



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

P.16

**QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE
VOCABULAIRE ET EFFETS DES PARAMÈTRES
DE TRANSMISSION SUR L'OPINION DES USAGERS
QUANT À LA QUALITÉ DE TRANSMISSION ET
LEUR ÉVALUATION**

**EFFETS SUBJECTIFS DE LA DIAPHONIE
DIRECTE; SEUILS D'AUDIBILITÉ
ET D'INTELLIGIBILITÉ**

Recommandation UIT-T P.16

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation P.16 de l'UIT-T a été publiée dans le tome V du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).

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

© UIT 1988, 1993

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.

Recommandation P.16

EFFETS SUBJECTIFS DE LA DIAPHONIE DIRECTE; SEUILS D'AUDIBILITÉ ET D'INTELLIGIBILITÉ

(Genève, 1972; modifiée à Genève, 1976, 1980;
Malaga-Torremolinos, 1984; Melbourne, 1988)

1 Facteurs qui influent sur les seuils de diaphonie

Le degré d'audibilité et d'intelligibilité du signal diaphonique dépend d'un grand nombre de facteurs.

Les facteurs qui influencent principalement l'intelligibilité du signal vocal diaphonique sont cités ci-après:

1.1 *Qualité de transmission des appareils téléphoniques*

Les équivalents pour la sonie à l'émission et à la réception sont déterminants. Il en est de même de l'affaiblissement d'effet local en présence d'un bruit de salle. On suppose que des appareils téléphoniques modernes avec des caractéristiques de fréquences régulières sont utilisés.

1.2 *Bruit de circuit*

On doit tenir compte du bruit de circuit sur la communication perturbée. Le niveau de ce bruit est mesuré à l'aide d'un psophomètre muni d'un réseau de pondération pour circuits téléphoniques, ainsi que le décrit la Recommandation O.41.

1.3 *Bruit de salle*

Le bruit de salle agit sur l'oreille, directement par les fuites qui se produisent dans le pavillon entre l'oreille et l'écouteur, et indirectement par l'effet local. L'effet local dépend aussi des conditions d'exploitation. Contrairement au bruit de circuit, l'influence du bruit de salle peut être réduite dans une certaine mesure par l'utilisateur du téléphone. Pour cette raison et pour tenir compte des cas défavorables, les mesures d'audibilité de la diaphonie ont été effectuées avec un bruit de salle faible et aussi avec un bruit de salle négligeable. Le seuil d'audibilité étant très sensible aux effets de masque, on entend par bruit de salle "négligeable" un niveau de bruit très inférieur à 10 dBA. Le niveau de bruit relativement bas de 40 dBA a un très net effet de masque et il peut donc constituer un exemple de bruit de salle "faible".

1.4 *Bruit de l'appareil téléphonique*

Outre les effets de masque sur la diaphonie par le bruit de circuit et le bruit de salle, le bruit interne de l'appareil téléphonique dans la communication perturbée doit être pris en compte. Dans les appareils téléphoniques modernes, ce bruit est engendré par les circuits électroniques (amplificateurs et autres), dans les appareils anciens ce bruit est dû au microphone à charbon. Le bruit interne peut s'exprimer et être traité comme un circuit équivalent.

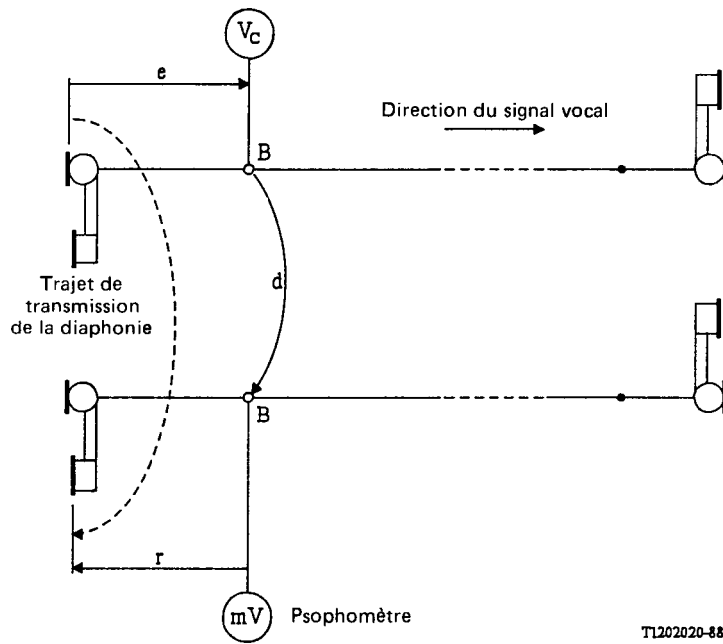
1.5 *Conversation sur le circuit perturbé*

Durant une phase active de parole sur le circuit perturbé, une diaphonie de niveau normal est inaudible. Toutefois, avant que la conversation s'engage ou au cours de pauses de longue durée, il se peut que la diaphonie soit entendue et peut-être comprise. Il serait en général peu judicieux de se fonder sur l'hypothèse selon laquelle il y aurait constamment conversation sur le circuit perturbé; c'est pourquoi les renseignements donnés dans la présente Recommandation sont fondés sur l'hypothèse dans laquelle il n'y a pas de conversation sur le circuit perturbé.

1.6 *Couplage diaphonique*

L'intelligibilité d'un signal diaphonique vocal dépend largement de la nature du couplage diaphonique, qui est généralement fonction de la fréquence.

L'équivalent pour la sonie (ES) du trajet de transmission diaphonique – du signal vocal présent sur la ligne perturbatrice au poste d'abonné qui subit la perturbation – peut être divisé en affaiblissement en sonie du trajet de diaphonie de la ligne perturbatrice à la ligne perturbée et en équivalent pour la sonie à la réception du poste d'abonné perturbé. Cette subdivision est illustrée à la figure 1/P.16.



- e Equivalent pour la sonie à l'émission du poste d'abonné perturbateur;
 - r Equivalent pour la sonie à la réception du poste d'abonné perturbé;
 - d Affaiblissement en sonie du trajet de diaphonie;
 - B Bornes du poste d'abonné;
 - V_c Niveau de conversation.
- Postes d'abonné perturbateur et perturbé du même côté: paradiaphonie.
 Poste d'abonné perturbateur d'un côté et poste perturbé de l'autre: télédiaphonie.

FIGURE 1/P.16

Subdivision du trajet de transmission de la diaphonie

Pour un niveau vocal donné V_c , l'intelligibilité du signal diaphonique dépend de l'équivalent pour la sonie $d + r$. Le § A.4.4.4 de la Recommandation G.111 définit l'équivalent pour la sonie à la réception pour la diaphonie (ESRD) comme:

$$ESRD = ESR(poste) + A_d$$

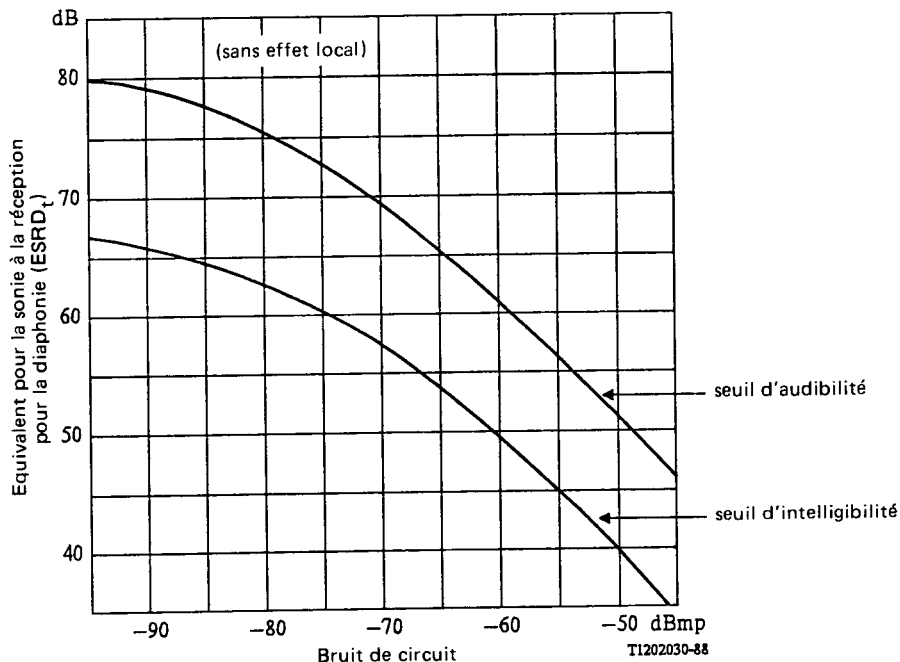
$ESR(poste)$ se référant au poste téléphonique perturbé.

La diaphonie A_d est calculée comme un équivalent pour la sonie en donnant à l'exposant m la valeur 1 qui est valide au voisinage du seuil d'audibilité.

En l'absence de nouvelles informations, la valeur de A_d peut être approximativement prise comme l'affaiblissement mesuré ou calculé à la fréquence de 1020 Hz.

2 Valeurs médianes du seuil d'audibilité et d'intelligibilité de la diaphonie vocale pour la personne qui écoute

Les courbes de la figure 2/P.16 représentent l'équivalent pour la sonie de la diaphonie à la réception correspondant aux seuils d'audibilité et d'intelligibilité, en fonction du bruit de circuit. Pour la planification, il est recommandé de considérer le bruit de salle comme négligeable, ce qui correspond à la condition la plus défavorable.



Note 1 – Le bruit de circuit est rapporté aux bornes de l'appareil téléphonique de l'abonné. On suppose que le bruit de salle est négligeable.

Note 2 – Le niveau vocal sur la ligne perturbatrice est supposé être un niveau de parole active de -18 dBV.

FIGURE 2/P.16

Valeur de seuil pour l'équivalent pour la sonie à la réception pour la diaphonie en fonction du bruit de circuit

Le critère de seuil d'audibilité est que la présence d'un signal vocal est à peine décelable mais qu'aucune partie de la conversation n'est compréhensible. Le critère du seuil d'intelligibilité est que des mots isolés ou des expressions sont parfois compréhensibles quand on écoute une conversation.

Les courbes de seuil représentent des valeurs médianes pour les deux critères; dans chaque cas, 50% des opinions des abonnés se trouvent respectivement au-dessus et au-dessous de la courbe correspondante. On a observé que l'écart type pour les personnes qui écoutent se trouve dans l'intervalle de 4 à 6 dB et, pour la planification, il est recommandé de prendre une valeur de 5 dB. Les courbes de réponse type pour un large éventail d'auditeurs pour les critères de seuil font l'objet de la figure 3/P.16 (aucun bruit de circuit). La différence d'ESRD entre les deux courbes est d'environ 12 dB.

Les résultats des premières expériences (qui sont à la base des courbes de la figure 2/P.16) sont exprimés sous forme de niveaux vocaux (par exemple, en unités de volume (UV) et, sur cette base, ils présentent une concordance satisfaisante.

Or, les versions antérieures de la Recommandation P.16 étaient fondées sur l'hypothèse d'une relation fixe entre l'équivalent pour la sonie à l'émission et le niveau de la parole sur la ligne. Mais cette hypothèse impliquait une correction de l'ordre de 11 dB, en sorte qu'elle n'était pas justifiée. De plus, les niveaux de la parole étaient exprimés en unités de volume qui semblent systématiquement différer lorsqu'ils sont mesurés dans différents pays sur des échantillons de paroles identiques. En conséquence, on admet par hypothèse un niveau de parole fixe sur la ligne perturbée, indépendamment de l'équivalent pour la sonie à l'émission (ESE) de ce circuit.

Les valeurs de seuil indiquées à la figure 2/P.16 sont fondées sur l'hypothèse que le niveau de la parole V_c en conditions normales de conversation est de -18 dBV pour la parole active (mesuré conformément à la Recommandation P.56) aux bornes du poste téléphonique perturbateur. Cette valeur est la moyenne évaluée du niveau de conversation dans de nombreux pays à l'extrémité d'émission des communications présentant un équivalent global pour la sonie (EGS) relativement élevé (entre la valeur optimale et la valeur maximale autorisée).

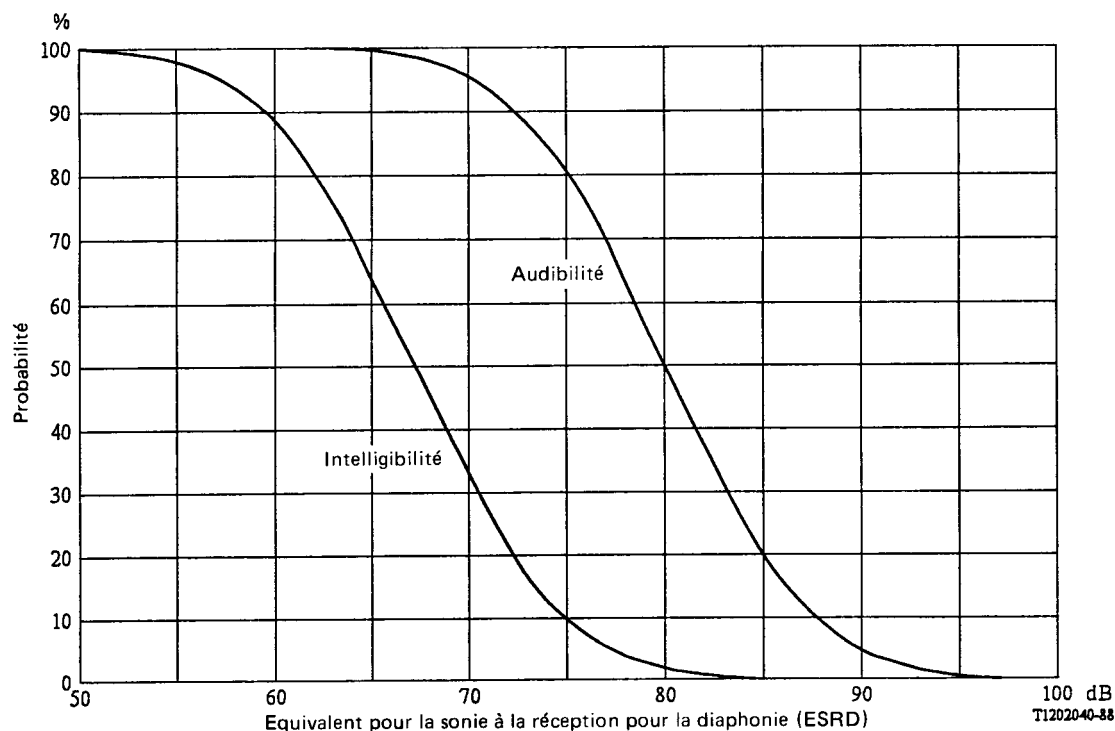


FIGURE 3/P.16

Distribution pour l'auditeur des équivalents pour la sonie à la réception pour la diaphonie nécessaire pour les définitions des différents seuils

L'écart type des niveaux de conversation est relativement grand. Aux fins du calcul, il convient d'utiliser une valeur $\sigma = 5$ dB.

Pour calculer la valeur du seuil pour un niveau de conversation autre que -18 dBV, il faut corriger la valeur de seuil de l'équivalent pour la sonie à la réception du trajet de diaphonie ($ESRD_t$) du montant de la différence, compte tenu de son signe (des niveaux plus élevés exigent des valeurs d'ESRD plus élevées et vice-versa).

La valeur d' $ESRD_t$ est la somme de l'affaiblissement en sonie du trajet de diaphonie et l'équivalent pour la sonie pour la réception sur la ligne perturbée. Pour obtenir l'affaiblissement en sonie du trajet de diaphonie, A_d pour une valeur de seuil donnée, la valeur ESR (poste) doit être soustraite.

En général, quels que soient le niveau et l'équivalent pour la sonie à la réception, on obtient A_d à partir de la figure 2/P.16 sous la forme:

$$A_d = ESRD_t - ESR(\text{poste}) + (18 + V_c)$$

3 Effets de bruit de salle

Le bruit de salle atteint l'oreille de l'auditeur par fuite sous le pavillon du combiné téléphonique et par le trajet d'effet local. Pour un effet local donné, le bruit de salle peut être converti en bruit de circuit équivalent au moyen d'un modèle de transmission comme celui décrit dans le supplément n° 3 placé à la fin du présent tome. Une famille de courbes de conversion ayant pour paramètre l'affaiblissement pour l'effet local se trouve à la figure 2 de ce supplément.

A titre d'exemple, avec un affaiblissement pour l'effet local relativement élevé (comme celui utilisé dans la version précédente de la Recommandation P.16) un niveau de bruit de salle de 40 dBA équivaut à un niveau de bruit de circuit de -85 dBmp. Ce niveau de bruit réduit la valeur seuil d'ESRD d'environ 8 dB. Une réduction supplémentaire est dans la plupart des cas causée par une fuite du pavillon de l'écouteur.

Cependant, l'importance de cet effet n'est en général pas prévisible, du fait qu'il dépend à la fois de la conformation du pavillon et du comportement de l'abonné.

4 Probabilité de diaphonie

Si les courbes de la figure 2/P.16 présentent les valeurs médianes pour les diverses conditions de bruit, celles de la figure 3/P.16 représentent la probabilité de diaphonie audible ou intelligible en pourcentage en cas de bruit négligeable. Des courbes de probabilité similaires peuvent être obtenues à partir des valeurs médianes pour toute caractéristique de bruit de circuit au moyen de distributions cumulatives normales avec un écart type de 6 dB.

Dans un cas plus général, il convient d'ajouter aussi la variance du locuteur. Le niveau de parole moyen utilisé pour les calculs peut être choisi plus faible que celui, relativement élevé, supposé à la figure 2/P.16, par exemple -20 dBV, ce qui est plus proche du niveau moyen dans le réseau. L'annexe A donne un exemple de ce calcul de probabilité globale.

Les valeurs de seuil de l'équivalent pour la sonie du trajet de diaphonie données dans la présente Recommandation peuvent être utilisées de différentes façons. Une interprétation possible consiste à exiger de toutes les communications téléphoniques normales (c'est-à-dire à l'exclusion des communications défectueuses) qu'elles donnent lieu à des conditions de diaphonie situées entre les deux critères de seuil. Cela signifie que d'un côté il est inutile d'exiger un affaiblissement diaphonique plus grand que celui qui correspond au seuil d'audibilité et que de l'autre côté le seuil d'intelligibilité doit être respecté.

Autre interprétation: on fixe les conditions requises de telle sorte qu'il existe une faible probabilité (par exemple 5%) qu'une diaphonie intelligible soit constatée avec un bruit de salle négligeable et avec le plus faible niveau de bruit de circuit rencontré dans le réseau. Dans la pratique, les conditions de bruit sont plus favorables, en ce sens que la diaphonie est très souvent masquée par le bruit de salle et de circuit au point de devenir inaudible. Pour la moyenne de toutes les communications, le risque de diaphonie intelligible sera donc beaucoup plus faible que le pourcentage donné pour le cas le plus défavorable.

Les conditions de diaphonie requises ne sont pas nécessairement les mêmes dans toutes les parties du réseau. Bien que la garantie du secret téléphonique soit primordiale, l'abonné est probablement plus enclin à juger sévèrement la diaphonie affectant une communication locale établie dans son voisinage immédiat, puisque dans ce cas une indiscretion due à la diaphonie pourrait avoir pour lui des inconvénients d'ordre social. Le problème de la "diaphonie sociale" est évoqué en [1].

Dans la pratique, la simultanéité de l'émission sur la ligne perturbatrice et de l'écoute sur la ligne perturbée (pendant un arrêt de la conversation) n'est pas présente dans tous les cas. On trouvera des renseignements sur ce sujet ainsi que sur la façon de calculer ces probabilités en [2].

A titre indicatif, la probabilité qu'un abonné subisse une diaphonie éventuellement intelligible ne doit pas être supérieure à:

- 1 pour 1000: communications d'un même central,
- 1 pour 100: autres communications.

Remarque – La Recommandation G.105 donne les éléments de base du calcul de la probabilité de diaphonie en général.

ANNEXE A

(à la Recommandation P.16)

Exemple de calcul de probabilité

On peut calculer la probabilité de comprendre des mots d'une conversation surprise par diaphonie pour un auditeur choisi au hasard dans une population d'abonnés. Le résultat de ce calcul peut servir de base pour établir des règles concernant en particulier l'affaiblissement diaphonique minimum nécessaire entre lignes d'abonné d'un réseau national.

Afin de présenter la méthode d'utilisation de l'information donnée dans la présente Recommandation pour calculer la probabilité d'apparition de la diaphonie (intelligible), on peut faire les hypothèses suivantes:

Niveau moyen de la parole $V_c = -20$ dBV;

Equivalent pour la sonie à la réception des appareils téléphoniques $ESR(poste) = -6$ dB;

Pas de bruit de salle ou de circuit;

Ecart type des niveaux de la parole $\sigma_T = 5$ dB;

Ecart type de la distribution des réactions des auditeurs $\sigma_L = 6$ dB;

Ecart type de $ESR(poste)$ $\sigma_S = 1$ dB.

La valeur de seuil de l'intelligibilité de la diaphonie sans bruit, d'après la figure 2/P.16 est $ESRD_t = 67$ dB.

Conformément à la formule à la fin du § 2 et moyennant les hypothèses ci-dessus, l'affaiblissement de sonie médiane requise sur le trajet diaphonique devient:

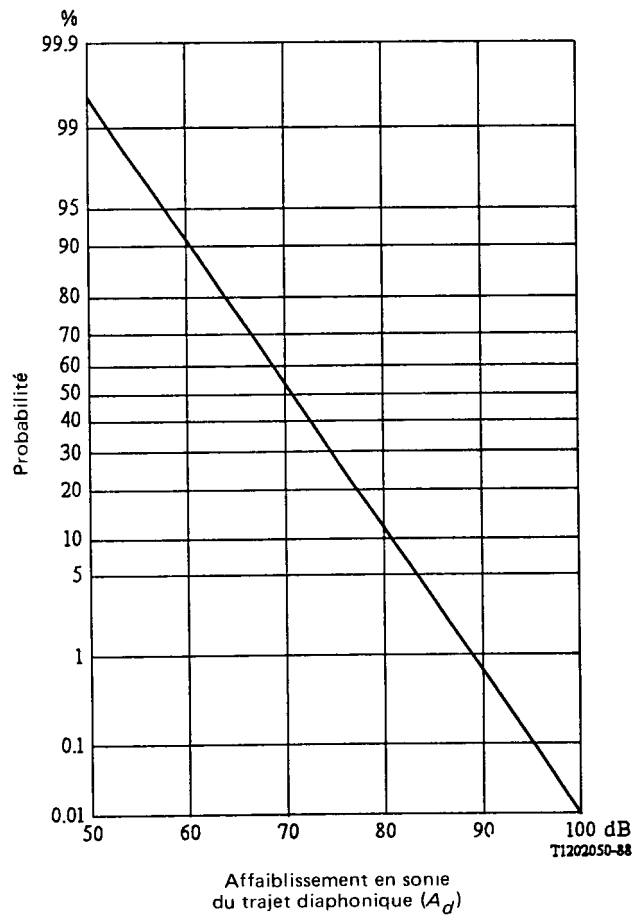
$$A_d = 67 + 6 - 2 = 71 \text{ dB}$$

L'écart type total de la fonction de probabilité est

$$\sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_L^2 + \sigma_S^2} = 7,87 \text{ dB}$$

Avec ces valeurs de A_d et de σ , une fonction de distribution normale cumulative du type de la figure A-1/P.16 peut être tracée. Elle indique la probabilité qu'un auditeur comprenne des mots provenant d'une diaphonie pour une valeur donnée d'affaiblissement en sonie du trajet diaphonique. Par exemple, pour $A_d = 75$, la probabilité est de 30%. En revanche, pour obtenir une probabilité de 5% seulement, un affaiblissement en sonie du trajet diaphonique de 84 dB devra être obtenu. Pour une probabilité de 1%, il faut prévoir un affaiblissement de 89 dB et pour une probabilité de 0,1%, un affaiblissement de 95 dB.

Ce calcul repose sur des valeurs types du niveau local et de l'efficacité à la réception en l'absence de bruit. Des calculs similaires sont faciles à faire avec d'autres données, en incluant aussi les effets du bruit. Pour faire une évaluation réaliste de la probabilité de diaphonie intelligible pour les abonnés en général, une certaine distribution statistique du bruit de circuit (voire du bruit de salle dans les locaux de l'abonné) devra être admise par hypothèse.



V_c moyen = -20 dBV; ESR (poste) = -6 dB; écart type = 7.9 dB.

FIGURE A-1/P.16

Probabilité de comprendre des mots d'une conversation entendue,
en fonction de l'affaiblissement diaphonique (pondéré) A_d

Références

- [1] WILLIAMS (H.), SILCOCK (H. W.) et SIBBALD (D.): Social crosstalk in the local area network, *El. Comm.* vol. 49, N° 4, Londres, 1974.
- [2] LAPSA (P. M.): Calculation of multidisturber crosstalk probabilities, *BSTJ* vol. 55, N° 7, New York, 1976.