

**Remplacée par une version plus récente**



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**P.79**

(03/93)

**QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE  
MESURES RELATIVES À LA SONIE VOCALE**

---

**CALCUL DES ÉQUIVALENTS POUR LA  
SONIE DES POSTES TÉLÉPHONIQUES**

**Recommandation UIT-T P.79**  
Remplacée par une version plus récente

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

---

# Remplacée par une version plus récente

## 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.79, 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<sup>er</sup> 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.

# Remplacée par une version plus récente

## TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Paramètres des équivalents pour la sonie des postes téléphoniques .....	1
2 Algorithme général de calcul des équivalents pour la sonie.....	1
3 Calcul du SLR et du RLR.....	1
4 Calcul du STMR (affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage).....	3
5 Calcul du LSTR (affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute) .....	4
Annexe A – Principes fondamentaux du calcul des équivalents pour la sonie .....	4
A.1 Introduction.....	4
A.2 Définitions et symboles relatifs aux pressions acoustiques, efficacités et affaiblissements de transmission .....	4
A.3 Structure du modèle théorique .....	6
A.4 Valeurs des paramètres .....	9
A.5 Calcul des équivalents pour la sonie .....	12
Annexe B – Principes fondamentaux du calcul de l'affaiblissement de l'effet local par la méthode de masquage (STMR).....	20
B.1 Calcul basé sur les principes fondamentaux .....	20
B.2 Calcul du STMR en utilisant les facteurs de pondération $W$ .....	20
B.3 Remarques relatives aux conditions existant dans le cas d'un écouteur couplé à l'oreille par rapport à celles qui prévalent dans le cas contraire, pour le calcul du STMR .....	22
B.4 Calcul du LSTR à l'aide des facteurs de pondération $W$ .....	23
Annexe C – Variante de l'algorithme de calcul de l'équivalent pour la sonie.....	23
Annexe D – Coefficients de pondération pour la bande de 100 à 8000 Hz.....	24
Annexe E – Calcul du facteur d'effet local pour la personne qui écoute, $D$ .....	25
E.1 Considérations générales.....	25
E.2 Microphones et/ou circuits non linéaires .....	25
E.3 Microphones et circuits linéaires.....	26
Annexe F – Calcul de l'efficacité de l'effet local $S_{meST}$ .....	27

# Remplacée par une version plus récente

## PRÉFACE

La présente Recommandation décrit la méthode préférée du calcul des équivalents pour la sonie dans le cas de systèmes téléphoniques locaux transmettant une bande de fréquence comprise entre les limites de 180 Hz à 4500 Hz environ.

Le but visé par l'utilisation des équivalents pour la sonie des postes téléphoniques est double. Il consiste tout d'abord à fournir au planificateur de la transmission une mesure fidèle de la qualité de fonctionnement des postes dans le réseau. Il permet ensuite d'effectuer des comparaisons valides et fiables entre postes. Pour éviter toute confusion, la version de la présente Recommandation ne contiendra donc que les équivalents pour la sonie utiles à ces objectifs. Une seule série de règles de calcul sera également donnée, au lieu des diverses options offertes dans la version de la Recommandation P.79 parue dans le *Livre bleu* version 1988 de la présente Recommandation.

L'Annexe A contient les principes fondamentaux des calculs d'équivalent pour la sonie et explique les relations entre les Recommandations P.76, P.78 et P.79 ainsi que la base physique de la présente Recommandation.

L'Annexe B explique le concept fondamental de l'affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (STMR) (*sidetone masking rating*), qui est utilisé pour l'évaluation de l'effet local pour la personne qui parle.

L'Annexe C présente une variante de l'algorithme d'équivalent pour la sonie qui sera utile pour estimer l'importance relative des différentes caractéristiques d'efficacité en fréquence par rapport à la valeur de l'équivalent pour la sonie.

L'Annexe D fournit, à titre de référence seulement, les coefficients de pondération  $W_i$  pour l'équivalent global pour la sonie (OLR), l'équivalent pour la sonie à l'émission (SLR) et l'équivalent pour la sonie à la réception (RLR) dans la plus large bande de 100 à 8000 Hz.

L'Annexe E montre comment on peut déterminer le facteur  $D$  de l'effet local pour la personne qui écoute.

L'Annexe F montre comment calculer l'efficacité de l'effet local  $S_{meST}$  à partir de l'efficacité à l'émission et à la réception ainsi que des données d'impédance.

Le Supplément n° 11 indique une méthode pour l'estimation de  $D$ .

# Remplacée par une version plus récente

Recommandation P.79

## CALCUL DES ÉQUIVALENTS POUR LA SONIE DES POSTES TÉLÉPHONIQUES

(Melbourne, 1988; modifiée à Helsinki, 1993)

### 1 Paramètres des équivalents pour la sonie des postes téléphoniques

Lors de la planification de la transmission, les paramètres suivants des équivalents pour la sonie sont à prendre en compte pour les postes téléphoniques:

- équivalent pour la sonie à l'émission (SLR) (*send loudness rating*)
- équivalent pour la sonie à la réception (RLR) (*receive loudness rating*)

Pour les postes à deux fils, le SLR et le RLR doivent être déterminés pour une gamme appropriée de courants d'alimentation et de câbles de raccordement.

L'effet local pour la personne qui parle est caractérisé par le STMR (*affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage*), habituellement déterminé pour une gamme représentative de terminaisons.

L'effet local pour la personne qui écoute est caractérisé par l'affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute (LSTR) (*listener's sidetone rating*) qui correspond au bruit de salle capté par l'intermédiaire du trajet d'effet local électrique. Lors de la planification de la transmission, il est cependant plus utile, dans la plupart des cas, d'évaluer indirectement la qualité d'un poste en terme d'effet local pour la personne qui parle, par la différence suivante:

$$D = \text{LSTR} - \text{STMR}$$

où  $D$  est un paramètre du poste téléphonique qui est *indépendant* de la terminaison. Les formules de calcul de  $D$  seront donc indiquées dans l'Annexe E.

### 2 Algorithme général de calcul des équivalents pour la sonie

L'algorithme général de calcul des équivalents pour la sonie (LR) aura la forme suivante:

$$\text{LR} = -\frac{10}{m} \cdot \log \left\{ \sum_{i=N_1}^{N_2} 10^{0,1 \cdot m(S_i - W_i)} \right\} \quad (2-1)$$

où

$m$  est une constante (de l'ordre de 0,2).

La sommation sera effectuée aux fréquences  $F_i$ , espacées d'un tiers d'octave.

Les  $W_i$  sont les coefficients de pondération (différents selon les divers LR).

$S_i$  est l'efficacité à la fréquence  $F_i$  du trajet électroacoustique considéré.

NOTES

1 Il y a lieu de déterminer  $S_i$  par les méthodes décrites dans les Recommandations P.64 et P.65 concernant les postes téléphoniques analogiques à deux fils. Les postes numériques seront mesurés conformément au 6/P.66 et les postes mains libres selon le 6/P.34.

2 On peut également utiliser la désignation «affaiblissement électroacoustique»  $L_i = -S_i$ .

3 Lors du calcul de SLR et de RLR, on ne doit prendre en compte que les parties de la bande de fréquences dans lesquelles une transmission de signal réelle est susceptible de se produire, cela afin de garantir la conservation de la caractéristique d'additivité des LR. Seule la bande de fréquences de 200 à 4000 Hz sera donc utilisée.

### 3 Calcul du SLR et du RLR

Dans l'équation (2-1),  $m = 0,175$ .

Les coefficients de pondération  $W_{si}$  et  $W_{ri}$  sont indiqués dans le Tableau 1.

# Remplacée par une version plus récente

TABLEAU 1/P.79

## Coefficients de pondération $W_i$ pour SLR et RLR

Bande n°	Fréquence centrale (Hz)	$W_{si}$ (émission)	$W_{ri}$ (réception)
4	200	76,9	85,0
5	250	62,6	74,7
6	315	62,0	79,0
7	400	44,7	63,7
8	500	53,1	73,5
9	630	48,5	69,1
10	800	47,6	68,0
11	1000	50,1	68,7
12	1250	59,1	75,1
13	1600	56,7	70,4
14	2000	72,2	81,4
15	2500	72,6	76,5
16	3150	89,2	93,3
17	4000	117,0	113,8

NOTE – Ces pondérations sont inférieures de 0,3 dB à celles indiquées dans la version initiale de la présente Recommandation du CCITT, *Livre bleu*, tome V, pour tenir compte du changement d'équivalent pour la sonie de l'IRS dans la largeur de bande réduite.

Les valeurs de  $S_i$  seront appliquées comme suit:

pour le SLR, entre la bouche artificielle et une interface électrique (équivalente) de 600  $\Omega$

$$S_i = S_{mJ}(F_i) \quad (3-1)$$

Pour le RLR, entre une interface électrique (équivalente) de 600  $\Omega$  et l'oreille artificielle, y compris une correction pour la fuite au pavillon d'écouteur,  $L_E$ ,

$$S_i = S_{Je}(F_i) - L_E(F_i) \quad (3-2)$$

Normalement, l'efficacité à la réception se mesure avec l'oreille artificielle en couplage acoustique hermétique avec l'écouteur (voir les Recommandations P.64 et P.65). Si l'écouteur est de forme conventionnelle et que le récepteur soit assez proche du type utilisé dans le système de référence intermédiaire (IRS), les valeurs de  $L_E$  indiquées dans le Tableau 2 devront être utilisées.

TABLEAU 2/P.79

## Correction pour la fuite $L_E$ utilisée pour les mesures en couplage hermétique sur un récepteur de type IRS

Fréquence (Hz)	$L_E$ (dB)	Fréquence (Hz)	$L_E$ (dB)
200	8,4	1000	-2,3
250	4,9	1250	-1,2
315	1,0	1600	-0,1
400	-0,7	2000	3,6
500	-2,2	2500	7,4
630	-2,6	3150	6,7
800	-3,2	4000	8,8

## Remplacée par une version plus récente

Si l'on utilise une oreille artificielle plus moderne, comportant un dispositif de simulation de fuite, aucune correction n'est nécessaire pour  $L_E$ , qui aura une valeur nulle dans l'équation (3-2) (voir également la Recommandation P.57).

De même pour les téléphones mains-libres,  $L_E = 0$ .

### 4 Calcul du STMR (affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage)

Dans l'équation (2-1),  $m = 0,225$ .

Les coefficients de pondération  $W_{MS_i}$  sont indiqués dans le Tableau 3.

Les valeurs de  $S_i$  sont applicables entre la bouche artificielle et l'oreille électrique (pour le même poste) en passant par le trajet d'effet local électrique dû aux désadaptations d'impédance pour les postes analogiques à deux fils ou, pour les postes numériques, en passant par un circuit de couplage établi entre les extrémités d'émission et de réception.

$$S_i = S_{meST}(F_i) \quad (4-1)$$

NOTE – Le plus souvent, le dispositif de mesure de l'effet local consiste en une ligne d'abonné non chargée (ou de son équivalent électrique) bouclée sur une impédance physique nominale, qui peut avoir des composantes complexes. La courbe de  $S_{meST}(f)$  peut alors être représentée assez fidèlement par les points des fréquences espacées d'un tiers d'octave. Mais si la terminaison se compose d'un accès à deux fils vers un commutateur numérique, la réponse à l'effet local,  $S_{meST}(f)$  pourra marquer une variation très rapide en fonction de la fréquence, de sorte que l'espacement par tiers d'octave ne sera pas assez représentatif. C'est ce qui se produit lorsque l'affaiblissement de traversée du commutateur est faible et qu'il existe de fortes réflexions à l'autre accès bifilaire de la chaîne de connexion. Dans ce cas, le locuteur constatera à la fois de l'effet local et de l'écho, de sorte qu'un calcul abstrait de STMR n'aura pas autant d'intérêt.

TABLEAU 3/P.79

Coefficients de pondération  $W_{MS_i}$  pour le STMR

Bande n°	Fréquence centrale (Hz)	$W_{MS_i}$
(1)		(2)
1	100	110,4
2	125	107,7
3	160	104,6
4	200	98,4
5	250	94,0
6	315	89,8
7	400	84,8
8	500	75,5
9	630	66,0
10	800	57,1
11	1000	49,1
12	1250	50,6
13	1600	51,0
14	2000	51,9
15	2500	51,3
16	3150	50,6
17	4000	51,0
18	5000	49,7
19	6300	50,0
20	8000	52,8

# Remplacée par une version plus récente

## 5 Calcul du LSTR (affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute)

A l'exception du gain  $S_i$ , la procédure est la même que pour le calcul du STMR, c'est-à-dire avec  $m = 0,225$  et les coefficients de pondération indiqués dans le Tableau 3.

Les valeurs de  $S_i$  sont applicables au trajet d'effet local électrique entre une source de son diffus et l'oreille artificielle. (Le niveau de pression acoustique en champ diffus est mesuré au MRP de la bouche artificielle en l'absence de la bouche artificielle.) Voir 9/P.64. Voir également le *Manuel de téléphonométrie*.

$$S_i = S_{RNST}(F_i) \quad (5-1)$$

### NOTES

1 Si le microphone et/ou ses circuits associés ne sont pas linéaires, il sera indispensable de remplacer aussi bien la voix artificielle que le son diffus par des signaux de bruit ayant les formes appropriées aux fréquences vocales.

2 Les signaux d'effet local du son diffus peuvent avoir des niveaux relativement faibles dans certaines bandes de fréquences, ce qui peut entraîner des problèmes d'exactitude des mesures.

## Annexe A

### Principes fondamentaux du calcul des équivalents pour la sonie

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

#### A.1 Introduction

D'après les principes énoncés dans la Recommandation P.76, on peut déterminer les équivalents pour la sonie sans recourir à des mesures subjectives, mais à condition que toutes les conditions suivantes soient satisfaites:

- a) disposer d'un modèle théorique ayant une structure appropriée;
- b) connaître les valeurs appropriées des principaux paramètres du modèle;
- c) connaître les efficacités respectives, à l'émission et à la réception, du système de référence intermédiaire;
- d) connaître les efficacités respectives, à l'émission et à la réception, des systèmes téléphoniques locaux étudiés, ainsi que l'affaiblissement d'insertion dû à la chaîne de circuits intermédiaire.

Les méthodes de calcul des efficacités à l'émission et à la réception, au moyen d'une bouche et d'une oreille artificielles, sont définies dans la Recommandation P.64. Les caractéristiques du système de référence intermédiaire, déterminées conformément aux mêmes méthodes, sont indiquées dans la Recommandation P.48. Les efficacités à la réception que l'on obtient avec l'oreille artificielle dont traite actuellement la Recommandation P.64 ne peuvent pas servir directement au calcul des équivalents pour la sonie: elles doivent être corrigées pour tenir compte de la différence entre la pression acoustique dans l'oreille humaine lors d'une conversation téléphonique et la pression acoustique mesurée dans l'oreille artificielle.

#### A.2 Définitions et symboles relatifs aux pressions acoustiques, efficacités et affaiblissements de transmission

Les définitions et symboles figurant dans l'exposé des principes théoriques sont énumérés ci-dessous et illustrés par la Figure A.1.

##### A.2.1 Personne qui parle

Définitions et symboles indiquant les conditions dans lesquelles une personne parle, notamment ses relations physiques avec l'appareil téléphonique ou la communication de référence:

MRP	Point définissant le point de référence bouche (MRP) ( <i>mouth reference point</i> ); il occupe une position déterminée par rapport aux lèvres de la personne qui parle (voir la Recommandation P.64).
$p_M$	Pression acoustique au point MRP <sup>1)</sup> , en l'absence de toute obstruction.

<sup>1)</sup> Il y a lieu de spécifier le niveau de référence, par exemple, 1 Pa, 20  $\mu$ Pa, etc.

# Remplacée par une version plus récente

- $B'_S$  Densité spectrale (pression moyenne à long terme)<sup>2)</sup> des signaux vocaux rapportée à un MRP par rapport à 20  $\mu\text{Pa}$  dans la largeur de bande de 1 Hz.
- VL Niveau des sons vocaux (VL) (*vocal level*), c'est-à-dire niveau de la pression acoustique (moyenne quadratique à long terme pendant que la personne qui parle est active) de la parole émise par la personne qui parle, au MRP; d'ordinaire, il est rapporté à un niveau vocal de référence.
- SP Position de conversation (SP) (*speaking position*), c'est-à-dire position des lèvres de la personne qui parle par rapport au microphone de l'appareil téléphonique ou du système de référence.

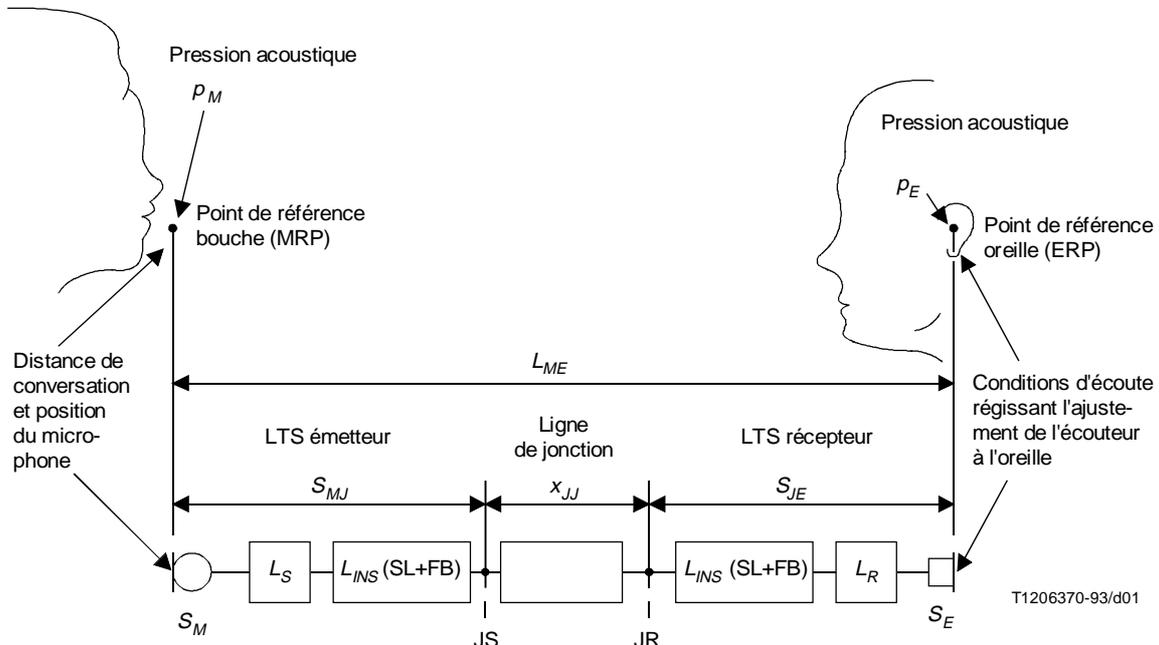


FIGURE A.1/P.79

## Facteurs influençant la force des sons vocaux reçus

### A.2.2 Personne qui écoute

Définitions et symboles indiquant les conditions dans lesquelles une personne écoute, notamment ses relations physiques avec l'appareil téléphonique ou la connexion de référence:

- ERP Point définissant le point de référence oreille (ERP) (*ear reference point*) (voir la Recommandation P.64).
- $p_E$  Pression acoustique à l'ERP.
- $\beta_0$  Seuil d'audibilité pour un son pur à l'ERP, en dB par rapport à 20  $\mu\text{Pa}$ .
- $K$  Nombre, en relation avec les bandes de fréquences critiques de Fletcher, permettant de passer du seuil d'audibilité pour un son pur au seuil pour des sons à spectre continu tels que les sons vocaux.
- $\beta_0 - K$  Seuil d'audibilité pour des sons à spectre continu à l'ERP, en dB par rapport à 20  $\mu\text{Pa}$  dans une bande de largeur 1 Hz.
- HL Perte d'acuité auditive (HL) (*hearing loss*), généralement rapportée au seuil d'audibilité «normal».
- LC Conditions d'écoute (LC) (*listening conditions*), c'est-à-dire relation de l'écouteur et de son mode de couplage à l'oreille avec l'ERP.

<sup>2)</sup> En pratique, c'est la pression acoustique que l'on mesure, mais on conserve l'emploi conventionnel de la densité spectrale pour faciliter l'exposé. Il est bon de remarquer que, dans une bande de largeur 1 Hz, le niveau de pression acoustique par rapport à 20  $\mu\text{Pa}$  est approximativement égal au niveau de puissance surfacique par rapport à 1  $\text{pW}/\text{m}^2$  par Hz.

# Remplacée par une version plus récente

## A.2.3 Appareil téléphonique et connexions de référence

Définitions et symboles indiquant les caractéristiques de l'appareil téléphonique ou les connexions de référence:

$L_{ME}$	Affaiblissement d'air à air entre un MRP et un ERP, en dB.
JS, JR	Jonctions électriques respectivement à la sortie d'un système téléphonique local émetteur et à l'entrée d'un système téléphonique local récepteur.
LTS	Système téléphonique local.
$S_{MJ}$	Efficacité à l'émission d'un système téléphonique local, du MRP à la jonction électrique de sortie (JS).  NOTE 1 – $S_{MJ}$ se rapporte à une bouche réelle médiane; pour des raisons pratiques, les efficacités mesurées conformément à la Recommandation P.64, au moyen de la bouche artificielle recommandée, peuvent être utilisées pour les combinés téléphoniques.
$S_{JE}$	Efficacité à la réception d'un système téléphonique local, de la jonction électrique d'entrée (JR) à l'ERP.  NOTE 2 – $S_{JE}$ se rapporte à une oreille réelle médiane; les efficacités mesurées au moyen de l'oreille artificielle mentionnée dans la Recommandation P.64 et conformément à la méthode décrite dans cette Recommandation sont indiquées par le symbole $S_{Je}$ . Les valeurs doivent, dans ce cas, être corrigées pour donner les valeurs appropriées de $S_{JE}$ .
$x_{JJ}$	Affaiblissement entre systèmes téléphoniques locaux, c'est-à-dire entre les jonctions JS et JR de la Figure 1. Dans les connexions téléphoniques réelles, les circuits intéressés se composent de lignes interurbaines, de circuits interurbains, de centres de commutation, etc. Aux fins d'évaluation, cette chaîne est remplacée par des lignes d'affaiblissement, des filtres, etc., sans réaction, collectivement désignés par l'expression «ligne de jonction».
$S_{RMJ}, S_{RJE},$ $L_{RME},$ etc.	Valeurs de $S_{MJ}, S_{JE}, L_{ME},$ etc., applicables à un trajet de conversation de référence, par exemple le NOSFER ou IRS défini dans la Recommandation P.48.
$S_{UMJ}, S_{UJE},$ $L_{UME},$ etc.	Valeurs de $S_{MJ}, S_{JE}, L_{ME},$ etc., applicables à un trajet de conversation à l'étude, par exemple, une connexion téléphonique.
$x_{UR}, x_{RU}$	Valeurs de $x$ applicables respectivement à la combinaison d'un trajet de conversation (émission) «inconnu» à l'étude avec un trajet (réception) de référence et à celle d'un trajet (émission) «inconnu» de référence avec un trajet (réception) à l'étude.
$S_M$	Efficacité d'un microphone téléphonique pour un MRP.
$S_E$	Efficacité d'un récepteur téléphonique pour un ERP.
$L_S$	Affaiblissement électrique, des bornes d'un microphone aux bornes de ligne d'un appareil téléphonique.
$L_R$	Affaiblissement électrique, des bornes de ligne d'un appareil téléphonique aux bornes d'un récepteur.
$L_{INS} (SL + FB)$	Affaiblissement combiné d'une ligne d'abonné (SL) ( <i>subscriber line</i> ) et de son pont d'alimentation (FB) ( <i>feeding bridge</i> ).

## A.3 Structure du modèle théorique

### A.3.1 Définitions relatives à la force des sons et à sa relation avec le niveau de sensation et les équivalents pour la sonie

Grandeurs ou caractéristiques relatives à la force des sons et aux équivalents pour la sonie des trajets de transmission téléphonique:

$Z$	Niveau de sensation, en dB, des sons vocaux reçus à une fréquence donnée; il caractérise la portion des sons vocaux reçus qui se trouve au-dessus du seuil d'audibilité, c'est-à-dire celle qui produit effectivement la sensation sonore.
$Z_{RO}$	Valeur de $Z$ lorsque $L_{ME} = 0$ dB.
$Q(Z)$	Fonction de $Z$ en relation avec la force des sons; elle sert à convertir en une expression numérique de la force des sons le niveau de sensation exprimé par $Z$ .
$m$	Paramètre utilisable pour définir $Q(Z)$ ; c'est la pente de la courbe représentant l'expression $10 \log_{10} Q(Z)$ en fonction de $Z$ .

## Remplacée par une version plus récente

$S$	Fonction monotone de la fréquence, telle que des accroissements égaux de $S$ aient des effets égaux sur la force des sons, sous réserve que les valeurs correspondantes de $Z$ soient les mêmes.
$S'$	Dérivée de $S$ par rapport à la fréquence, soit $S' = dS/df$ . On peut considérer $S'$ comme une fonction de pondération en fréquence.
$dS$	De la définition précédente, on déduit $dS = S' df$ .
$\overline{Q(Z)}$	Moyenne pondérée de $Q(Z)$ en relation avec la valeur totale de la force des sons dans un signal vocal reçu.
$\lambda$	Force des sons étudiés.
OLR, SLR, RLR, JLR	Equivalents pour la sonie, respectivement total, à l'émission et à la réception, et à la ligne de jonction.

### A.3.2 Modèle pour la force des sons

Quand on étudie un trajet de transmission de signaux vocaux, il faut en définir les parties terminales acoustiques, ce qu'on peut faire en se référant aux MRP et ERP. Plusieurs définitions ont été proposées pour ces points de référence; pour les besoins de la présente analyse on a choisi ceux qui sont définis dans la Recommandation P.64.

Dans la Figure A.2, la courbe 1 représente la variation de la densité spectrale  $B'_S$  des sons vocaux émis à un certain niveau, que l'on mesure au MRP, en l'absence de tout obstacle devant la bouche<sup>3)</sup>, au moyen par exemple d'un très petit microphone de mesure. Dans une conversation téléphonique, quand les sons vocaux atteignent l'oreille de l'interlocuteur qui écoute, ils ont subi un affaiblissement et une distorsion pendant leur transmission sur le trajet téléphonique total, et la densité spectrale peut alors avoir une caractéristique telle que la courbe 2; l'ERP, auquel se rapporte cette courbe peut être considéré, pour cet exposé, comme situé à l'orifice du conduit auditif, mais on pourrait tout aussi bien le placer au tympan de l'oreille du sujet. Les études en cours font appel à un point de référence oreille situé à l'orifice du conduit auditif (comme le mentionne l'Annexe A/P.64). La différence  $L_{ME}$  entre les ordonnées des courbes 1 et 2 représente l'affaiblissement «de bouche à oreille» et varie généralement avec la fréquence.

La densité spectrale des sons vocaux reçus, dont la caractéristique est la courbe 2, ne contribue pas uniformément à la force des sons: lorsqu'elle est inférieure au seuil d'audibilité du sujet, sa contribution est beaucoup plus petite que pour les valeurs nettement supérieures au niveau correspondant à ce seuil. Pour tenir compte de cette variation, on définit une grandeur appelée «niveau de sensation» ( $Z$ ), qui est la différence entre la densité spectrale des sons vocaux reçus (courbe 2) et le seuil d'audibilité ( $\beta_0 - K$ ) pour des sons à spectre continu (courbe 3). Ainsi la force des sons vocaux reçus est fonction de  $Z$ , qui dépend généralement de la fréquence.

Des études ont montré<sup>4)</sup> qu'on peut exprimer approximativement la force des sons  $\lambda$  en fonction de  $Z$  par la formule suivante:

$$\lambda = C \int_{f_1}^{f_2} Q(Z) S' df \quad (\text{A-1})$$

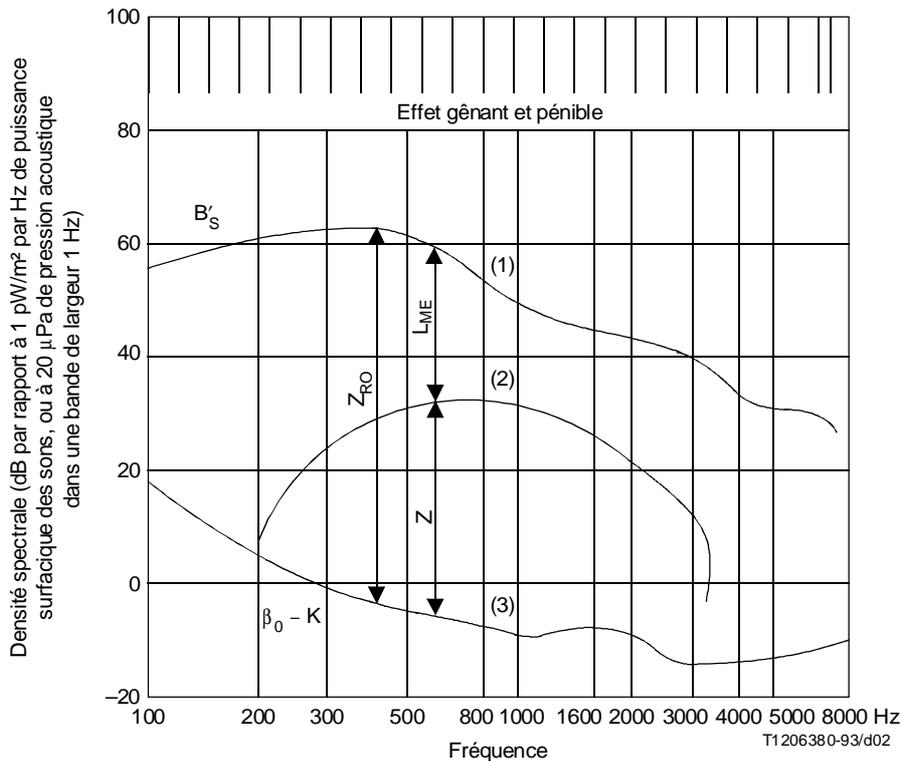
où  $C$  est une constante,  $Q(Z)$  est une fonction d'«accroissement de la force des sons» telle qu'à des accroissements égaux de sa valeur correspondent des accroissements égaux de la force des sons,  $S'$  est une «fonction de pondération en fréquence» qui pondère les valeurs de  $Q(Z)$  en relation avec la fréquence afférente à chacun des niveaux de sensation  $Z$  correspondants,  $f_1$  et  $f_2$  sont les limites respectivement inférieure et supérieure de la bande de fréquences utile.

Le cas échéant, on peut transformer comme suit l'échelle des fréquences en une échelle de valeurs de  $S$ , dont des accroissements égaux ont des effets de même «importance» sur la force des sons.

<sup>3)</sup> Pour la définition de MRP, voir l'Annexe/P.64.

<sup>4)</sup> Ce modèle ne prétend pas représenter avec précision toutes les caractéristiques intéressant la perception de la force des sons vocaux; par exemple, il ne tient pas compte des effets de masque entre fréquences et ne prévoit pas l'importance croissante des fréquences inférieures à mesure que l'intensité du son s'élève au-dessus du seuil. On peut établir des modèles représentant de façon satisfaisante de plus nombreuses caractéristiques, mais on ne connaît aucun modèle complet. De tels modèles sont inutilement compliqués quand on calcule les équivalents pour la sonie. La restriction la plus importante concernant l'utilisation du modèle ici décrit est qu'il doit être utilisé pour établir des comparaisons au niveau d'écoute constant indiqué dans la Recommandation P.76.

# Remplacée par une version plus récente



- Courbe (1) Variation de la densité spectrale des sons vocaux au point de référence bouche
- Courbe (2) Variation de la densité spectrale des sons vocaux au point de référence oreille après transmission sur un trajet de conversation comportant un affaiblissement qui correspond approximativement à la limite
- Courbe (3) Variation du seuil d'audibilité pour des sons à spectre continu

FIGURE A.2/P.79

**Détermination du niveau de sensation  $Z$  caractérisant la portion du signal vocal reçu qui est au-dessus du seuil d'audibilité, c'est-à-dire celle qui produit effectivement la sensation sonore**

Ecrivons à cet effet

$$S' = \frac{dS}{df} \quad (\text{A-2})$$

il vient

$$\lambda = C \int_{S_1}^{S_2} Q(Z) dS \quad (\text{A-3})$$

où  $S_1$  et  $S_2$  sont les valeurs de  $S$  qui correspondent respectivement à  $f_1$  et  $f_2$ .

Le processus élémentaire pour déterminer l'équivalent pour la sonie est représenté sur le diagramme de la Figure A.3. Un signal de «référence» ayant un certain spectre à l'émission subit un affaiblissement dans une connexion téléphonique, le signal reçu a un spectre modifié et, du fait que le seuil d'audibilité varie avec la fréquence; il en résulte un niveau de sensation  $Z$ , qui est lui aussi fonction de la fréquence; ce sont les valeurs de ce niveau qui, ensemble, produisent en fait la sensation de force des sons. On a donc:

$$Z = B'_S - L_{ME} - (\beta_0 - K) \quad (\text{A-4})$$

# Remplacée par une version plus récente

Une fois  $Z$  ainsi déterminé, on utilise les relations ci-dessus pour le convertir en valeurs numériques, pondérer celles-ci en fonction de la fréquence, ce qui donne  $\overline{Q(Z)}$ , moyenne pondérée, et multiplier cette dernière par la constante  $C$  pour obtenir finalement  $\lambda$ , force des sons vocaux reçus, exprimée dans une unité appropriée.

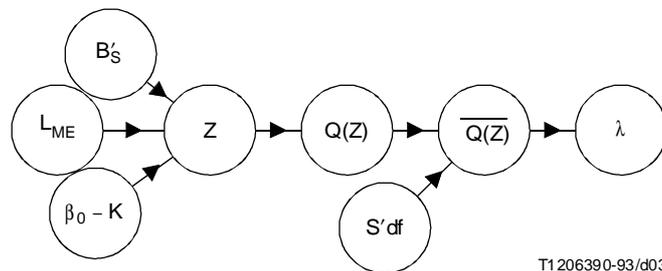


FIGURE A.3/P.79

**Schéma de principe du processus à suivre pour déterminer une force des sons  $\lambda$  à partir du niveau de sensation  $Z$**

Comme il a été dit plus haut, le diagramme de la Figure A.3 ne représente que le processus élémentaire de la détermination de l'équivalent pour la sonie. Pour assurer son univocité, il convient cependant d'en spécifier plus précisément les éléments. Par exemple, la densité spectrale  $B'_S$  dépend de la personne qui parle et du niveau de sa puissance vocale. Elle varie aussi avec la phrase d'essai utilisée et avec la position des lèvres du sujet par rapport au microphone téléphonique; cette position dépend elle-même de la façon personnelle du sujet de se servir du téléphone et de la définition, quelque peu arbitraire, du point de référence bouche (MRP). De même, à la réception, la densité spectrale dépend de la personne qui écoute et de sa façon particulière d'appliquer les prescriptions (par exemple, touchant la tenue du combiné, elle peut serrer plus ou moins l'écouteur contre son oreille), du degré de son acuité auditive et de la définition adoptée pour le point de référence oreille ERP.

L'affaiblissement de la communication  $L_{ME}$ , quand on étudie un plan de transmission, doit être décomposé en trois éléments: l'affaiblissement à l'émission, l'affaiblissement à la réception et l'affaiblissement de la «ligne» de jonction qui les relie.

La fonction  $Q(Z)$  peut être spécifiée en partie par fixation d'un paramètre  $m$ , qui est la pente de la courbe représentant la variation du logarithme de  $Q(Z)$  en fonction du niveau de sensation  $Z$ . Toutefois, dans le cas général,  $m$  dépend du niveau à la réception (ou de  $Z$ ), mais on peut considérer que  $m$  est constant dans l'intervalle pratique de variation de  $Z$ , qui est étendu.

On a représenté sur le diagramme de la Figure A.4, qui est un développement du diagramme de la Figure A.3, d'autres facteurs qu'on estime maintenant avoir une influence importante, comme il ressort de l'analyse précédente et de l'examen des définitions données en A.3.1. Ces dernières sont complétées par la Figure A.3.

## A.4 Valeurs des paramètres

### A.4.1 Considérations générales

Pour utiliser le modèle décrit à l'article 3, il convient, en principe, d'attribuer des valeurs aux paramètres suivants:

$B'_S$	en fonction de la fréquence
$10 \log_{10} S'$	en fonction de la fréquence
$m$	qui définit (partiellement) la fonction d'accroissement de la force des sons $Q(Z)$
$\beta_0 - K$	en fonction de la fréquence.

# Remplacée par une version plus récente

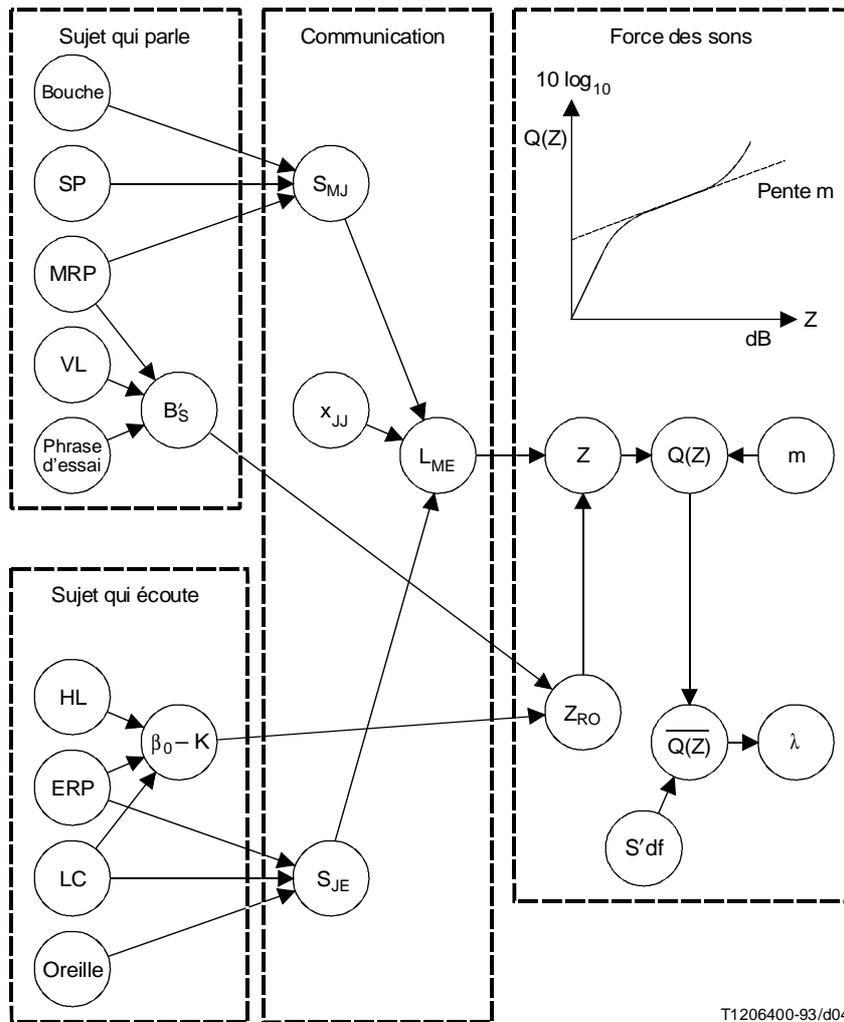


FIGURE A.4/P.79

## Organigramme

En fait, dans le cas qui nous intéresse, il convient de réunir tous ces paramètres en un seul paramètre dépendant de la fréquence, que l'on pourra utiliser avec  $m$  pour calculer les indices de force des sons à l'émission, à la réception et pour la «ligne» de jonction, ainsi que l'affaiblissement en sonie dû à l'insertion de composants électriques, tels que filtres de voies, dans les connexions commerciales.

Le calcul théorique de ce paramètre  $G$ , dépendant de la fréquence, est expliqué ci-dessous.

On peut directement évaluer  $G$ , ainsi que  $m$ , à partir des résultats des essais subjectifs d'équilibre de force des sons effectués à l'aide d'ensembles de filtres passe-bas et passe-haut dans un système de référence approprié.

### A.4.2 Calcul théorique de $G$

La formule (A-1) peut s'écrire

$$\lambda_U = C \int Q(Z_U) S' df \quad (\text{A-5a})$$

et

$$\lambda_R = C \int Q(Z_R) S' df \quad (\text{A-5b})$$

## Remplacée par une version plus récente

où  $\lambda_U$  et  $\lambda_R$  représentent les forces des sons vocaux reçus respectivement à travers le trajet vocal étudié et le trajet vocal de référence et  $Z_U$  et  $Z_R$  les valeurs correspondantes du niveau de sensation (qui sont fonction de la fréquence).

La méthode de calcul qui va être décrite repose sur l'hypothèse (largement vérifiée pour des intervalles restreints du niveau d'écoute) que la fonction  $Q(Z)$  peut se mettre sous la forme

$$Q(Z) = \text{constante} \cdot 10^{m(1/10)Z} \quad (\text{A-6})$$

(La base 10 et le facteur de l'exposant, 1/10, ne figurent dans la formule que pour conserver l'analogie avec le décibel, unité dans laquelle  $Z$  est exprimé.)

Posons

$$Z_{RO} = B'_S - (\beta_0 - K) \quad (\text{A-7})$$

et faisons la substitution correspondante dans la formule (A-4). Il vient

$$Z_U = Z_{RO} - L_{UME} \quad (\text{A-8a})$$

$$Z_R = Z_{RO} - L_{RME} \quad (\text{A-8b})$$

Après substitution de ces expressions dans les formules (A-5a) et (A-5b) et simplification, on obtient

$$\lambda_U = C \int 10^{-m(1/10)L_{UME}} [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] df \quad (\text{A-9a})$$

$$\lambda_R = C \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] df \quad (\text{A-9b})$$

On peut assimiler l'équivalent pour la sonie à l'affaiblissement  $\Delta x$  (indépendant de la fréquence) supprimé du trajet étudié «inconnu» pour faire en sorte que  $\lambda_U = \lambda_R$ .

Convenons que

$$G = [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] \quad (\text{A-10})$$

et substituons  $L_{UME} - \Delta x$  à  $L_{UME}$  dans la formule (A-9a); on obtient l'égalité cherchée des fonctions  $\lambda$ .

On a donc

$$\int 10^{-m(1/10)(L_{UME} - \Delta x)} G df = \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df \quad (\text{A-11})$$

$$10^{-m(1/10)\Delta x} = \frac{\int 10^{-m(1/10)L_{UME}} G df}{\int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df} \quad (\text{A-12})$$

et

$$\Delta x = -m^{-1} 10 \log_{10} \int 10^{-m(1/10)L_{UME}} G df - \left\{ m^{-1} 10 \log_{10} \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df \right\} \quad (\text{A-13})$$

# Remplacée par une version plus récente

Sans affecter cette égalité, on peut multiplier  $G$  par une constante appropriée pour obtenir que  $\int Gdf=1$  ; on peut alors considérer  $G$  comme un coefficient de pondération<sup>5)</sup>, ce qui permet d'écrire chacun des deux termes du membre de droite de la formule sous la forme

$$\Phi^{-1}[\int \Phi(L)Gdf]=\bar{L}$$

Ainsi pour l'équivalent pour la sonie nous avons:

$$\text{équivalent pour la sonie} = \Delta x = \overline{L_{UME}} - \overline{L_{RME}}$$

Les termes  $\overline{L_{UME}}$  et  $\overline{L_{RME}}$  peuvent être respectivement considérés comme l'«affaiblissement pondéré moyen de bouche à oreille» du trajet de conversation étudié «inconnu» et du trajet de conversation de référence. Dans chacune des formules qui suivent, l'intégration (et, par conséquent, la moyenne) s'opère dans la gamme comprise entre les limites de fréquence inférieure et supérieure appropriées.

Pour le calcul, la bande des fréquences audibles est partagée en  $N$  bandes contiguës; on utilise les 20 bandes préférées par l'ISO centrées sur des fréquences espacées approximativement d'un tiers d'octave entre 100 et 8000 Hz. Pour trouver la moyenne des valeurs de  $\overline{L_{UME}}$ , on procède à des sommations de la forme

$$\overline{L_{UME}} = -m^{-1} 10 \log_{10} \sum_i^N 10^{-m(1/10)L_{UME}} G \Delta f \quad (\text{A-15})$$

L'affaiblissement acoustique d'un trajet de conversation est généralement fonction de la fréquence et peut se définir par la formule

$$L_{UME} = 20 \log_{10} \frac{p_M}{p_E} \quad (\text{A-16})$$

où  $p_M$  et  $p_E$  conservent leurs définitions données en A.2.1 et A.2.2.

Il est nécessaire de connaître les valeurs de  $L_{UME}$  aux différentes fréquences et celles de  $G \Delta f$ ; naturellement,  $L_{UME}$  dépend du trajet téléphonique considéré, mais  $G \Delta f$  et les autres données communes à tous les trajets sont décrits ci-dessous.

### A.4.3 Détermination des valeurs de $G$

On a attribué des valeurs à  $G$  en analysant les résultats des essais d'équilibre de force des sons effectués par le laboratoire du CCITT avec un trajet de conversation spécial composé d'un NOSFER, mais avec une réponse de fréquence à l'émission rendue plus uniforme par une égalisation. Chaque filtre d'un ensemble de filtres spéciaux passe-bas et passe-haut a été inséré tour à tour dans la «ligne» de jonction de ce trajet de conversation.

Des équilibres ont été réalisés avec chaque filtre et avec le trajet «direct»; chacun étant considéré comme le système étudié «inconnu», l'équilibrage était le même pour déterminer les équivalents relatifs par rapport au NOSFER, avec la «ligne» de jonction réglée à 25 dB. L'équilibrage a été effectué à l'aide de la méthode dite des marges, c'est-à-dire en faisant varier l'affaiblissement de transmission du système étudié «inconnu». Les valeurs de  $\Delta x$  ont été calculées pour chaque filtre et corrigées en fonction de l'affaiblissement de transmission dans la bande passante. On a pris comme fréquence de coupure les fréquences pour lesquelles la valeur de l'affaiblissement de transmission dépassait de 10 dB celle de l'affaiblissement de transmission dans la bande passante.

En lisant les résultats et en procédant par interpolation aux limites appropriées des 20 bandes de fréquences préférées par l'ISO, centrées sur les fréquences comprises entre 100 et 8000 Hz, on a d'abord pu évaluer  $m$ ;  $m = 3/\Delta x$ , si l'on prend la valeur  $\Delta x$  à la fréquence à laquelle  $\Delta x$  est le même pour les filtres passe-bas et les filtres passe-haut. Puis, à l'aide de la formule (A-12) et par itération, on a pu obtenir pour  $G$  un ensemble de valeurs qui concordent avec les données expérimentales. Il est à noter que dans les formules (A-11) à (A-14),  $L_{RME}$  représente l'affaiblissement de transmission de bouche à oreille du trajet «direct» et que  $L_{UME}$  représente celui du même trajet quand le filtre est inséré.

<sup>5)</sup> D'après les formules (A-7) et (A-10), on peut constater que  $G$  fonction de la fréquence, dépend de la valeur de  $m$  et des fonctions, liées à la fréquence,  $B'_s$ ,  $\beta_0$ ,  $K$  et  $S'$ .

# Remplacée par une version plus récente

Les résultats sont donnés dans le Tableau A.1, la valeur déterminée pour  $m$  étant 0,175.

## A.5 Calcul des équivalents pour la sonie

### A.5.1 Détermination des formules et des coefficients de pondération $W$

La méthode décrite dans la Recommandation P.78 peut être représentée par les organigrammes de la Figure A.5, qui correspondent aussi à la structure du modèle ici utilisé (voir la Figure A.4). Les diagrammes placés à gauche sur les parties a), b), c) et d) de la Figure A.5 représentent des versions modifiées des différents trajets de la Figure A.1/P.78.

TABLEAU A.1/P.79

Valeurs de  $10 \log_{10} G$  et de  $10 \log_{10} G \Delta f$

Fréquence moyenne (Hz)	$\Delta f$ (Hz)	$10 \log_{10} G$ (dB)	$10 \log_{10} G \Delta f$ (dB)
100	22,4	-32,63	-19,12
125	29,6	-29,12	-14,41
160	37,5	-27,64	-11,90
200	44,7	-28,46	-11,96
250	57,0	-28,58	-11,02
315	74,3	-31,10	-12,39
400	92,2	-29,78	-10,14
500	114,0	-32,68	-12,12
630	149,0	-33,21	-11,48
800	184,0	-34,14	-11,49
1000	224,0	-35,33	-11,83
1250	296,0	-37,90	-13,19
1600	375,0	-38,41	-12,67
2000	447,0	-41,25	-14,75
2500	570,0	-41,71	-14,15
3150	743,0	-45,80	-17,09
4000	922,0	-43,50	-13,86
5000	1140,0	-47,13	-16,56
6300	1490,0	-48,27	-16,54
8000	1840,0	-46,47	-13,82

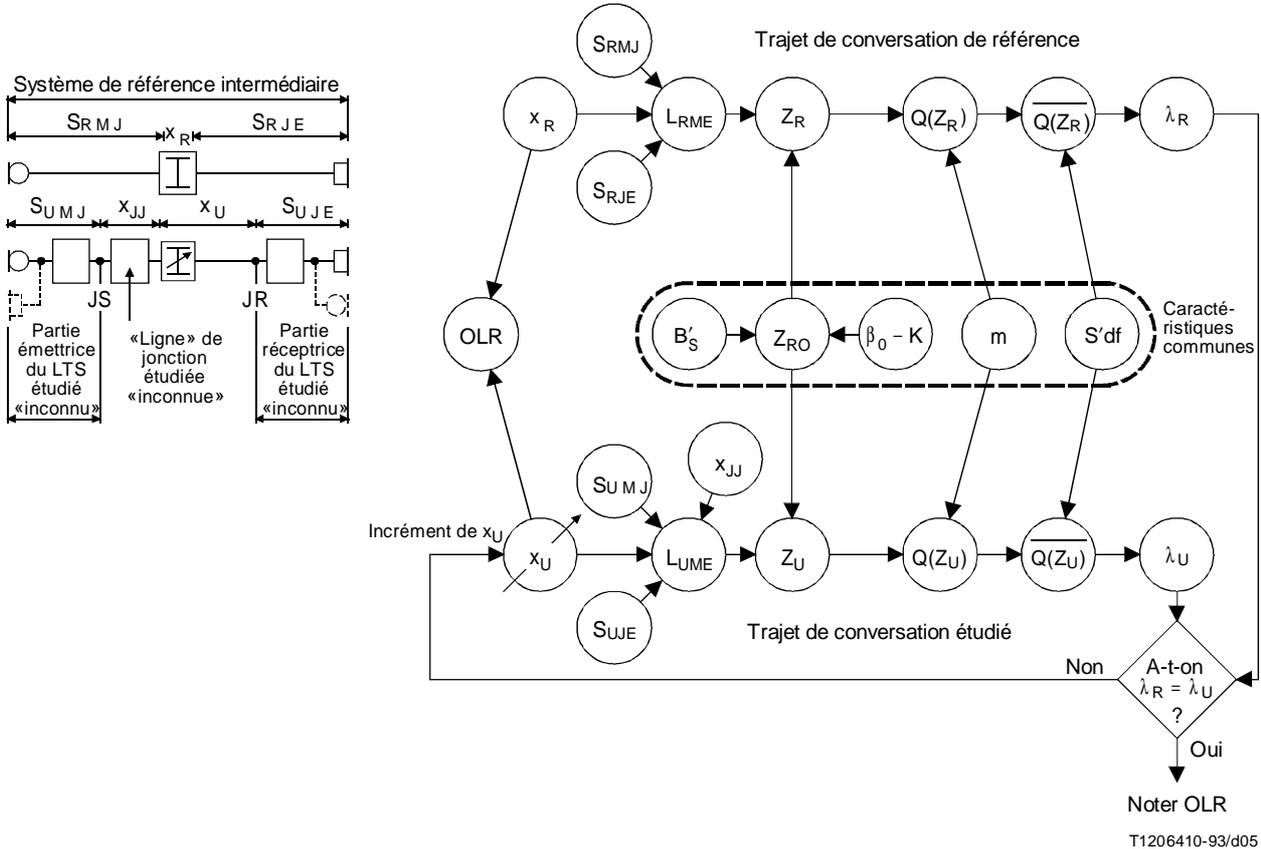
Les formules fondamentales pour SLR, RLR, OLR et JLR sont indiquées ci-après. Les valeurs numériques des coefficients de pondération  $W_i$  ne doivent normalement pas être utilisées dans les calculs d'équivalent pour la sonie (LR) pour plusieurs raisons:

- en planification de transmission, seuls les SLR et RLR du système téléphonique local (LTS) (*local telephone system*) sont normalement utilisés parmi les équivalents mentionnés et ce uniquement dans la bande de 200 à 4000 Hz. Le calcul correspondant est décrit à l'article 3;
- dans certains cas exceptionnels, lorsqu'un étage de commutation local et ses postes téléphoniques raccordés doivent être traités comme une «boîte noire» possédant une entrée et une sortie acoustique, il y a lieu de calculer l'OLR (équivalent global pour la sonie). Les coefficients de pondération  $W_i$  correspondants sont indiqués dans l'Annexe D;
- on utilise l'équivalent de circuit pour la sonie (CLR) (*circuit loudness rating*) au lieu du JLR (équivalent pour la sonie de la ligne de jonction). Voir l'Annexe A/G.111.

# Remplacée par une version plus récente

Les principes fondamentaux historiques de la notion d'équivalents pour la sonie du CCITT sont présentés dans la Recommandation P.76. Ils ont servi de base pour l'élaboration d'une méthode rationnelle de la planification de la transmission. Cependant, dans la planification de la transmission moderne, quelques autres aspects des équivalents pour la sonie ont été introduits; voir l'Annexe A/G.111.

La Figure A.5 illustre la procédure applicable lorsqu'on dispose des valeurs pour tous les paramètres mentionnés en A.1, A.2 et A.3. Dans le diagramme a) de la Figure A.5, les paramètres regroupés sont les paramètres utilisés pour former le paramètre composite  $G$  décrit en A.4. Un nouveau regroupement est possible, comme l'indiquent les diagrammes b), c) et d) de la Figure A.5. On constatera en outre que la totalité du trajet de  $x_R$  à  $\lambda_R$  est commune aux quatre organigrammes. On peut utiliser cette caractéristique pour ramener la procédure de calcul à une formule très facile à appliquer.



a) Equivalent global pour la sonie (OLR)

## Note concernant le diagramme a)

Le trajet étudié «inconnu» se compose des quatre parties suivantes:

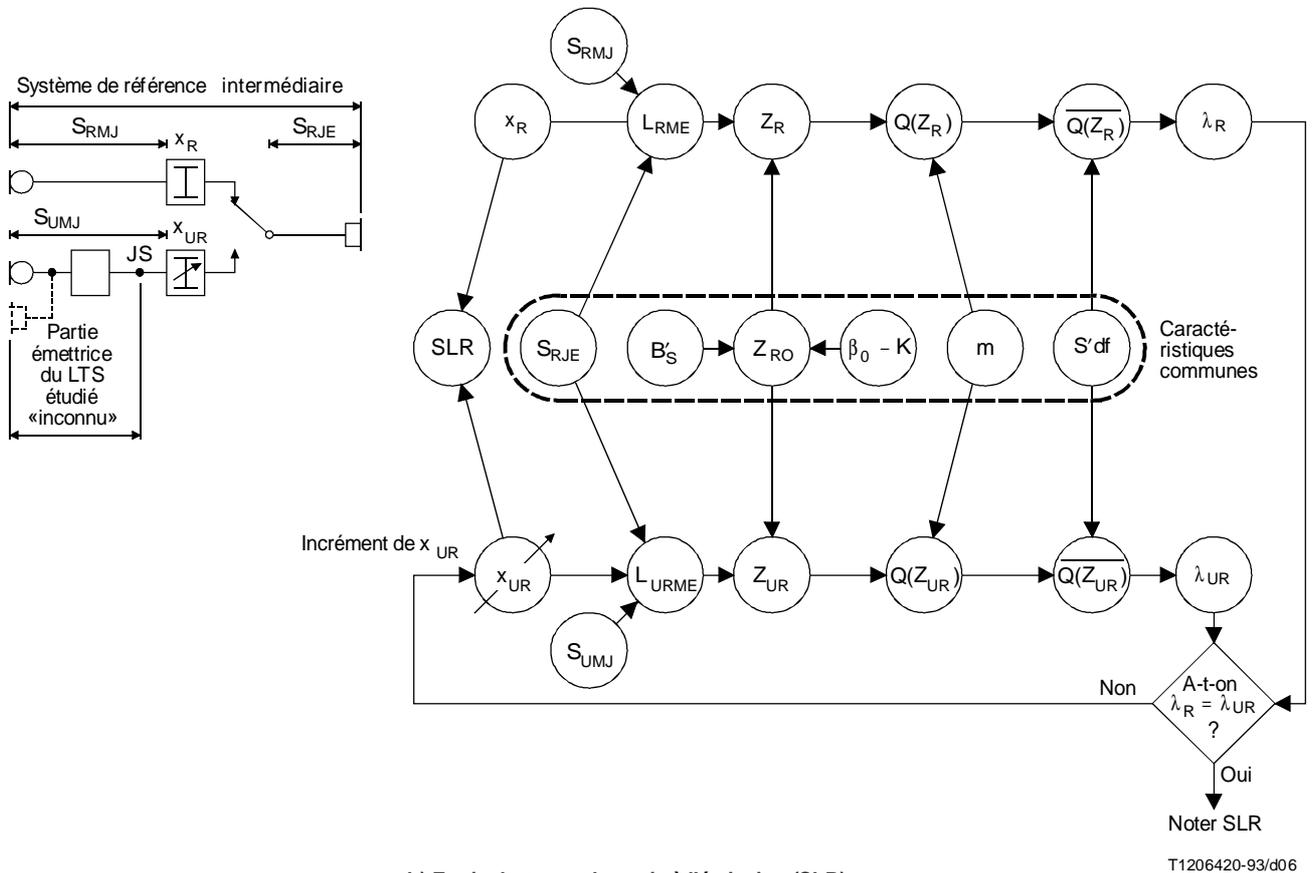
- système téléphonique local émetteur, comprenant l'appareil téléphonique, la ligne d'abonné et le pont d'alimentation, jusqu'à JS de la Figure A.1;
- système téléphonique local récepteur, comprenant le pont d'alimentation, la ligne d'abonné et l'appareil téléphonique à partir de JR de la Figure A.1;
- l'ensemble des lignes interurbaines et des circuits interurbains existants dans la connexion réelle entre JS et JR;
- un affaiblissement de transmission supplémentaire, réglable,  $x_U$ , introduit de telle manière qu'il ne perturbe pas la réponse en fréquence globale de la connexion complète, mais accroît l'affaiblissement de transmission de la même valeur sur toutes les fréquences.

Si la partie de la connexion réelle entre JS et JR a des impédances image de 600 ohms  $\angle 0^\circ$ , il n'y a aucune difficulté à définir  $x_{JJ}$  ni à introduire l'affaiblissement supplémentaire  $x_U$ . Si tel n'est pas le cas, il faudra déterminer l'affaiblissement sur image d'un réseau virtuel ayant des impédances image de 600 ohms (résistance) (il faudra aussi construire un réseau si des déterminations subjectives doivent être faites). On rencontre des difficultés particulières si la connexion réelle ne contient, entre JS et JR, aucune partie ayant des impédances image de 600 ohms (comme dans une connexion locale); toutefois, ces difficultés peuvent être résolues par le calcul. A condition qu'il y ait une section présentant un affaiblissement d'au moins 7 dB environ et des impédances image de 600 ohms, les difficultés peuvent être surmontées assez aisément.

FIGURE A.5/P.79

## Organigrammes illustrant les processus à suivre pour déterminer des équivalents pour la sonie

# Remplacée par une version plus récente

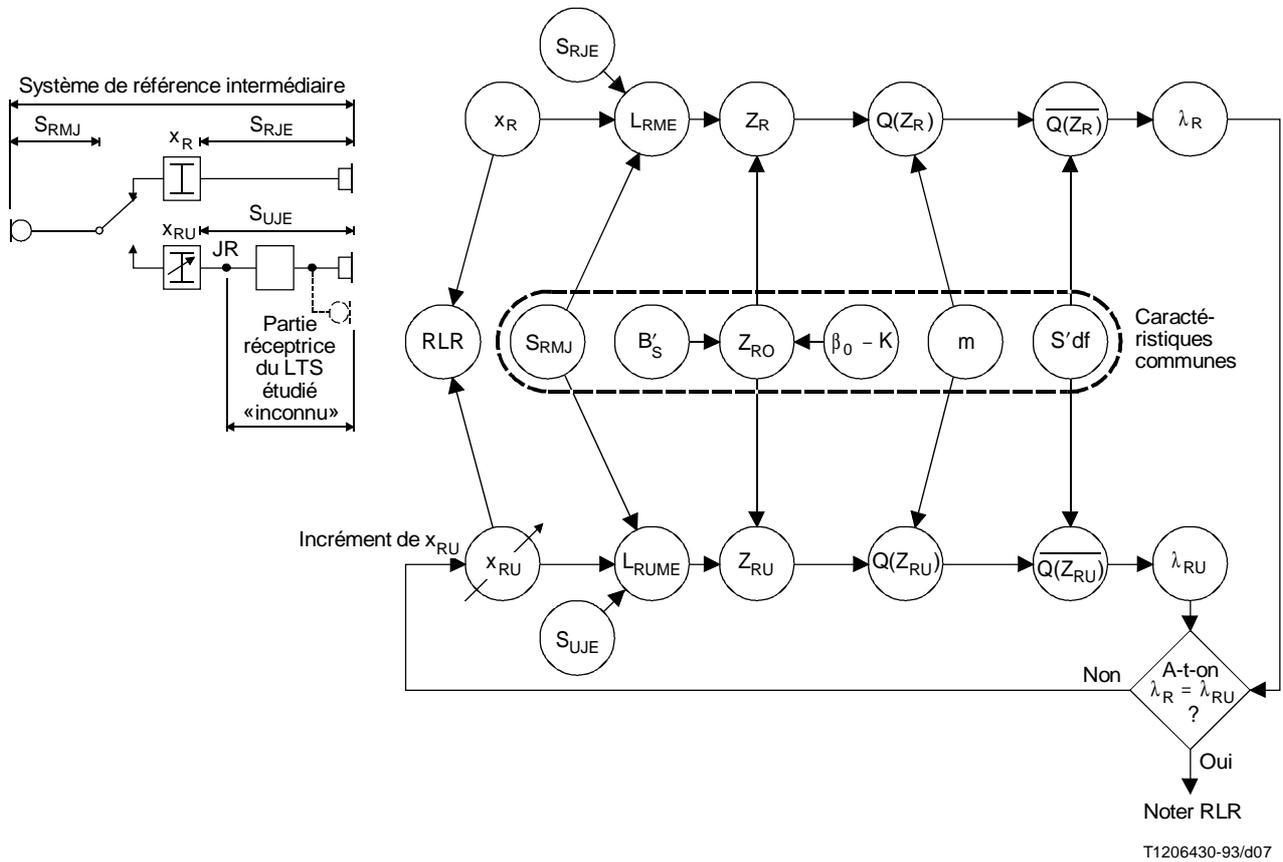


b) Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR)

FIGURE A.5/P.79 (suite)

Organigrammes illustrant les processus à suivre pour déterminer des équivalents pour la sonie

# Remplacée par une version plus récente

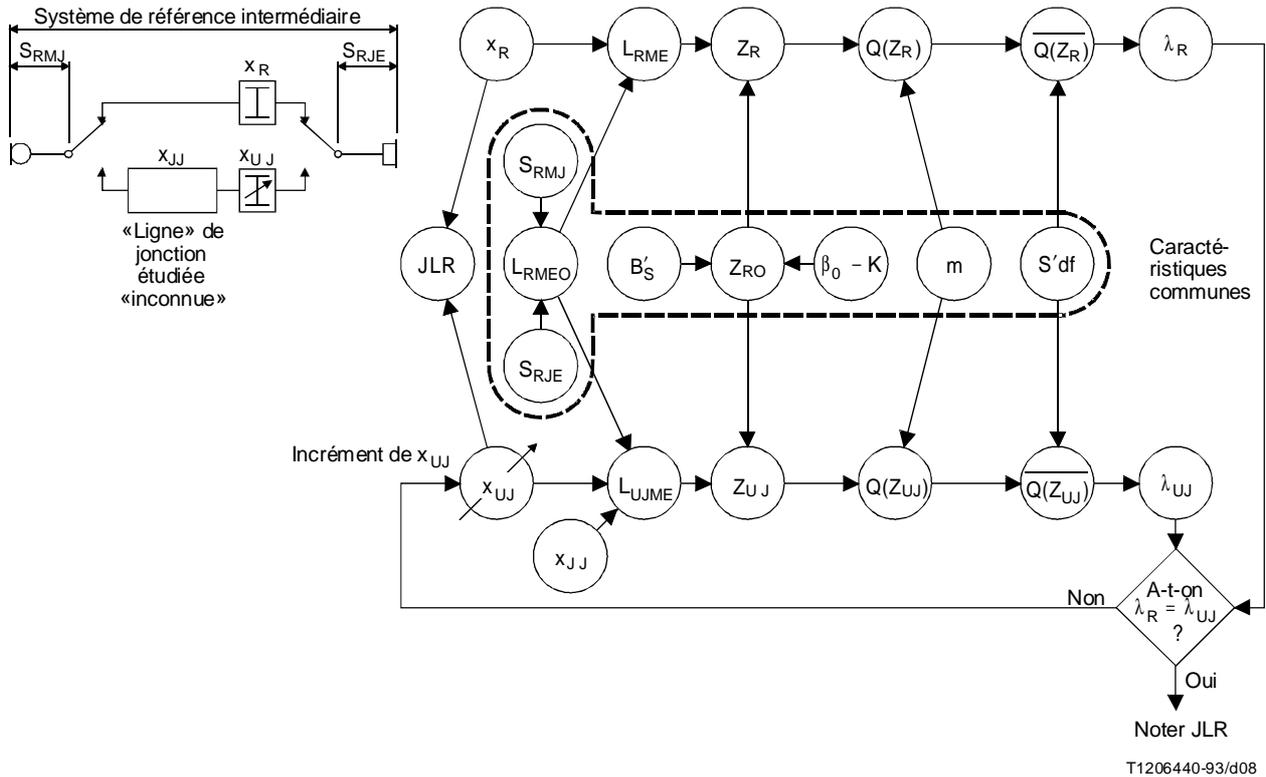


c) Equivalent pour la sonie à la réception (RLR)

FIGURE A.5/P.79 (suite)

Organigrammes illustrant les processus à suivre pour déterminer des équivalents pour la sonie

# Remplacée par une version plus récente



d) Equivalent pour la sonie de la « ligne » de jonction (JLR)

FIGURE A.5/P.79 (fin)

## Organigrammes illustrant les processus à suivre pour déterminer des équivalents pour la sonie

En prenant  $m$  comme constante, avec la valeur 0,175, on peut opérer la substitution

$$W_i = -57,1 \log_{10} G \Delta f \quad (A-17)$$

La formule (A-15) peut alors prendre la forme simplifiée

$$\overline{L_{UME}} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{-(1/57,1)(L_{UME} + W_i)} \quad (A-18)$$

Aux présentes fins, on prend pour trajet vocal de référence le système de référence intermédiaire (IRS) défini dans la Recommandation P.48 et réglé avec sa ligne d'affaiblissement mis à 0 dB; le trajet vocal de référence étant déterminé,  $L_{RME}$  devient constant, c'est-à-dire indépendant de  $i$ . On peut donc combiner les formules (A-14) et (A-18) sous la forme:

$$\text{équivalent pour la sonie} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{-(1/57,1)(L_{UME} - \overline{L_{RME}} + W_i)} \quad (A-19)$$

Quand on évalue la qualité de systèmes téléphoniques locaux commerciaux, on peut obtenir les valeurs de  $L_{UME}$  pour n'importe quel trajet vocal étudié « inconnu » en sommant algébriquement les efficacités pertinentes à l'émission,  $S_{MJ}$ , et à la réception,  $S_{JE}$ , suivant les combinaisons appropriées.

## Remplacée par une version plus récente

Pour déterminer l'équivalent global pour la sonie (OLR),

$$L_{UME} = -(S_{UMJ} + S_{UJE}) \quad (\text{A-20a})$$

Pour déterminer l'équivalent pour la sonie à l'émission, SLR, d'un système téléphonique local, on fait la somme

$$L_{URME} = -(S_{UMJ} + S_{RJE}) \quad (\text{A-20b})$$

Pour déterminer l'équivalent pour la sonie à la réception, RLR, d'un système téléphonique local:

$$L_{RUME} = -(S_{RMJ} + S_{UJE}) \quad (\text{A-20c})$$

et pour déterminer l'équivalent pour la sonie d'une «ligne» de jonction (JLR):

$$L_{UJME} = -(S_{RMJ} + S_{RJE}) + x_{JJ}$$

et

$$L_{RMEO} = -(S_{RMJ} + S_{RJE}) \quad (\text{A-20d})$$

En faisant les substitutions correspondantes dans la formule (A-19), on obtient:

$$\text{OLR} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} + S_{UJE} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (\text{A-21a})$$

$$\text{SLR} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} + S_{RJE} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (\text{A-21b})$$

$$\text{RLR} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UJE} + S_{RMJ} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (\text{A-21c})$$

$$\text{JLR} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(-x_{JJ} - L_{RMEO} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (\text{A-22})$$

Comme les termes  $\overline{L_{RME}}$  et  $W_i$  sont communs aux trois expressions (A-21) on peut encore simplifier le calcul en opérant les substitutions suivantes:

$$W_O = W_i - \overline{L_{RME}} \quad (\text{A-22a})$$

$$W_S = W_i - S_{RJE} - \overline{L_{RME}} \quad (\text{A-22b})$$

$$W_R = W_i - S_{RMJ} - \overline{L_{RME}} \quad (\text{A-22c})$$

$$W_J = W_i + L_{RMEO} - \overline{L_{RME}} \quad (\text{A-22d})$$

## Remplacée par une version plus récente

Lorsque les substitutions sont effectuées, les équations deviennent

$$\text{OLR} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} + S_{UJE} - W_O)} \quad (\text{A-23a})$$

$$\text{SLR} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} - W_S)} \quad (\text{A-23b})$$

$$\text{RLR} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UJE} - W_R)} \quad (\text{A-23c})$$

$$\text{JLR} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(-x_{JJ} - W_J)} \quad (\text{A-23d})$$

Le Tableau A.2 donne les valeurs de ces coefficients de «pondération», dérivées des données du Tableau A.1, avec  $m = 0,175$ .

TABLEAU A.2/P.79

### Coefficients de pondération pour calculer les équivalents pour la sonie

Bande n°	Fréquence centrale (Hz)	Emission $W_S$	Réception $W_R$	«Ligne» de jonction $W_J$	Global $W_O$
1	100	154,5	152,8	200,3	107,0
2	125	115,4	116,2	151,5	80,1
3	160	89,0	91,3	114,6	65,7
4	200	77,2	85,3	96,4	66,1
5	250	62,9	75,0	77,2	60,7
6	315	62,3	79,3	73,1	68,5
7	400	45,0	64,0	53,4	55,6
8	500	53,4	73,8	60,3	66,9
9	630	48,8	69,4	54,9	63,3
10	800	47,9	68,3	52,8	63,4
11	1000	50,4	69,0	54,1	65,3
12	1250	59,4	75,4	61,7	73,1
13	1600	57,0	70,7	57,6	70,1
14	2000	72,5	81,7	72,2	82,0
15	2500	72,9	76,8	71,1	78,6
16	3150	89,5	93,6	87,7	95,4
17	4000	117,3	114,1	154,5	76,9
18	5000	157,3	144,6	209,5	92,4
19	6300	172,2	165,8	245,8	92,2
20	8000	181,7	166,7	271,7	76,7

# Remplacée par une version plus récente

## Annexe B

### Principes fondamentaux du calcul de l'affaiblissement de l'effet local par la méthode de masquage (STMR)

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

#### B.1 Calcul basé sur les principes fondamentaux

La Recommandation P.76 expose les principes sur lesquels se fonde la méthode qui permet de déterminer l'affaiblissement de l'effet local par masquage, considérant le signal d'effet local humain  $L_{MEHS}$  comme un seuil de masquage à partir duquel on mesure l'affaiblissement  $L_{meST}$  le long du trajet de l'effet local du poste téléphonique. Ainsi qu'il a été dit plus haut, l'affaiblissement  $L_{MEHS}$  le long du trajet de l'effet local humain a déjà été déterminé; il est donné sous forme de diagramme dans la Figure A.4/P.76, à l'aide du Tableau B.1. Celui-ci fournit deux séries de valeurs utilisables suivant qu'il s'agit d'un écouteur couplé à l'oreille (colonne 9) ou de la fuite habituelle entre écouteur et oreille (colonne 10).

La méthode de calcul repose sur les principes précédemment énoncés du STMR pour les équivalents pour la sonie à l'émission et à la réception dans A.3 et A.4. L'expression suivante résume la méthode de calcul

$$STMR = \frac{10}{m} \log_{10} \frac{\sum 10^{\frac{mZ_l + 10 \log_{10} S' \Delta f}{10}}}{\sum 10^{\frac{mZ + 10 \log_{10} S' \Delta f}{10}}} \quad (B-1)$$

où

$$Z = B'_S - L_{meST} - L_E - 10 \log_{10} \left( 10^{\frac{\beta_0 - K}{10}} + 10^{\frac{\beta'_S - L_{MEHS}}{10}} \right) \quad (B-2)$$

et

$$Z_l = B'_S + S_{RmJ} + S_{RJe} - L_E - 10 \log_{10} \left( 10^{\frac{\beta_0 - K}{10}} + 10^{\frac{\beta'_S - L_{MEHS}}{10}} \right) \quad (B-3)$$

Les quantités utilisées dans ces équations sont définies dans les paragraphes précédents de la présente Recommandation, et l'indice  $m$  a pour valeur:

$$m = 0,225$$

Les sommations s'étendent normalement sur la gamme de 100 Hz à 8 kHz, mais peuvent être sujettes à des restrictions si  $L_{meST}$  ne peut être déterminé de façon satisfaisante dans la largeur entière de la bande.

Le Tableau B.1 énumère les valeurs à utiliser pour chacune des grandeurs, aux fréquences ISO.

#### B.2 Calcul du STMR en utilisant les facteurs de pondération $W$

Le paragraphe A.4 approfondit l'étude des principes fondamentaux régissant la procédure relative à l'équivalent pour la sonie à l'émission, à la réception, à la ligne de jonction ainsi qu'à l'équivalent global pour la sonie; une formule simplifiée faisant intervenir les coefficients de pondération  $W$  répertoriés dans le Tableau A.2 y est également établie de même que les formules simplifiées (A-23a) à (A-23d). Il est possible de réduire également les expressions (B-1), (B-2) et (B-3) relatives au calcul du STMR à une formule simplifiée faisant intervenir une série de coefficients de pondération  $W$  et à une valeur de  $m$  propre au STMR, ce qui donne

$$STMR = -\frac{10}{m} \log_{10} \sum_{M=1}^N 10^{(m/10)(-L_{meST} - L_E - W_M)} \quad (B-4)$$

# Remplacée par une version plus récente

ou, si des efficacités d'effet local ont été mesurées

$$\text{STMR} = -\frac{10}{m} \log_{10} \sum_{M=1}^N 10^{(m/10)(S_{meST} - L_E - W_M)} \quad (\text{B-5})$$

où  $m = 0,225$  et  $W_M$  prennent les valeurs indiquées dans le Tableau B.2.

TABLEAU B.1/P.79

Table des grandeurs nécessaires au calcul du STMR

Bande n°	$f$	$B'_S$	$\beta_0 - K$	$10 \log_{10} S' \Delta f$	IRS		$L_E$	$L_{MEHS}$	
					$S_{RmJ}$	$S_{RJe}$			
		dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
	Hz	1 pW/m <sup>2</sup> /Hz		dB	1 V/Pa	1 Pa/V		Couplé à l'oreille	Avec fuite
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	100	57,3	17,5	-19,7	-45,8	-27,5	20	-2,7	11,6
2	125	60,2	14,4	-18,8	-36,1	-18,8	16,5	-4	10,6
3	160	62,0	10	-17,8	-25,6	-10,8	12,5	-5,4	7,1
4	200	63,0	5	-17	-19,2	-2,7	8,4	-2,7	7,6
5	250	63,0	2,5	-16	-14,3	2,7	4,9	-2,8	7,4
6	315	62,4	-0,4	-15,1	-10,8	7,2	1,0	-2,6	6,1
7	400	61,1	-3	-14,4	-8,4	9,9	-0,7	-0,7	3,5
8	500	59,3	-5	-13,6	-6,9	11,3	-2,2	5	5,7
9	630	57,0	-6,3	-13,3	-6,1	11,9	-2,6	13,2	8,9
10	800	54,4	-8	-12,8	-4,9	12,3	-3,2	19,9	16,2
11	1000	51,5	-9	-12,4	-3,7	12,6	-2,3	26,1	23,8
12	1250	48,4	-8,5	-12,2	-2,3	12,5	-1,2	23,7	23,7
13	1600	45,4	-8	-11,9	-0,6	13	-0,1	22	22
14	2000	42,3	-9	-11,9	0,3	13,1	3,6	21,1	21,1
15	2500	39,5	-11,5	-12	1,8	13,1	7,4	22,1	22,1
16	3150	36,8	-13,8	-12,1	1,8	12,6	6,7	23,3	23,3
17	4000	34,6	-13	-12,4	-37,2	-31,6	8,8	24,2	24,2
18	5000	32,8	-12,5	-12,5	-52,2	-54,9	10,0	(26)	(26)
19	6300	31,5	-11,1	-13	-73,6	-67,5	12,5	(28)	(28)
20	8000	30,9	-9	-14	-90	-90	15,0	(30)	(30)

Pour le calcul des coefficients de pondération  $W$  dans des conditions d'application non hermétique (colonne 3, Tableau B.2), les valeurs estimées pour  $L_E$  dans la colonne 3 concordent avec celles de la colonne 8 du Tableau B.1 pour le trajet de référence (IRS). Lors du calcul du STMR dans des conditions d'application non hermétique, il convient d'ajouter aux valeurs de  $L_{meST}$  les valeurs de  $L_E$  appropriées, et de les introduire dans la formule comme précédemment indiqué. Les valeurs de  $L_E$  de la colonne 8 du Tableau B.1 s'avèrent souvent satisfaisantes.

Dans le cas d'un écouteur couplé à l'oreille, il importe d'utiliser les facteurs de pondération de la colonne 2 du Tableau B.2, ainsi que les valeurs de  $L_E$  associées à  $L_{meST}$ , ramené à zéro.

# Remplacée par une version plus récente

TABLEAU B.2/P.79

## Coefficients de pondération pour le calcul du STMR

Bande n°	$W_{MS}$ couplé à l'oreille	$W_{ML}$ avec fuite
(1)	(2)	(3)
1	110,4	94,0
2	107,7	91,0
3	104,6	90,1
4	98,4	86,0
5	94,0	81,8
6	89,8	79,1
7	84,8	78,5
8	75,5	72,8
9	66,0	68,3
10	57,1	58,7
11	49,1	49,4
12	50,6	48,6
13	51,0	48,9
14	51,9	49,8
15	51,3	49,3
16	50,6	48,5
17	51,0	49,0
18	49,7	47,7
19	50,0	48,0
20	52,8	50,7

### B.3 Remarques relatives aux conditions existant dans le cas d'un écouteur couplé à l'oreille par rapport à celles qui prévalent dans le cas contraire, pour le calcul du STMR

En calculant les valeurs de  $L_{meHS}$  dans le cas d'un écouteur couplé à l'oreille, on a pris des mesures très strictes pour éliminer les fuites entre le pavillon du récepteur d'essai et l'oreille du sujet. En ce qui concerne la valeur de  $L_{meHS}$  dans le cas d'un écouteur non couplé à l'oreille, une valeur particulière de  $L_E$  a été insérée acoustiquement dans le récepteur. On obtient la différence entre le  $L_{meHS}$  dans le cas du couplage à l'oreille et le  $L_{meHS}$  avec fuites en comparant les colonnes 9 et 10 du Tableau B.1. Dans les parties les plus importantes de la gamme de fréquences, cette différence est très proche de la valeur de  $L_E$  utilisée dans le récepteur. Dans la pratique, les différences (couplage-fuites) sont généralement inférieures à 1 dB.

Il en résulte qu'en pratique toute fuite existante aura à peu près la même incidence sur la valeur de  $L_{MEHS}$  et sur celle de  $L_{meST}$ , du moins sur une gamme pratique de fuites acoustiques. Cette affirmation implique à son tour que la valeur de  $L_{MEHS}$  aura à peu près toujours le même effet de masque pour la valeur de  $L_{meST}$ , même en présence d'une fuite, et que, pour évaluer la sonie de l'effet local, on peut s'attendre à ce que le STMR donne une meilleure corrélation avec les effets subjectifs, si on calcule dans le cas d'un écouteur couplé à l'oreille.

Il est préférable d'opérer avec écouteur couplé hermétiquement, mais les Administrations peuvent continuer à employer le STMR avec fuites à des fins d'essai lorsque l'accumulation de données justifie une telle procédure, comme avec certaines spécifications existantes. Le cas échéant, les documents s'y rapportant doivent en faire mention.

# Remplacée par une version plus récente

## B.4 Calcul du LSTR à l'aide des facteurs de pondération $W$

Pour le calcul de l'affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute (LSTR), on utilise le même algorithme que pour le calcul du STMR [équation (B-5)]; toutefois, l'efficacité de l'effet local retenue est celle obtenue à l'aide d'une source de bruit de salle (voir 9/P.64), ce qui donne:

$$\text{LSTR} = -\frac{10}{m} \log_{10} \sum_{M=1}^N 10^{(m/10)(S_{RNST} - L_E - W_M)} \quad (\text{B-6})$$

où  $m = 0,225$  et  $W_M$  prennent les valeurs indiquées dans le Tableau B.2.

On peut aussi calculer le LSTR en utilisant une valeur  $S_{RNST}$  déterminée en corrigeant  $S_{meST}$  par  $\Delta_{Sm}$  (voir la Recommandation P.10, 9/P.65 et 3.3.17 c) du *Manuel de téléphonométrie*, ce qui donne:

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

En cas de choix de cette méthode, l'efficacité de l'effet local,  $S_{meST}$ , devra aussi avoir été déterminée à l'aide d'une source de bruit à large bande.

L'Annexe A/G.111 décrit une méthode applicable à la planification de la transmission selon laquelle on détermine le LSTR en corrigeant le STMR par une valeur pondérée de  $\Delta_{SM}$ .

## Annexe C

### Variante de l'algorithme de calcul de l'équivalent pour la sonie

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

Le but de la présente annexe est de montrer la relation qui existe entre l'algorithme de calcul du LR utilisé dans la présente Recommandation et celui des Recommandations de la série G qui est appliqué pour la planification de la transmission (ils sont tous deux mathématiquement identiques).

L'algorithme général de calcul des équivalents pour la sonie (LR) est de la forme

$$\text{LR} = -\frac{10}{m} \lg \left\{ \sum_{i=1}^N 10^{-0,1m(W_i + L_i)} \right\} \quad (\text{C-1})$$

où

- $m$  est une constante, de l'ordre de 0,2
- $L_i$  est l'affaiblissement à la fréquence  $F_i$  du trajet électroacoustique étudié
- $S_i = -L_i$  est l'affaiblissement à la fréquence  $F_i$  du trajet électroacoustique étudié
- $W_i$  est un coefficient de pondération.

L'équation (C-1) peut aussi être écrite sous une forme différente, qui peut être plus parlante lors de l'évaluation de l'influence de changements apportés aux courbes de réponse en fréquence:

$$\text{LR} = L_0 - \frac{10}{m} \lg \left\{ \sum_{i=1}^N K_i \cdot 10^{-m} L_i \right\} \quad (\text{C-2})$$

# Remplacée par une version plus récente

Ici

$$L_0 = -\frac{10}{m} \lg \left\{ \sum_{i=1}^N 10^{-m} W_i \right\} \quad (C-3)$$

$$K_i = 10^{-0,1 m(W_i - L_0)} \quad (C-4)$$

Noter que

$$\sum_{i=1}^N K_i = 1 \quad (C-5)$$

Pour une dispersion peu marquée des valeurs de  $L_i$ , on peut approcher l'équation (C-2) par

$$LR = L_0 + L_m - \frac{a}{2} \cdot \sum_{i=1}^N K_i (L_i - L_m)^2 \quad (C-6)$$

où

$$L_m = \sum_{i=1}^N K_i \cdot L_i \quad (C-7)$$

$$a = \frac{m}{10} \ln 10 \quad (C-8)$$

Si  $m = 0,175$ ,  $a = 0,040$ . Dans la plupart des cas, on peut donc ignorer le terme du deuxième degré dans l'équation (C-6). Pour toutes les situations dans lesquelles cette approximation linéaire est applicable, on voit immédiatement que les équivalents pour la sonie peuvent être ajoutés les uns aux autres afin de donner un résultat véritablement global.

## Annexe D

### Coefficients de pondération pour la bande de 100 à 8000 Hz

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

Normalement, on calcule l'OLR (affaiblissement global pour la sonie) d'après la relation:

$$OLR = SLR + CLR + RLR$$

(Le calcul du CLR (équivalent du circuit pour la sonie) est décrit dans l'Annexe A/G.111.)

Dans certains cas exceptionnels, lorsqu'un étage de commutation local et ses postes téléphoniques raccordés doivent être traités comme une «boîte noire» possédant une entrée et une sortie acoustique, il y a lieu de calculer l'OLR (équivalent global pour la sonie). Le Tableau D.1 indique les coefficients de pondération  $W_i$  correspondants pour l'OLR.

Les valeurs du gain  $S_i$  se rapportent au trajet de la bouche artificielle à l'oreille artificielle. Concernant la correction  $L_E$ , les considérations indiquées à l'article 3 sont applicables.

NOTE – Pour le SLR et le RLR, la bande recommandée pour le calcul est de 200 à 4000 Hz. (Voir l'article 3 et le Tableau 1). Certains appareils de mesure, assez anciens, des équivalents pour la sonie font toutefois appel à la plus large bande de 100 à 8000 Hz. Le Tableau D.1 énumère donc, pour mémoire, les coefficients de pondération correspondants. Ceux-ci sont supérieurs de 0,3 dB aux chiffres indiqués dans le Tableau 1/P.79 pour tenir compte de la différence d'équivalent pour la sonie de l'IRS entre les bandes 200-4000 et 100-8000 Hz.

# Remplacée par une version plus récente

TABLEAU D.1/P.79

Coefficients de pondération  $W_i$

Bande n°	Fréquence centrale (Hz)	Emission ( $W_s$ )	Réception ( $W_R$ )	Global ( $W_o$ )
1	100	154,5	152,8	107,0
2	125	115,4	116,2	80,1
3	160	89,0	91,3	65,7
4	200	77,2	85,3	66,1
5	250	62,9	75,0	60,7
6	315	62,3	79,3	68,5
7	400	45,0	64,0	55,6
8	500	53,4	73,8	66,9
9	630	48,8	69,4	63,3
10	800	47,9	68,3	63,4
11	1000	50,4	69,0	65,3
12	1250	59,4	75,4	73,1
13	1600	57,0	70,7	70,1
14	2000	72,5	81,7	82,0
15	2500	72,9	76,8	78,6
16	3150	89,5	93,6	95,4
17	4000	117,3	114,1	76,9
18	5000	157,3	144,6	92,4
19	6300	172,2	165,8	92,2
20	8000	181,7	166,7	76,7

## Annexe E

### Calcul du facteur d'effet local pour la personne qui écoute, $D$

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

#### E.1 Considérations générales

Lorsqu'un poste téléphonique est raccordé au réseau de télécommunication, il existe une relation claire entre le STMR et le LSTR.

$$D = \text{LSTR} - \text{STMR} \quad (\text{E-1})$$

$D$  est une valeur indépendante de l'impédance  $Z$  du réseau telle qu'elle est «perçue» par le poste, mais variable selon le type de poste téléphonique.  $D$  est donc un paramètre utile lors de la spécification des postes dans un plan de transmission, surtout si l'on prévoit d'utiliser ces derniers dans un environnement bruyant.

Pour les postes à caractéristiques linéaires, le facteur  $D$  est indépendant du niveau de bruit ambiant. Pour les postes à microphones non linéaires et/ou à circuits non linéaires,  $D$  dépend du niveau de bruit ambiant. (Il est à noter que les microphones à charbon ne sont pas linéaires et présentent un effet de seuil tel que leur facteur  $D$  est en général, avec des niveaux de bruit modérés, supérieur à celui d'un poste équivalent possédant un microphone linéaire.)

#### E.2 Microphones et/ou circuits non linéaires

On calcule  $D$  d'après l'équation (E-1). Les valeurs de STMR et de LSTR doivent être mesurées et calculées avec le même courant d'alimentation et la même impédance  $Z$  de terminaison (il y a lieu de choisir  $Z$  dans la gamme d'impédances représentatives).

# Remplacée par une version plus récente

## E.3 Microphones et circuits linéaires

On calcule  $D$  directement sur la base des valeurs mesurées de la différence  $\Delta_{Sm}$  entre les efficacités à l'émission pour un son diffus et un son direct,  $S_{si}$  (diff) et  $S_{si}$  (direct) respectivement.

$$\Delta_{Sm} = S_{si}(\text{diff}) - S_{si}(\text{direct}) \quad (\text{E-2})$$

On calcule  $D$  sous forme de moyenne pondérée de  $\Delta_{Sm}$ .

$$D = - \sum_{i=1}^N K_i \cdot \Delta_{Sm} \quad (\text{E-3})$$

Les coefficients  $K_i$  sont indiqués dans le Tableau E.1 et décrits dans la Figure E.1.

### NOTES

- 1 Au lieu de  $\Delta_{Sm}$ , on utilise parfois la désignation DELSM.
- 2 Une détermination correcte de l'efficacité en son diffus nécessite des précautions dans le dispositif de mesure.

TABLEAU E.1/P.79

Coefficients  $K_i$  pour le facteur  $D$

$i$	$F_i$ (kHz)	$K_i$
1	0,2	0
2	0,25	0,01
3	0,315	0,02
4	0,4	0,03
5	0,5	0,04
6	0,63	0,05
7	0,8	0,08
8	1	0,12
9	1,25	0,12
10	1,6	0,12
11	2	0,12
12	2,5	0,12
13	3,15	0,12

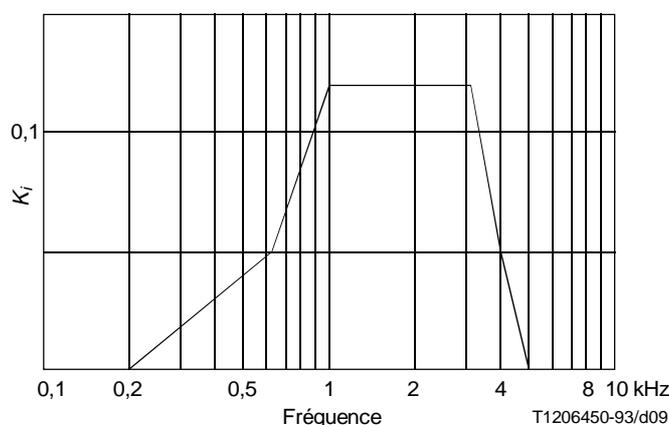


FIGURE E.1/P.79

Coefficients  $K_i$  pour le facteur  $D$

# Remplacée par une version plus récente

## Annexe F

### Calcul de l'efficacité de l'effet local $S_{meST}$

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

Au lieu de mesurer la valeur de  $S_{meST}$  pour un poste à deux fils, on peut le calculer au moyen de l'équation suivante:

$$S_{meST} = S_s \text{ (adaptée)} + S_r \text{ (adaptée)} + A_{rst} \quad (\text{F-1})$$

où

$S_s$  (adaptée) et  $S_r$  (adaptée) se rapportent respectivement aux efficacités à l'émission et à la réception, mesurées en condition de charge adaptée, c'est-à-dire avec une impédance de terminaison exactement égale à  $Z_c$ , l'impédance d'entrée du poste. Si  $Z_c$  est au moins égale ou supérieur à l'impédance nominale des deux fils (prise comme impédance de mesure), on peut écrire:

$$S_s \text{ (adaptée)} + S_r \text{ (adaptée)} = S_{mJ} + S_{Je} \quad (\text{F-2})$$

En outre,

$$A_{rst} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_c + Z_{so}}{2Z_c} \cdot \frac{Z + Z_c}{Z - Z_{so}} \right| \quad (\text{F-3})$$

Ici,

$Z_c$  est l'impédance d'entrée du poste téléphonique

$Z_{so}$  est l'impédance d'équilibrage d'effet local du poste téléphonique (équivalent)

$Z$  est l'impédance de la ligne, telle qu'elle est «perçue» par le poste téléphonique quand la communication est établie

(Le paramètre  $A_{rst}$  est à peu près égal à l'affaiblissement d'adaptation entre  $Z_{so}$  et  $Z$ ).

NOTE – Lors de la planification de la transmission où, il est souvent plus commode et plus pratique de tirer la valeur du STMR des valeurs de SLR, de RLR et d'une moyenne pondérée,  $A_m$  de  $A_{rst}$ . Voir A.4.3/G.111.