprimée en termes de vitesse sonore plus que de niveau sonore.

### A.2.3 Sensibilité absolue du microphone émetteur en tant que source sonore

Le facteur supplémentaire rendant compte de l'efficacité absolue du microphone émetteur utilisé comme source de flux de vitesse acoustique reste à déterminer. Ce facteur est déterminé en mesurant la pression acoustique produite par le microphone émetteur à l'intérieur du volume de référence. Ce volume de référence est installé dans le banc d'essai, la sonde d'impédance lui étant fixée. L'impédance acoustique nominale exprimée en [ $\text{Pa s/m}^3$ ] est égale à l'inverse de l'élasticité acoustique ( $C_a$ ) du volume de référence:

$$Z_{a, Ref.Vol} = 1 / j\omega C_a = \rho c^2 / j\omega V$$

Il est recommandé de prévoir un volume de référence de dimensions comparables à celles des oreilles artificielles. Pour une tension d'excitation donnée  $v_{i,Tr.Mic}$ , la pression acoustique  $p_{Pr.Mic}$  est mesurée à une fréquence faible ( $f_0$ ), pour laquelle la réponse en fréquence du microphone émetteur est indépendante de la fréquence et le volume de référence se comporte comme un volume parfaitement élastique. Le facteur d'efficacité absolue du microphone émetteur en [ $\text{m}^3/\text{Vs}$ ] est alors calculé comme suit:

$$S_{Tr.Src} = p_{Pr.Mic}(f_0) / [Z_{a, Ref.Vol}(f_0) \cdot v_{i,Tr.Mic}(f_0)]$$

L'efficacité absolue du microphone émetteur utilisé comme source de flux de vitesse acoustique est donc:

$$H_{Tr.Abs.Src}(f) = H_{Tr.Rel.Src}(f) \cdot S_{Tr.Src}$$

### A.3 Etalonnage de l'oreille artificielle

#### A.3.1 Détermination de l'impédance acoustique

L'oreille artificielle est installée dans un banc d'essai approprié (non représenté sur la Figure A.1) pour la réalisation des mesures. La sonde d'impédance est fixée à l'oreille artificielle tel qu'indiqué à la Figure A.1. Lorsque le microphone émetteur produit le flux de vitesse acoustique  $q(f)$ , la pression acoustique  $p_{ERP}(f)$  à l'ERP est mesurée par le microphone sonde de la sonde d'impédance:

$$Z_{Ear,ERP}(f) = p_{ERP}(f) / q(f) = [v_{O,PrbMic}(f) / H_{Prb.Abs}(f)] / [v_{i,Tr.Src}(f) \cdot H_{Tr.Abs,Src}(f)]$$

avec:

$v_{i,Tr.Src}(f)$  tension d'entrée du microphone émetteur utilisé comme source de flux de vitesse acoustique

$v_{O,PrbMic}(f)$  tension de sortie du microphone sonde

#### A.3.2 Détermination de la sensibilité à la pression acoustique dans des conditions d'oreille fermée

Un dispositif identique permet de déterminer l'impédance acoustique d'entrée, mais la tension de sortie de l'oreille artificielle rapportée à la pression acoustique au niveau de l'ERP est mesurée:

$$H_{Ear,Closed\ Cond.}(f) = v_{O,Ear}(f) / [v_{O,PrbMic}(f) / H_{Prb.Abs}(f)]$$

## SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

- Série A Organisation du travail de l'UIT-T
- Série B Moyens d'expression
- Série C Statistiques générales des télécommunications
- Série D Principes généraux de tarification
- Série E Réseau téléphonique et RNIS
- Série F Services de télécommunication non téléphoniques
- Série G Systèmes et supports de transmission
- Série H Transmission des signaux autres que téléphoniques
- Série I Réseau numérique à intégration de services
- Série J Transmission des signaux radiophoniques et télévisuels
- Série K Protection contre les perturbations
- Série L Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
- Série M Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
- Série N Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophoniques et télévisuels
- Série O Spécifications des appareils de mesure
- Série P Qualité de transmission téléphonique**
- Série Q Commutation et signalisation
- Série R Transmission télégraphique
- Série S Equipements terminaux de télégraphie
- Série T Equipements terminaux et protocoles des services télématiques
- Série U Commutation télégraphique
- Série V Communications de données sur le réseau téléphonique
- Série X Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
- Série Z Langages de programmation