



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

P.64

(03/93)

**QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE
MESURES ÉLECTROACOUSTIQUES OBJECTIVES**

**DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES
D'EFFICACITÉ EN FONCTION
DE LA FRÉQUENCE DES SYSTÈMES
TÉLÉPHONIQUES LOCAUX**

Recommandation UIT-T P.64

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

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 que les Commissions d'études de l'UIT-T doivent examiner et à propos desquels elles doivent émettre des Recommandations.

La Recommandation révisée UIT-T P.64, élaborée par la Commission d'études XII (1988-1993) de l'UIT-T, a été approuvée par la CMNT (Helsinki, 1-12 mars 1993).

NOTES

1 Suite au processus de réforme entrepris au sein de l'Union internationale des télécommunications (UIT), le CCITT n'existe plus depuis le 28 février 1993. Il est remplacé par le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) créé le 1^{er} mars 1993. De même, le CCIR et l'IFRB ont été remplacés par le Secteur des radiocommunications.

Afin de ne pas retarder la publication de la présente Recommandation, aucun changement n'a été apporté aux mentions contenant les sigles CCITT, CCIR et IFRB ou aux entités qui leur sont associées, comme «Assemblée plénière», «Secrétariat», etc. Les futures éditions de la présente Recommandation adopteront la terminologie appropriée reflétant la nouvelle structure de l'UIT.

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1994

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	Introduction	1
2	Efficacité à l'émission des LTS	1
3	Efficacités à la réception des LTS	2
4	Bouche et voix artificielles	2
5	Oreille artificielle	3
6	Définition de l'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local (LTS) (<i>local telephone system</i>)	3
7	Définition de l'efficacité à la réception d'un système téléphonique local (LTS)	4
8	Définitions des efficacités pour l'effet local d'un système téléphonique local (LTS), pour la personne qui parle et pour la personne qui écoute	4
9	Méthodes pour déterminer S_{mJ} , S_{Je} , S_{meST} , S_{RNST} et Δ_{SM}	4
	Annexe A – Définitions du point de référence bouche et du point de référence oreille	9
	Annexe B – Utilisation d'impédances de terminaison complexes lors de la mesure du SLR et du RLR	9
	B.1 Impédances de terminaison complexes	9
	B.2 Convertisseur d'impédance	10
	B.3 Différences observées lorsqu'on mesure un appareil téléphonique à impédance complexe avec des terminaisons de 600 ohms et avec des terminaisons Z	13
	Annexe C – Définition de la position de conversation pour la mesure d'équivalents pour la sonie de postes téléphoniques à combiné	16

DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES D'EFFICACITÉ EN FONCTION DE LA FRÉQUENCE DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES LOCAUX

(Genève, 1976; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984;
Melbourne, 1988 et à Helsinki, 1993)

Pour les principes généraux relatifs à la détermination des équivalents pour la sonie, voir la Recommandation P.76.

1 Introduction

La caractéristique d'efficacité en fonction de la fréquence, à l'émission, à la réception ou pour l'effet local d'un système téléphonique local (LTS) (*local telephone system*) peut généralement s'obtenir par mesure directe.

NOTES

1 On peut aussi calculer cette caractéristique si l'on dispose des renseignements pertinents relatifs à la ligne téléphonique et au pont d'alimentation. Certains des renseignements nécessaires au calcul de l'effet local dépassent le cadre des Recommandations existantes.

2 Les mêmes principes s'appliquent à la mesure des microphones et des récepteurs.

Les mesures électroacoustiques du type considéré ici peuvent être nécessaires pour divers besoins, parmi lesquels il importe de distinguer les suivants:

- a) fournir à celui qui a conçu un transducteur les renseignements sur le résultat qu'il a atteint en cherchant à obtenir une réponse donnée d'efficacité en fonction de la fréquence;
- b) vérifier que le produit fabriqué satisfait aux conditions spécifiées;
- c) fournir des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence appropriées, destinées à être utilisées pour calculer les équivalents pour la sonie et pour évaluer d'autres grandeurs déterminées de manière subjective.

La présente Recommandation porte essentiellement sur le point c), mais le principe est également applicable aux points a) et b); à ce titre elle doit donc être fondée sur des mesures effectuées dans des conditions réelles. Il faut utiliser des bouches artificielles et des oreilles artificielles en tenant compte de la nécessité d'obtenir une bonne concordance entre les résultats de mesure obtenus avec une bouche et une oreille artificielles et les résultats pour lesquels on a eu recours à une bouche et à une oreille humaines. Les mesures faites dans les conditions réelles sont compliquées, exigent beaucoup de temps et ne sont pas reproductibles avec une grande précision, en particulier quand on a affaire à des microphones à charbon.

La présente Recommandation décrit des méthodes de mesure fondées sur l'utilisation des types recommandés de bouches et d'oreilles artificielles (voir les Recommandations P.51 et P.57).

La présente Recommandation s'applique essentiellement à des systèmes téléphoniques locaux équipés de postes téléphoniques à combiné. Toutefois, les principes s'appliquent également à d'autres types de postes téléphoniques. Des considérations particulières concernant les casques et les postes téléphoniques à haut-parleur sont données respectivement dans les Recommandations P.38 et P.34.

2 Efficacité à l'émission des LTS

Pour les objectifs envisagés ici, l'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local est définie en fonction de la pression acoustique en champ libre en un point de référence en face de la bouche¹⁾, et de la puissance électrique émise, selon le cas, par le système téléphonique local ou par le microphone. La pression acoustique à l'entrée ne peut être mesurée en même temps que la puissance électrique émise, de sorte que la mesure doit s'effectuer d'une manière indirecte. La pression acoustique au point de référence est mesurée en l'absence du combiné, puis, la source bouche artificielle restant inchangée, le combiné est placé dans la position définie, en face de la bouche, et on mesure la puissance de sortie. Quand on utilise une bouche et une voix humaines, on ne peut pas compter que la source conservera à l'émission une puissance constante entre la mesure de la pression acoustique en champ libre et la mesure de la puissance électrique émise par le microphone. Les bouches artificielles ont l'inconvénient de représenter imparfaitement l'impédance de la source et la distribution du champ propres aux bouches humaines.

¹⁾ Le point de référence bouche utilisé dans la présente Recommandation est défini dans l'Annexe A.

Outre la réalisation des conditions requises pour la source, il est nécessaire de faire en sorte que, pour chaque modèle de combiné, l'embouchure occupe la position qui serait utilisée dans la situation réelle. On y parvient en plaçant l'embouchure convenablement par rapport à un point de référence oreille; de cette façon, les combinés longs sont mesurés avec une distance bouche-microphone plus grande que dans le cas de combinés courts. La qualité des résultats obtenus, dans la détermination des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence, avec une position de mesure donnée pour le combiné, ne peut s'apprécier, pour des combinés de différentes longueurs, que par des comparaisons entre les résultats de différentes sortes d'essais: essais en conversation réelle, essais avec bouche artificielle et essais avec bouche humaine dans des conditions de mesure convenablement déterminées. Aux fins de la présente Recommandation, le combiné téléphonique sera placé selon les indications données dans l'Annexe C.

Des problèmes spéciaux apparaissent quand on fait des mesures avec des bouches humaines et des voix humaines, même dans le cas où les conditions d'émission vocale sont bien déterminées. Dans de telles circonstances, la pression acoustique ne peut pas être mesurée directement au point de référence bouche requis; il faut donc la mesurer en quelque autre point et la rapporter indirectement au point de référence bouche. Dans des déterminations antérieures, on a eu recours à un microphone de mesure placé à 1 mètre de la bouche, mais cela exige un milieu anéchoïde et il se manifeste un effet d'obstruction dû au combiné soumis à l'essai. D'autres méthodes ont aussi été essayées sans qu'aucune, semble-t-il, ait donné satisfaction jusqu'à présent.

Quand la pression acoustique appliquée à un microphone à charbon augmente, l'accroissement de tension qui lui correspond, à la sortie, ne présente pas une relation linéaire avec l'accroissement de pression acoustique. Cette non-linéarité est une fonction très compliquée de la pression acoustique appliquée, de la fréquence, du courant d'alimentation, du conditionnement et de l'orientation de la cavité contenant des granules. Avec une bouche artificielle, on n'obtient de résultats reproductibles que si l'on accorde à tous ces facteurs l'attention voulue.

3 Efficacités à la réception des LTS

L'oreille artificielle modèle CEI-318 (voir la Recommandation P.57) permet des mesures précises portant sur l'efficacité à la réception des LTS, mais les pressions acoustiques mesurées de cette manière ne sont pas toujours conformes à celles qui existent au point de référence oreille dans une oreille humaine, dans les conditions présidant aux déterminations subjectives de l'équivalent pour la sonie. Cela peut s'expliquer en partie par l'existence d'une fuite acoustique (L_E) considérable entre le récepteur et l'oreille (ces fuites ne sont pas prises en considération dans les formes actuellement recommandées d'oreille artificielle) et en partie par une certaine augmentation du volume compris entre le récepteur et l'oreille humaine. En conséquence, pour utiliser les résultats des mesures effectuées conformément à la présente Recommandation, il est nécessaire de faire une correction (voir l'article 7).

Il serait évidemment très souhaitable que l'oreille artificielle puisse être modifiée de façon à éviter l'obligation de la correction. On a fait, sur ce point, quelques études supplémentaires, mais on ne voit pas encore clairement si une seule modification apportée à l'oreille artificielle suffirait pour tous les types de récepteurs téléphoniques. Il faudra encore recueillir des données, de préférence auprès de plusieurs laboratoires, pour pouvoir examiner une gamme beaucoup plus étendue de types de récepteurs.

4 Bouche et voix artificielles

Elles doivent satisfaire aux conditions suivantes:

- a) la pression acoustique doit être répartie autour de l'orifice, avec une bonne approximation, comme s'il s'agissait d'une bouche humaine;
- b) l'impédance acoustique vue dans la direction de la bouche doit simuler celle d'une bouche humaine, de telle sorte que l'élévation de pression due à l'obstacle constitué par un microphone téléphonique ait une valeur typique;
- c) au point de référence bouche, on doit pouvoir obtenir des valeurs parfaitement définies de la pression acoustique en fonction de la fréquence. Pratiquement, il est avantageux que la pression acoustique en ce point, dans un intervalle de variation approprié, soit proportionnelle à la tension à l'entrée de la bouche artificielle, et qu'elle soit indépendante de la fréquence dans une bande s'étendant au moins de 200 à 4000 Hz, mais de préférence de 100 à 8000 Hz.

Pour les applications considérées ici, le point de référence bouche (MRP) (*mouth reference point*) se trouve, par définition, sur l'axe de la bouche artificielle, à 25 mm devant la position équivalente des lèvres (voir l'Annexe A).

La Recommandation P.51 définit les caractéristiques des bouches artificielles.

NOTE – Cependant, les équivalents pour la sonie à l'émission calculés à partir des efficacités à l'émission, mesurées sur une bouche artificielle, ne concordent pas toujours avec les équivalents pour la sonie déterminés subjectivement à l'aide d'une bouche réelle. Cet aspect est toujours à l'étude.

En principe, la voix artificielle définie dans la Recommandation P.50 doit être utilisée comme signal acoustique d'essai. Toutefois, l'utilisation de signaux sinusoïdaux à des fréquences définies s'est révélée satisfaisante dans le cas de postes stables. D'autres signaux à spectre continu – bruit rose ou bruit gaussien ayant le même spectre à long terme que la parole, par exemple – peuvent aussi être utilisés comme signal acoustique d'essai. L'emploi de signaux sinusoïdaux est également possible pour la mesure de certains types de microphones à charbon, pour autant que des techniques appropriées soient utilisées (voir 3.6.3 du *Manuel de téléphonométrie*, UIT, Genève, 1993).

5 Oreille artificielle

Elle doit satisfaire aux conditions suivantes:

- a) l'impédance acoustique présentée à l'écouteur téléphonique doit simuler celle d'une oreille humaine dans les conditions pratiques d'utilisation d'un combiné téléphonique;
- b) l'efficacité de l'oreille artificielle est définie comme la sensibilité du microphone de mesure à la pression. Elle doit être constante avec une précision de $\pm 0,5$ dB dans la gamme des fréquences de 100 à 8000 Hz.

Dans le cas d'une oreille humaine, le point de référence oreille (ERP) (*ear reference point*) est défini dans l'Annexe A. Dans le cas d'une oreille artificielle, l'emplacement du point correspondant est généralement différent de celui où la pression acoustique est mesurée; c'est une des raisons pour lesquelles on doit alors apporter certaines corrections lorsque les résultats servent à calculer les équivalents pour la sonie (voir l'article 3).

6 Définition de l'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local (LTS) (*local telephone system*)

L'efficacité à l'émission d'un LTS dépend de la position du combiné par rapport à la position équivalente des lèvres pour la bouche artificielle. On considérera ici la position de conversation, telle qu'elle est définie dans l'Annexe C. Généralement, l'efficacité à l'émission est fonction de la fréquence.

L'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local à une fréquence spécifiée ou dans une bande de fréquences étroite, a pour expression:

$$S_{mJ} = 20 \log_{10} \frac{V_J}{P_m} \text{ en dB par rapport à } 1 \text{ V/Pa}$$

où V_J est la tension aux bornes d'une impédance terminale de 600 ohms, et p_m la pression acoustique au point de référence bouche, qui doit être mesurée en l'absence du combiné étudié du système local soumis aux essais.

Les Administrations qui désirent utiliser des impédances de terminaison complexes sont priées de se référer à la méthode indiquée dans l'Annexe B. L'utilisation d'impédances de terminaison complexes peut modifier légèrement les valeurs du SLR et du RLR, en comparaison des valeurs fondées sur une terminaison de 600 ohms. En outre, les valeurs de seuil pour les systèmes téléphoniques locaux d'émission et de réception peuvent changer. L'effet sera étudié.

6.1 Mesure des appareils téléphoniques complets munis de microphones à charbon

L'intention est que la présente Recommandation s'applique aux systèmes de mesure avec microphones à charbon comme aux systèmes sans microphones à charbon. Lorsque le LTS étudié comprend des éléments à caractéristique linéaire, la pression acoustique à laquelle on exécute la mesure n'a pas d'importance, à condition qu'on la connaisse; elle ne provoque pas de surcharge. En revanche, lorsque le circuit comprend un microphone à charbon, l'efficacité mesurée dépend de cette pression acoustique et des caractéristiques du signal acoustique. Dans ce dernier cas, pour calculer l'équivalent pour la sonie à l'émission, on doit réduire les valeurs d'efficacité à une seule valeur pour chaque fréquence, en tenant compte des caractéristiques de la voix humaine. A l'heure actuelle, aucune méthode ne peut être recommandée pour application universelle. Le problème est à l'étude. Jusqu'au moment où l'on pourra définir une méthode appropriée, les Administrations peuvent prendre note des diverses méthodes qui ont été suggérées et qui sont actuellement en cours d'évaluation; elles sont indiquées en 3.6.3 du *Manuel de téléphonométrie*.

7 Définition de l'efficacité à la réception d'un système téléphonique local (LTS)

Généralement, l'efficacité à la réception est fonction de la fréquence. L'efficacité à la réception d'un système téléphonique local, à une fréquence spécifiée ou dans une bande de fréquences étroite, mesurée directement à l'aide d'une oreille artificielle conforme aux dispositions de la Recommandation P.57, a pour expression:

$$S_{Je} = 20 \log_{10} \frac{P_e}{\frac{1}{2} E_J} \text{ en dB par rapport à } 1 \text{ Pa/V}$$

où p_e est la pression acoustique à l'ERP et $\frac{1}{2} E_J$ la moitié de la f.é.m. du générateur (impédance interne 600 ohms). Voir également l'article 6 pour l'impédance de terminaison complexe.

NOTE – L'expression de l'efficacité à la réception à utiliser pour le calcul de l'équivalent pour la sonie est:

$$S_{JE} = S_{Je} - L_E$$

où L_E est une correction expliquée à l'article 3 ci-dessus et S_{JE} l'efficacité à la réception déterminée à l'aide d'un grand nombre d'oreilles réelles.

On trouvera d'autres précisions sur cette question dans la Recommandation P.79.

8 Définitions des efficacités pour l'effet local d'un système téléphonique local (LTS), pour la personne qui parle et pour la personne qui écoute

L'efficacité pour l'effet local d'un LTS, pour la personne qui parle, est fonction des efficacités à l'émission et à la réception de l'appareil téléphonique mais elle dépend également d'un certain nombre de facteurs, y compris les conditions locales de la ligne d'abonné, l'impédance de terminaison effective au commutateur local et l'équilibrage de l'effet local à l'intérieur de l'appareil téléphonique.

L'efficacité pour l'effet local, mesurée depuis une bouche artificielle jusqu'à l'écouteur téléphonique, est exprimée par la formule:

$$S_{meST} = 20 \log_{10} \left(\frac{P_e}{P_m} \right) \text{ dB}$$

où P_m est défini à l'article 6 et P_e est la pression acoustique développée à l'ERP dans le cas où le combiné est placé dans la position de l'anneau de garde pour l'évaluation de l'équivalent pour la sonie (LRGP) (*loudness rating guard ring position*).

L'efficacité pour l'effet local pour la personne qui écoute, mesurée dans un champ de bruit de salle diffus, a pour expression:

$$S_{RNST} = 20 \log_{10} \left(\frac{P_e}{P_{RN}} \right) \text{ dB}$$

où P_e est la pression acoustique développée à l'ERP dans le cas où le combiné est placé à la LRGP devant une bouche artificielle hors tension, pour une pression acoustique de bruit de salle diffus P_{RN} mesurée au point de référence bouche (MRP), mais en l'absence de tout obstacle (tête d'essai, combiné, etc.).

9 Méthodes pour déterminer S_{mJ} , S_{Je} , S_{meST} , S_{RNST} et Δ_{SM}

Quand on a besoin de connaître l'efficacité à l'émission, à la réception et pour l'effet local d'un système téléphonique local réel, on peut les mesurer d'après les définitions des articles 6, 7 et 8 (voir les Figures 1, 2, 3, 4 et 5). Ce sont ces méthodes que le laboratoire du CCITT et certains autres organismes ont appliquées avec succès.

En cas d'utilisation de techniques de transformation de Fourier rapide (FFT) (*fast-Fourier transform*) pour la mesure des caractéristiques d'un LTS non linéaire, on doit spécifier le principe de mesure du rapport des variables efficaces, ou de la méthode transspectrale (cohérente).

La section 3 du *Manuel de téléphonométrie* contient des renseignements plus détaillés à ce sujet.

La Figure 1 représente la façon de monter la bouche artificielle de manière que la pression acoustique p_m au point de référence bouche soit connue pour chaque fréquence de mesure ou chaque bande de fréquences. Il est recommandé de pourvoir à une égalisation de l'excitation de la bouche artificielle afin de maintenir constante, à ± 1 dB près, la pression acoustique en champ libre au point MRP dans la gamme de fréquences de 100 à 8000 Hz. L'écart ne doit jamais dépasser ± 2 dB dans la gamme de 200 à 4000 Hz, ni $+2/-5$ dB dans la gamme de 100 à 8000 Hz. Il est recommandé de tenir compte des écarts éventuels par rapport à la pression acoustique souhaitée quand on détermine l'effet à l'émission ou l'efficacité pour l'effet local d'un système téléphonique local – surtout si l'écart dépasse ± 1 dB.

Pour tout signal d'essai, une valeur de $-4,7$ dBPa est recommandée pour p_m . (Voir le *Manuel de téléphonométrie*, 3.6.3.)

Lorsqu'on utilise des signaux sinusoïdaux comme signaux d'essai, les points de fréquence d'essai doivent être ceux des fréquences au 1/3 d'octave de l'ISO, de 200 Hz à 4000 Hz pour le calcul des équivalents pour la sonie à l'émission et à la réception. Cependant, pour la mesure de la réponse en fréquences, l'intervalle d'1/3 d'octave ne donne qu'une estimation approximative du système soumis aux essais. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser un plus grand nombre de points de fréquence. En outre, lorsque divers signaux de bruit, ou la voix artificielle telle que décrite dans la Recommandation P.50, servent de signaux d'essai, on utilisera, aussi bien pour le signal d'essai que pour la sortie du système, des filtres d'1/3 d'octave afin de calculer l'équivalent pour la sonie. Il est recommandé d'utiliser des filtres à bande plus étroite si on désire obtenir des courbes de réponse en fréquence plus précises.

Le Supplément n° 20 des Recommandations de la série P donne des informations sur l'effet de l'affaiblissement de couplage des écouteurs sur la réponse en fréquence dans des conditions d'utilisation réelle.

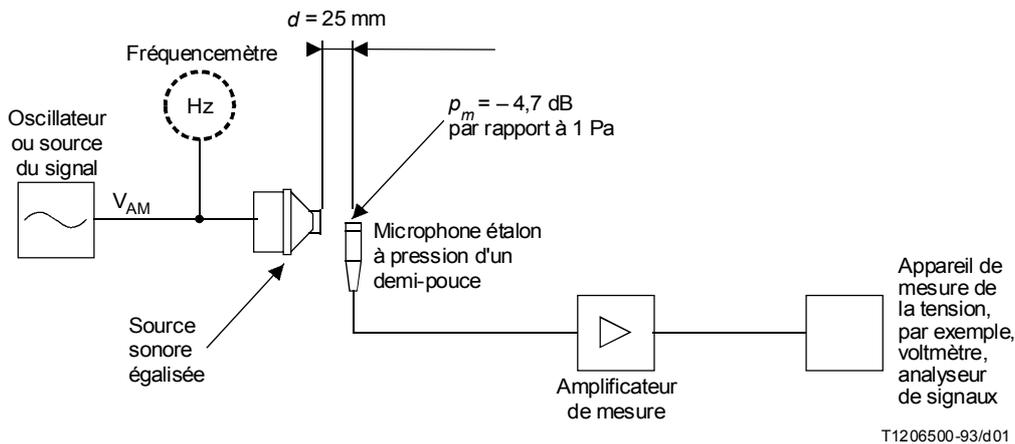


FIGURE 1/P.64

Mesure de la pression acoustique p_m au point de référence bouche situé à 25 mm du plan des lèvres artificielles de la source sonore

La Figure 2 représente la disposition employée pour mesurer la tension V_J à la sortie du système téléphonique local quand le combiné est monté dans sa position appropriée devant la bouche artificielle et que cette dernière est placée dans les mêmes conditions de fonctionnement que lorsqu'on a appliqué la pression acoustique p_m en l'absence du combiné soumis aux essais (voir la Figure 1).

La Figure 3 représente la disposition employée pour mesurer la pression acoustique p_e régnant dans l'oreille artificielle quand le système téléphonique local est relié à un générateur ayant une impédance interne de 600 ohms et une f.é.m. E_J . Il convient de souligner que l'efficacité à l'émission, S_{J_e} , est définie en fonction de $\frac{1}{2} E_J$ et non pas de la différence de potentiel entre les bornes d'entrée du système téléphonique local; ces deux dernières grandeurs ne sont égales que si l'impédance d'entrée de ce système est de 600 ohms. Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de perte de couplage (fuite acoustique) entre le pavillon du récepteur soumis à l'essai et l'oreille artificielle. Généralement, on recommande que $E_J = -12$ dBV.

NOTE – Certains systèmes de réception comprennent des circuits électroniques offrant des propriétés spéciales, par exemple, la compression pour limiter le niveau du signal sonore reçu. Des mesures de précaution particulières doivent être appliquées pendant la mesure de tels systèmes, de manière à garantir que l'efficacité qui en résulte est correcte et pertinente. Dans certains cas, il peut être nécessaire de déterminer l'efficacité à la réception pour une gamme de plusieurs niveaux d'entrée.

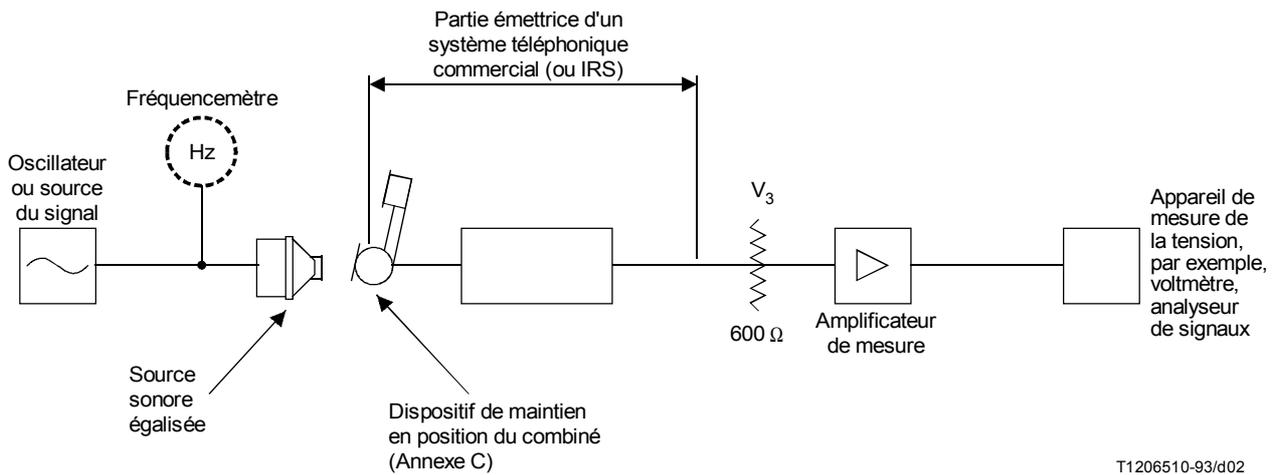


FIGURE 2/P.64

Mesure de la tension V_3 aux bornes d'une résistance pure de 600 ohms branchée à la sortie d'un système émetteur soumis aux essais

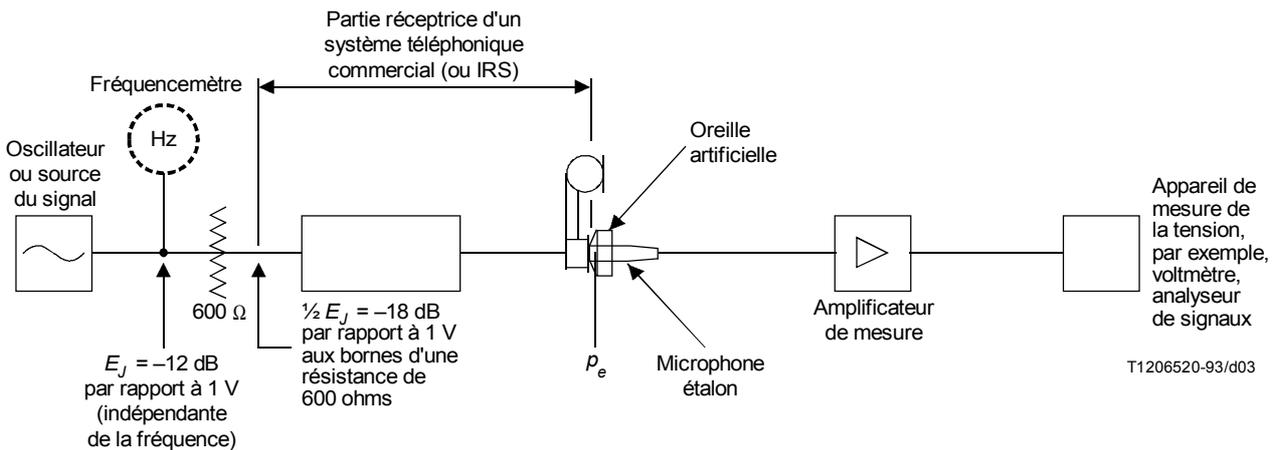


FIGURE 3/P.64

Mesure de pression acoustique p_e développée à l'ERP par le récepteur soumis aux essais

Figure 4 représente la mesure de l'efficacité pour l'effet local. La valeur de S_{meST} qui en résulte dépend fortement de l'impédance connectée aux bornes de l'appareil téléphonique, et par conséquent, dans des conditions de ligne courte, de la terminaison au commutateur. Etant donné que cette impédance varie souvent considérablement par rapport à 600 ohms, en particulier lorsque la connexion est complète, cette valeur d'impédance n'est donnée qu'à titre d'exemple.

La Figure 5 montre comment on détermine l'efficacité pour l'effet local du bruit de salle, S_{RNST} . Avec ce type de mesure, les signaux sinusoïdaux sont inappropriés et il faut utiliser un son à spectre continu (par exemple, spectre de Hoth ou spectre de bruit rose) (voir B.3). On commence par déterminer l'amplitude du champ diffus p_{RN} , puis on mesure la pression acoustique dans l'oreille artificielle.

Lorsqu'on utilise la méthode ci-dessus, la pression acoustique développée dans l'oreille artificielle est généralement très faible. Une autre façon de déterminer S_{RNST} consiste à mesurer l'efficacité à l'émission, S_{mJ} , en utilisant une bouche artificielle et une des méthodes du 3.6.3, *Manuel de téléphonométrie*, au moyen d'un signal spectral continu, puis à mesurer l'efficacité à l'émission du bruit de salle, $S_{mJ/RN}$, en déterminant le champ diffus suivant une méthode décrite ci-dessus pour la mesure de l'efficacité pour l'effet local du bruit de salle (cette méthode est décrite en détail dans le *Manuel de téléphonométrie*).

La définition de Δ_{SM} est la suivante:

$$\Delta_{SM} = S_{MJ/RN} - S_{MJ}$$

où S_{MJ} est l'efficacité de la voix réelle.

Toutefois, en pratique, dans tous les cas où une bouche artificielle est utilisée, on peut considérer que Δ_{SM} est égal à:

$$\Delta_{Sm} = S_{mJ/RN} - S_{mJ}$$

ce qui permet de déterminer S_{RNST} par l'approximation suivante:

$$S_{RNST} \cong S_{meST} + \Delta_{Sm}$$

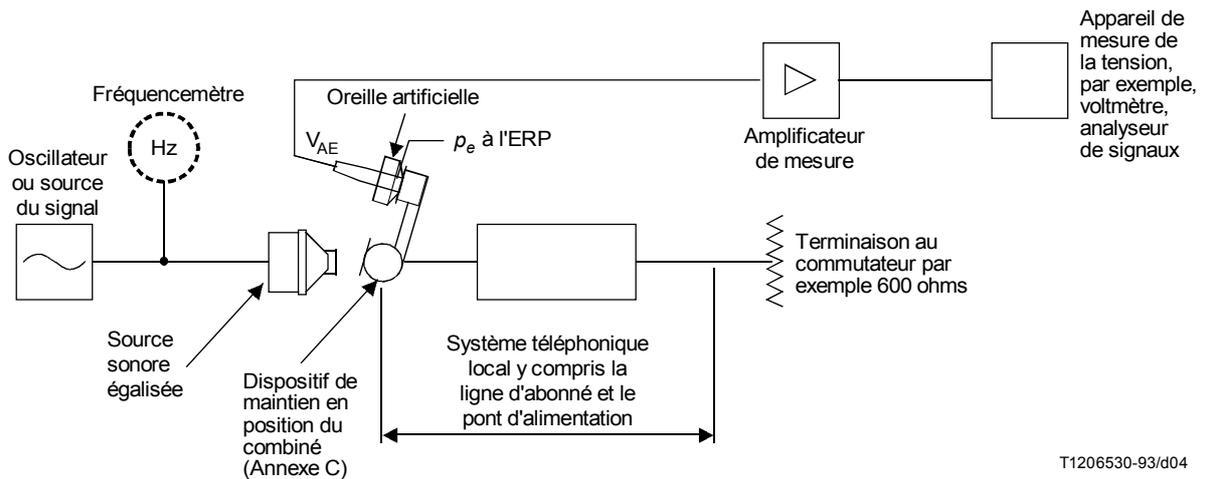
NOTES

1 Pour une explication de la manière dont on peut utiliser Δ_{Sm} pour déterminer l'affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute (LSTR) à partir de l'affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (STMR) (*sidetone masking rating*), voir les Recommandations P.76, P.79 et G.111.

2 Dans un grand nombre de cas, notamment s'agissant de microphones à charbon, Δ_{Sm} , et par conséquent S_{RNST} , est fonction du niveau de P_{RN} . Dans ces cas, il est recommandé que le niveau de P_{RN} soit mentionné en même temps que Δ_{Sm} . La valeur de P_{RN} doit normalement être comprise entre 40 et 65 dB(A) (voir 3.3 du *Manuel de téléphonométrie*).

3 S_{mJ} et $S_{mJ/RN}$ doivent utiliser les mêmes techniques, des signaux à large bande mesurés dans des bandes de 1/3 d'octave, par exemple.

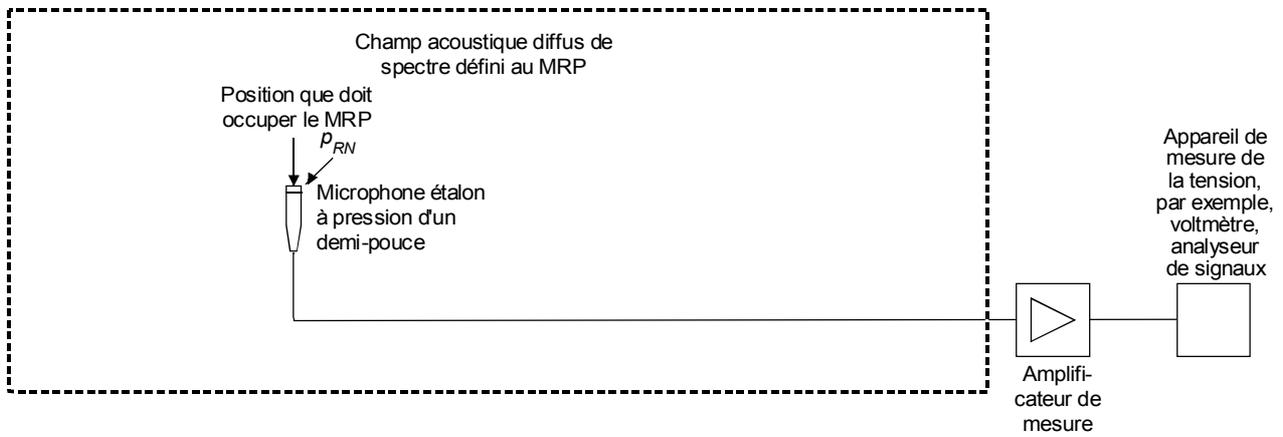
4 Les formules approximatives pour S_{RNST} peuvent être considérées comme étant également applicables aux systèmes linéaires.



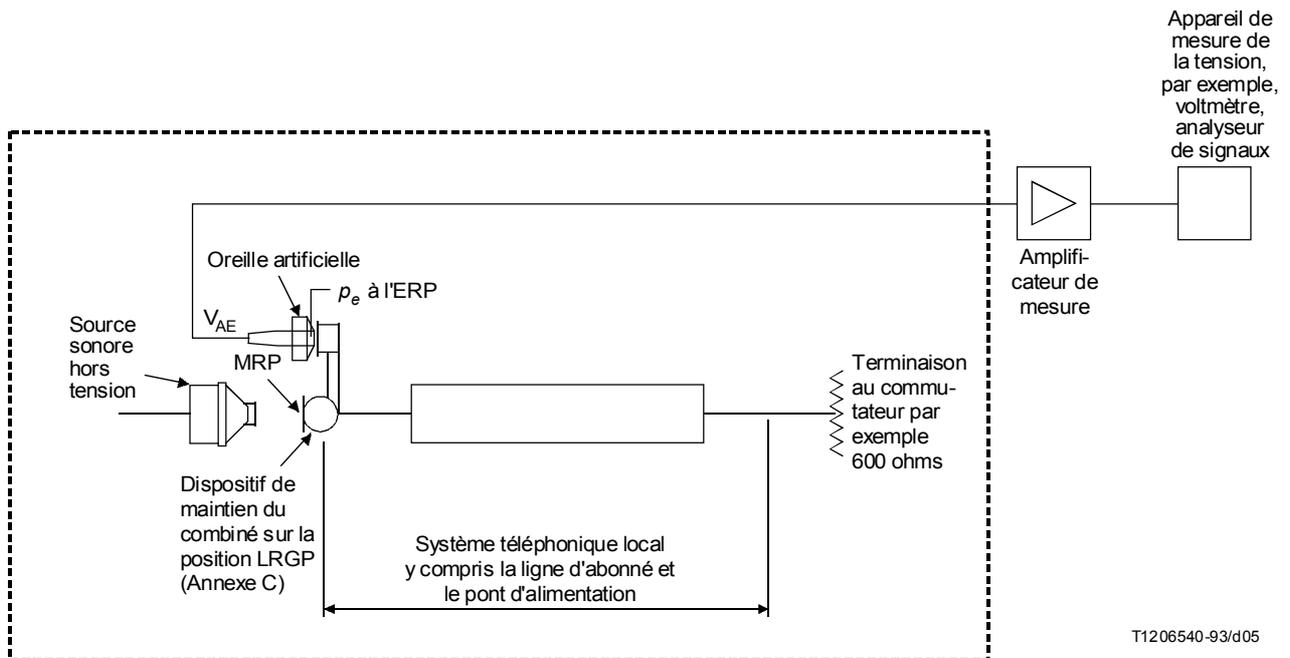
T1206530-93/d04

FIGURE 4/P.64

Mesure de l'efficacité pour l'effet local d'un système téléphonique commercial grâce à la détermination de la pression acoustique p_e développée à l'ERP pour un signal sonore donné au point MRP



a) Mesure du champ acoustique diffus au MRP



b) Mesure de p_e dans l'oreille artificielle due au champ acoustique diffus, p_{RN} , perçu par l'intermédiaire du trajet d'effet local téléphonique

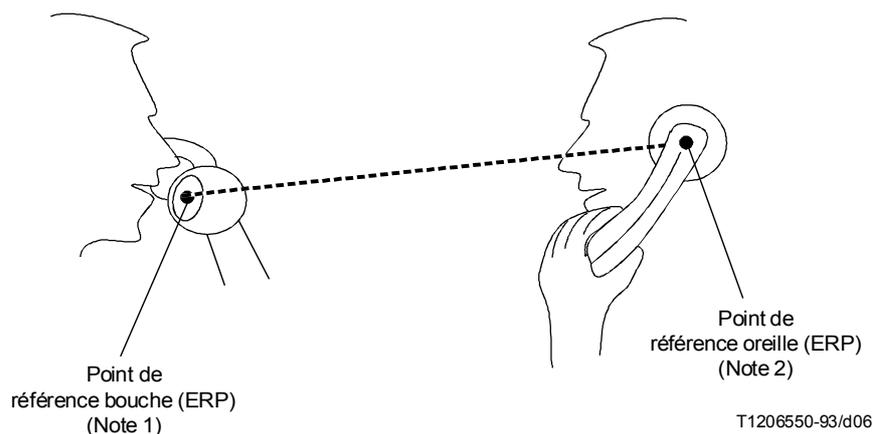
FIGURE 5/P.64

Annexe A

Définitions du point de référence bouche et du point de référence oreille

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

Les définitions du point de référence bouche (MRP) et du point de référence oreille (PRO) sont illustrées par la Figure A.1.



NOTES

1 Le point de référence bouche se trouve à une distance de 25 mm devant les lèvres, sur l'axe horizontal passant par le centre de l'ouverture de la bouche. Par définition, il est exempt de tout obstacle.

2 Le point de référence oreille se trouve à l'entrée du conduit auditif de l'oreille de la personne qui écoute. Par définition, il coïncide avec le centre du cercle de contact du plan avant tangent au pavillon, supposé concave et circulaire, d'un écouteur appliqué à l'oreille.

3 Le point ERP ne doit pas être confondu avec le point de référence écouteur (ECRP) (*earcap reference point*) qui est défini comme un point dans le plan de référence écouteur utilisé comme paramètre de référence du combiné (voir la Recommandation P.10).

FIGURE A.1/P.64

Définition des points de référence bouche et oreille

Annexe B

Utilisation d'impédances de terminaison complexes lors de la mesure du SLR et du RLR

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

B.1 Impédances de terminaison complexes

Les Administrations ont constaté que l'utilisation d'une impédance complexe $Z(f)$ au lieu d'une impédance de 600 ohms comme impédance de terminaison nominale (à deux fils) améliorerait les caractéristiques d'écho et d'effet local dans le réseau.

L'impédance nominale est mise en œuvre de telle sorte qu'elle permette d'obtenir une approximation raisonnable des impédances caractéristiques des câbles d'abonné non chargés le plus généralement utilisés par les Administrations. Ainsi, les variations d'impédance en fonction des longueurs de câble sont sensiblement réduites. En particulier, il est très avantageux qu'un équipement relié (directement ou par un câble) à l'interface à deux fils d'un commutateur numérique soit conçu de manière à avoir une impédance d'entrée sensiblement identique à cette impédance nominale Z.

En général, Z est défini comme une résistance R_s en série avec une combinaison parallèle d'une résistance R_p et d'une capacité C_p . Etant donné que les réseaux d'abonné peuvent varier d'une Administration à l'autre, les valeurs de R_s , R_p et C_p sont elles aussi légèrement différentes (voir notamment la Recommandation Q.552 pour des exemples).

Lorsqu'une impédance nominale complexe particulière Z est spécifiée par une Administration, toutes les mesures d'équipement à deux fils sont généralement effectuées avec cette impédance et non avec une impédance de 600 ohms. Cette règle s'applique également aux appareils téléphoniques.

Dans la planification de la transmission, le SLR et le RLR d'un poste téléphonique sont pris en considération conjointement avec les niveaux relatifs au point où l'appareil est connecté. Pour un certain niveau relatif, la tension du signal de référence (sinusoïdal) de 1020 Hz dépend de l'impédance nominale. Ainsi, pour rapporter les sensibilités (émission et réception) au niveau relatif, il faut appliquer un facteur de correction K lorsque l'impédance nominale n'est plus de 600 ohms.

$$K = 10 \cdot \lg \left| \frac{Z(1020 \text{ Hz})}{600} \right| \text{ dB}; \quad |Z| \text{ en ohms}$$

K est ajouté à la sensibilité à l'émission et soustrait de la sensibilité à la réception.

On peut inclure le facteur de correction K dans le dispositif de mesure en utilisant un convertisseur d'impédance qui est spécifié en B.2. (Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'inclure le facteur K dans les calculs. Un autre avantage est que des interfaces normales de 600 ohms peuvent être utilisées dans le reste du dispositif de mesure.)

B.2 Convertisseur d'impédance

Cet appareil convertit les points 600 Ω définis dans le dispositif soumis aux essais en impédance nominale appropriée Z_N et tient compte du facteur de correction correspondant. Un autre avantage est que toutes les mesures sont effectuées avec le niveau spécifié, compte tenu de toutes les influences, même dans les systèmes non linéaires. Ainsi, la valeur de l'équivalent pour la sonie est indiquée correctement.

Pour mesurer l'équivalent pour la sonie à l'émission (SLR) et à la réception (RLR), ce convertisseur doit être commuté en fonction du sens d'amplification et du facteur de correction. Pour mesurer l'effet local, aucun convertisseur n'est nécessaire car on utilise de toute façon des terminaisons propres au réseau.

Les Figures B.1 et B.2 montrent comment l'appareil est inséré respectivement dans les Figures 2 et 3.

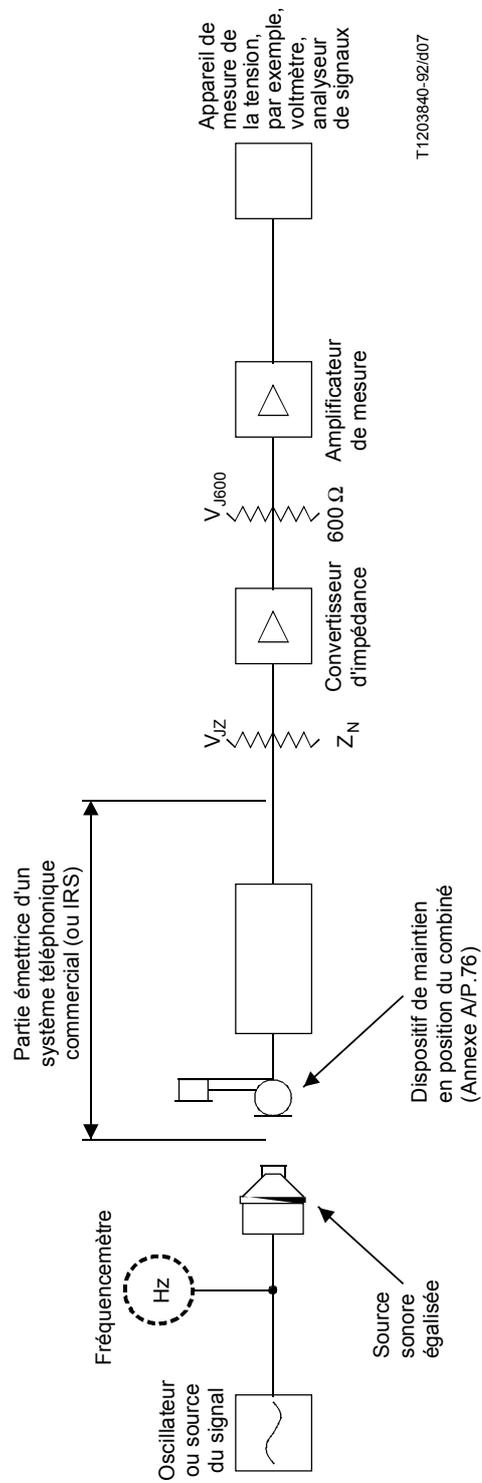
Spécification des convertisseurs d'impédance dont le schéma est représenté sur la Figure B.3:

- gain en boucle ouverte côté émission: $(6 - k) \text{ dB} \pm 0,1 \text{ dB}$
- gain en boucle ouverte côté réception: $(6 + k) \text{ dB} \pm 0,1 \text{ dB}$

où

$$K = 10 \lg \left| \frac{Z_N(1020 \text{ Hz})}{600} \right| ;$$

- affaiblissement d'adaptation par rapport à la valeur nominale (600 Ω ou Z_N): $a_R \geq 40 \text{ dB}$
- gamme dynamique: aux niveaux d'entrée de -70 dB (775 mV) à $+15 \text{ dB}$ (775 mV), l'écart de linéarité est inférieur à 0,1 dB
- rapport signal-bruit non pondéré: $>75 \text{ dB}$ à 600 Ω ; gamme de fréquences: 20 Hz-20 kHz
- facteur de différence: $>50 \text{ dB}$.



T1203840-92/d07

FIGURE B.1/P.64
Mesure de la tension V_{jc} au bornes d'un convertisseur d'impédance branché
 à la sortie d'un système émetteur soumis aux essais
 (Adjonction à la Figure 2/P.64)

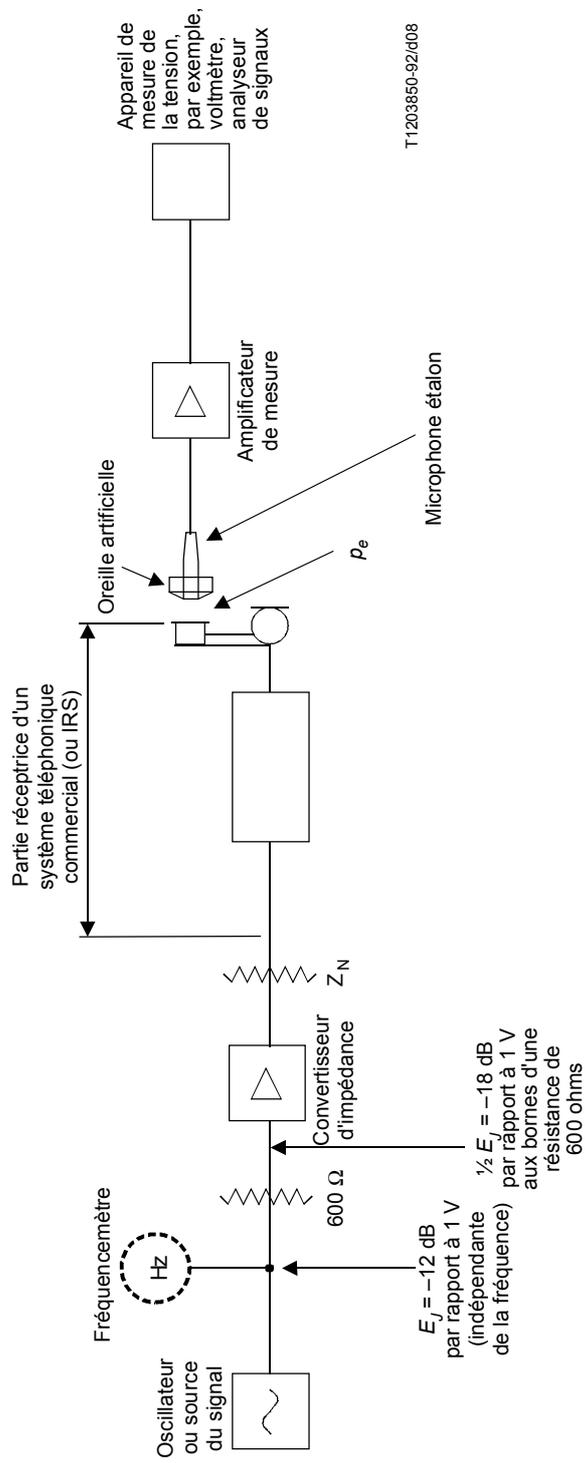


FIGURE B.2/P.64
Mesure de pression acoustique p_e développée dans l'oreille artificielle produite par le récepteur à l'essai relié à un convertisseur d'impédance
 (Adjonction à la Figure 3/P.64)

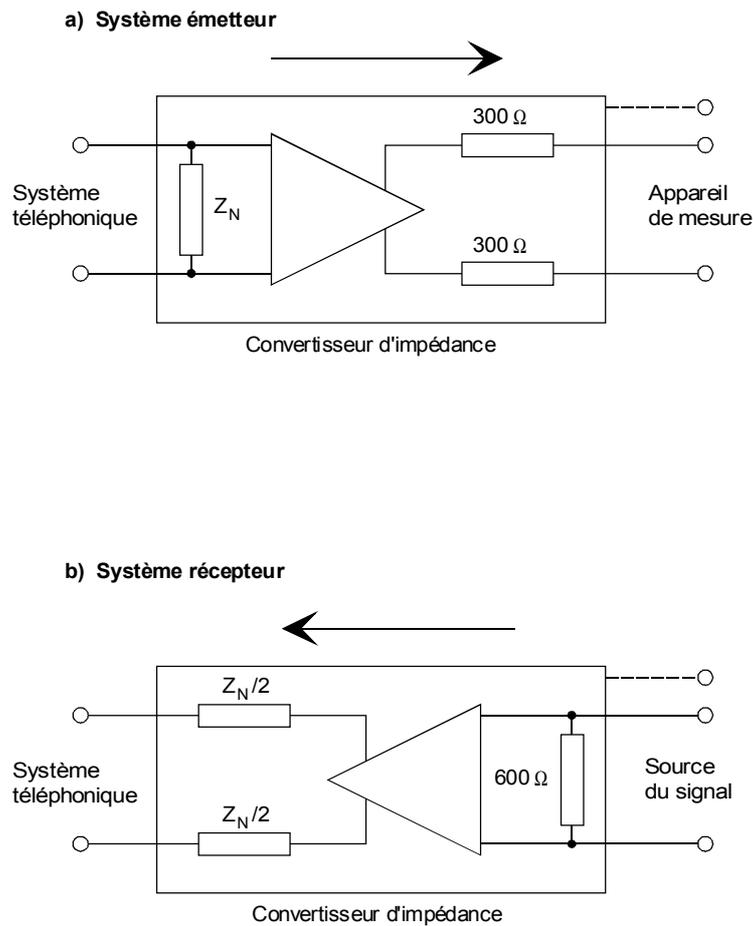


FIGURE B.3/P.64
Convertisseur d'impédance

B.3 Différences observées lorsqu'on mesure un appareil téléphonique à impédance complexe avec des terminaisons de 600 ohms et avec des terminaisons Z

La Figure B.4 montre les circuits électriques équivalents lorsque les efficacités à l'émission et à la réception d'un appareil téléphonique à impédance Z sont mesurées avec des terminaisons de 600 ohms. La Figure B.5 représente la configuration typique d'une impédance complexe nominale Z (pour simplifier, on admet que l'impédance réglée est exactement égale à cette impédance nominale).

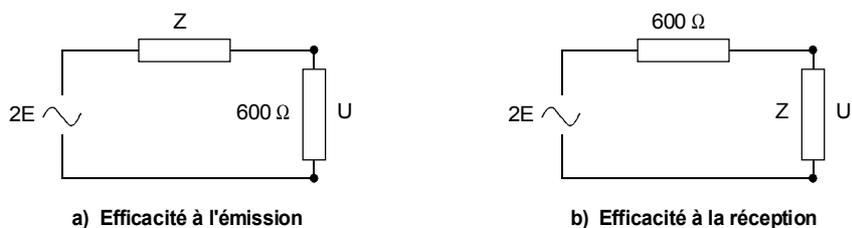


FIGURE B.4/P.64
Circuits électriques équivalents lors de la mesure avec des terminaisons de 600 ohms

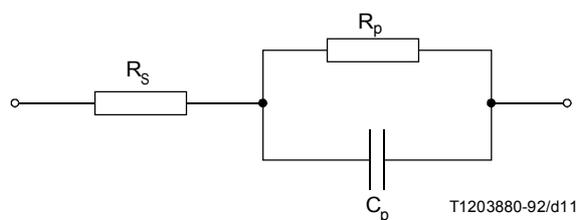


FIGURE B.5/P.64

Configuration d'une impédance complexe nominale Z

La Figure B.6 montre le circuit équivalent lorsqu'on utilise la terminaison Z correcte.

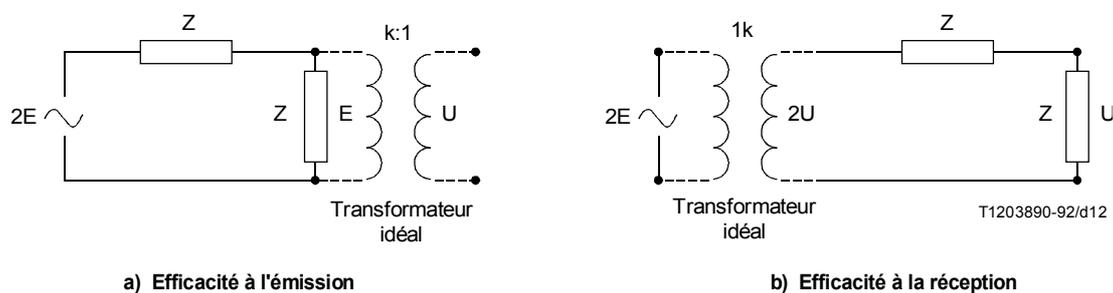


FIGURE B.6/P.64

Circuits électriques équivalents lors de la mesure avec des terminaisons « Z »

On utilise les transformateurs idéaux (imaginaires) de la Figure B.6 pour amener à 600 ohms la valeur d'impédance (absolue) à la fréquence de référence de 1020 Hz, à l'interface de mesure. Le rapport d'enroulement est $k:1$, où

$$k = \sqrt{\left| \frac{Z(1020 \text{ Hz})}{600} \right|}; \quad |Z(1020 \text{ Hz})| \text{ en ohms}$$

ce qui correspond à une correction en dB de

$$K = 20 \cdot \lg k \text{ dB}$$

Le gain de tension sur la Figure B.6 a) est donné par la formule suivante:

$$20 \cdot \lg \frac{U}{E} = -20 \lg k = -K \text{ dB}$$

et sur la Figure B.6 b) par la formule suivante:

$$20 \cdot \lg \frac{U}{E} = 20 \lg k = K \text{ dB}$$

Si on utilise des terminaisons de 600 ohms comme sur la Figure B.4, au lieu de terminaisons Z comme sur la Figure B.6, certaines différences apparaîtront dans les efficacités mesurées.

Pour l'émission, la différence entre l'efficacité mesurée et l'efficacité réelle sera donnée par la formule suivante:

$$D_{\text{send}} = 20 \lg \left| \frac{600 + Z(f)}{2 \cdot 600} \right| - K \text{ [dB]}$$

et, en conséquence, pour la réception, par la formule suivante:

$$D_{\text{rec}} = 20 \lg \left| \frac{600 + Z(f)}{2 \cdot Z(f)} \right| + K \text{ [dB]}$$

Exemple numérique

Pour l'Europe, l'impédance complexe nominale Z indiquée ci-dessous a été jugée acceptable à titre de compromis:

$$R_s = 275 \text{ ohms}, R_p = 850 \text{ ohms}, C_p = 150 \text{ nF}$$

La Figure B.7 montre les différences qui en résultent.

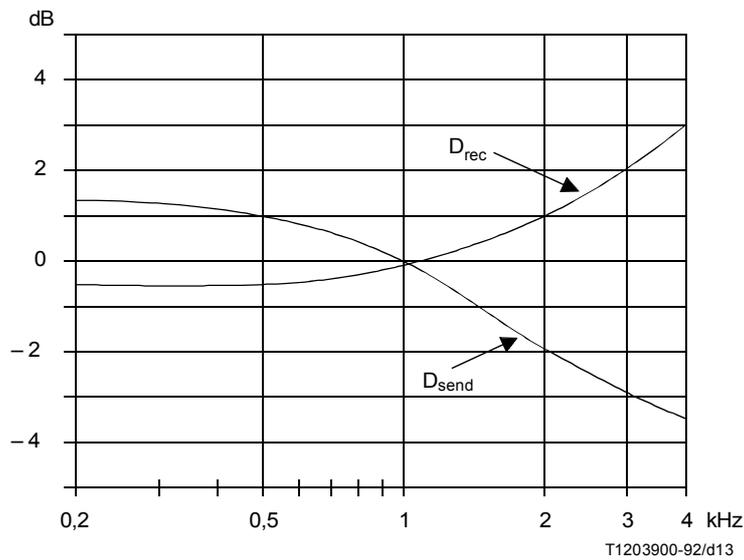


FIGURE B.7/P.64

Différences observées entre l'efficacité mesurée et l'efficacité réelle lorsqu'on utilise des terminaisons de 600 ohms au lieu de l'impédance complexe nominale $Z = 275 \text{ ohms} + 850 \text{ ohms} \parallel 150 \text{ nF}$

Annexe C

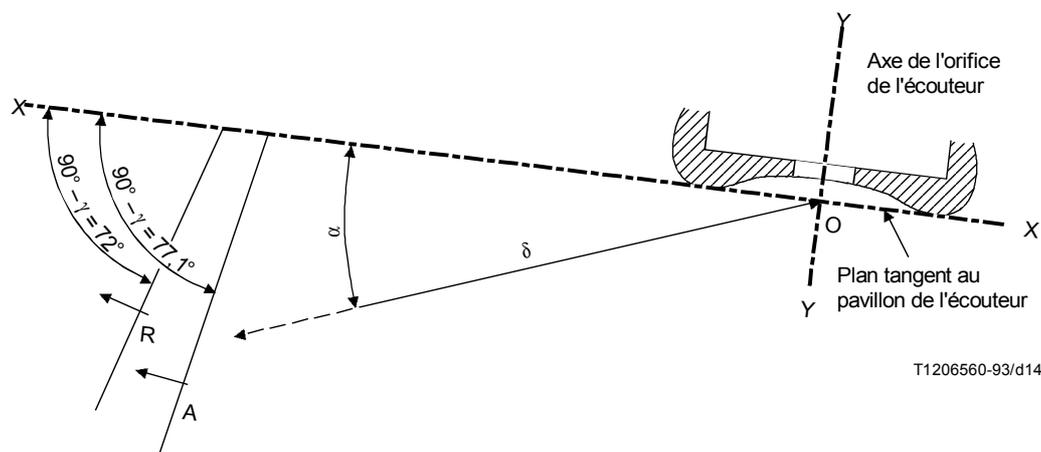
Définition de la position de conversation pour la mesure d'équivalents pour la sonie de postes téléphoniques à combiné

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

La présente annexe décrit la position de conversation à utiliser pour mesurer l'efficacité des postes téléphoniques commerciaux (en appliquant la méthode décrite dans la Recommandation P.64) en vue de déterminer les équivalents pour la sonie.

C.1 Pour définir une position de conversation, on décrit, d'une part, les positions relatives de l'ouverture de la bouche et de l'orifice du conduit auditif sur une tête humaine *moyenne* et, d'autre part, les angles qui définissent la position tridimensionnelle d'un combiné téléphonique appliqué à cette même tête. Pour un combiné donné, ces deux descriptions associées définissent la position relative particulière de l'embouchure du microphone et des lèvres de la personne qui parle, donc aussi la direction dans laquelle les ondes sonores de la parole arrivent à l'embouchure et la distance qu'elles ont parcourue à partir d'une *source ponctuelle virtuelle*.

Les positions relatives des lèvres et du conduit auditif peuvent s'exprimer au moyen d'une distance δ et d'un angle α , comme l'indique la Figure C.1. Le point R représente le centre d'un anneau de garde placé dans la position de conversation correspondant à la détermination de l'équivalent de référence effectuée selon les dispositions de la Recommandation P.72 du *Livre rouge*. Le point A représente ce centre dans la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté selon la méthode définie dans la Recommandation P.45 du *Livre orange*. Des études portant sur 4012 sujets en République populaire de Chine ont donné des positions moyennes groupées autour du point A (voir la Recommandation P.35).



T1206560-93/d14

NOTES

- 1 Les points R et A sont définis par les cotes suivantes:
A) $\delta = 136 \text{ mm}$, $\alpha = 22^\circ$, $\gamma = 12,9^\circ$,
R) $\delta = 140 \text{ mm}$, $\alpha = 15,5^\circ$, $\gamma = 18^\circ$.
- 2 Les droites en trait continu passant par A et R représentent chacune le plan tangent aux lèvres.

FIGURE C.1/P.64

Définition géométrique de la position des lèvres par rapport à l'orifice du conduit auditif

Un deuxième angle est nécessaire pour définir la direction du flux vocal de la bouche vers l'embouchure du microphone. Les anciennes Recommandations P.45 et P.72 font mention d'un angle β , mais comme celui-ci n'est pas situé dans le plan de symétrie du combiné, il est plus commode d'utiliser un angle γ qui fixe la position de la projection orthogonale sur ce plan de l'axe du flux vocal.

C.2 La position du centre des lèvres, définie par le point A sur la Figure C.1, sert aussi à définir la nouvelle position de conversation, mais il faut alors définir deux autres angles; l'angle d'orientation Φ du combiné autour de l'axe du pavillon de son écouteur (axe YY dans la Figure C.1) et l'angle d'inclinaison latérale du combiné Θ , c'est-à-dire l'angle par rapport à son axe longitudinal (axe XX de la Figure C.1). Ces angles sont nuls quand le plan de symétrie du combiné est horizontal. Les sens positifs dont on convient sont, naturellement: pour l'angle d'orientation autour de l'axe du pavillon, celui qui correspond à l'abaissement du combiné et, pour l'angle d'inclinaison latérale, celui qui correspond à l'écartement de la partie supérieure de l'écouteur par rapport au plan de symétrie de la tête.

La nouvelle position de conversation est spécifiée par les valeurs suivantes de la distance et des angles définis plus haut:

$$\alpha = 22^\circ, \gamma = 12,9^\circ, \delta = 136 \text{ mm}, \Phi = 39^\circ \text{ et } \Theta = 13^\circ.$$

L'angle γ ne peut pas être déterminé avec précision et il n'est pas commode à utiliser quand on monte un combiné devant une bouche artificielle; on peut donc le remplacer par la distance semi-interaurale ϵ . Pour la nouvelle position de conversation, on a $\epsilon = 77,8 \text{ mm}$.

Pour n'importe quel montage d'essai, la tolérance de fabrication doit être comprise entre $\pm 0,5^\circ$ pour les angles définis plus haut.

C.3 La définition ci-dessus de la position de conversation a fait apparaître les problèmes complexes que pose le réglage de la position relative du point de référence oreille et du centre de l'anneau de garde, ainsi que l'orientation relative de l'axe du pavillon et de l'axe de l'anneau de garde. On a le plus souvent avantage, en particulier pour la construction et l'installation des supports de combinés, à exprimer la position du point de référence oreille²⁾ et l'orientation de l'axe du pavillon par rapport à l'anneau de garde, d'autant plus que l'axe de l'anneau de garde est horizontal, comme le serait l'axe d'une bouche artificielle qu'on utiliserait.

C.4 La méthode de l'analyse vectorielle a été appliquée pour déterminer les coordonnées orthogonales de l'écouteur téléphonique par rapport à la position des lèvres lorsque le combiné est installé dans la position de l'anneau de garde pour l'équivalent pour la sonie. Il faut à cet effet définir un système d'axes cartésiens ayant son origine au centre des lèvres (ou au centre des lèvres virtuelles pour une voix artificielle):

axe des x: axe horizontal de la bouche, sens positif vers l'intérieur de la bouche;

axe des y: axe horizontal, perpendiculaire à l'axe des x, sens positif vers le côté de la bouche où le combiné est tenu;

axe des z: axe vertical, sens positif vers le haut.

Le point de référence oreille est défini par le vecteur

$$(86,5, 77,8, 70,5) \text{ mm}.$$

On monte le combiné de façon que le point référence oreille soit à l'intersection de l'axe du pavillon de l'écouteur avec un plan de l'espace sur lequel on peut admettre que l'écouteur repose. Pour certaines formes de combiné, cette définition n'est pas adéquate, auquel cas il convient de bien préciser la position du point de référence oreille par rapport au combiné.

L'orientation du combiné est définie par un vecteur normal au plan tangent au pavillon de l'écouteur et un vecteur normal au plan de symétrie du combiné.

Vecteurs unitaires normaux au plan de l'écouteur:

$$\pm (0,1441, -0,974, 0,1748)$$

Vecteurs unitaires normaux au plan de symétrie du combiné:

$$\pm (0,6519, -0,0394, -0,7572)$$

²⁾ On trouvera la définition du point de référence oreille dans l'Annexe A.

Si l'on utilise une voix artificielle, il faut prendre comme origine du système d'axes de référence le centre des lèvres virtuelles; en général, le plan des lèvres virtuelles n'est pas confondu avec le plan tangent à l'orifice de la bouche artificielle.

Une autre solution qui peut être commode consiste à définir la position de conversation dans un système d'axes ayant pour origine le point de référence oreille. Ces axes se définissent comme suit:

- axe des x: axe du pavillon de l'écouteur, sens positif vers l'intérieur de l'oreille;
- axe des y: droite d'intersection du plan de symétrie du combiné avec le plan tangent au pavillon de l'écouteur, sens positif vers le microphone;
- axe des z: normal au plan de symétrie du combiné, sens positif en oblique vers le haut.

Le centre de l'anneau de garde est défini par le vecteur

$$(50,95, 126,10, 0) \text{ mm}$$

L'orientation de l'anneau de garde est définie par un vecteur unitaire de l'axe de l'anneau

$$\pm (0,1441, -0,7444, -0,6250)$$

et l'orientation du combiné est définie en spécifiant la normale au moyen du vecteur unitaire

$$\pm (0,1748, -0,6293, +0,7572).$$

NOTES

1 La position de conversation définie ci-dessus diffère de la position de l'anneau de garde spécial par les valeurs de Φ (37°) et Θ (19°). On a constaté que lorsqu'on utilise la nouvelle position, au lieu de celle de l'anneau de garde spécial, pour déterminer les équivalents pour la sonie, les mesures d'efficacité ne sont pratiquement pas modifiées.

2 Le terme position de l'anneau de garde pour l'équivalent pour la sonie (LRGP, *loudness rating guard ring position*) doit être utilisé uniquement lorsque la définition décrite dans la présente annexe est strictement appliquée. Il convient de souligner que, non seulement la position relative entre le combiné et la bouche doit être respectée mais que la bouche doit être également horizontale.

Imprimé en Suisse

Genève, 1994