



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Série P

Supplément 16
(11/88)

SÉRIE P: QUALITÉ DE TRANSMISSION
TÉLÉPHONIQUE, INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES
ET RÉSEAUX LOCAUX

**Directives pour l'emplacement des
microphones et des haut-parleurs dans les
salles pour conversations conférences [1] et
pour des Terminaux Audio pour Groupe de
Personnes (TAGP)**

Recommandations de l'UIT-T de la série P
Supplément 16

(Antérieurement Recommandations du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE P
**QUALITÉ DE TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE, INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES ET RÉSEAUX
LOCAUX**

Vocabulaire et effets des paramètres de transmission sur l'opinion des usagers	Série P.10
Lignes et postes d'abonnés	Série P.30 P.300
Normes de transmission	Série P.40
Appareils de mesures objectives	Série P.50 P.500
Mesures électroacoustiques objectives	Série P.60
Mesures de la sonie vocale	Série P.70
Méthodes d'évaluation objective et subjective de la qualité	Série P.80 P.800
Qualité audiovisuelle dans les services multimédias	Série P.900

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

AVANT-PROPOS

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

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

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, le terme *exploitation reconnue (ER)* désigne tout particulier, toute entreprise, toute société ou tout organisme public qui exploite un service de correspondance publique. Les termes *Administration, ER* et *correspondance publique* sont définis dans la *Constitution de l'UIT (Genève, 1992)*.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 1999

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 Considérations générales	1
2 Acoustique de la salle – Exigences de base	1
3 Considérations sur le niveau de bruit ambiant.....	2
4 Considérations sur la réverbération	3
5 Type de microphone et emplacement	4
6 Emplacement des haut-parleurs.....	5
Référence	5

DIRECTIVES POUR L'EMPLACEMENT DES MICROPHONES ET DES HAUT-PARLEURS DANS LES SALLES POUR CONVERSATIONS CONFÉRENCES [1] ET POUR DES TERMINAUX AUDIO POUR GROUPE DE PERSONNES (TAGP)

(Malaga-Torremolinos, 1984; modifié à Melbourne, 1988)

(cité dans les Recommandations G.172 et P.30)

1 Considérations générales

Les directives suivantes concernent les règles de base pour l'évaluation de l'acoustique des salles pour conversations conférences en vue du choix de l'emplacement des terminaux audio pour groupe de personnes afin d'aboutir à un maximum d'intelligibilité des signaux vocaux et à la possibilité de reconnaître aisément les interlocuteurs.

2 Acoustique de la salle – Exigences de base

La conception et l'agencement d'une salle pour conversations conférences de prix raisonnable et dont les performances sont satisfaisantes impliquent de nombreux choix et compromis. Ces directives permettront au planificateur et à l'ingénieur chargé de l'installation d'évaluer l'acoustique de la salle, de faire les choix et de prendre les décisions nécessaires pour installer le matériel approprié de manière conforme, ceci en vue d'obtenir un service satisfaisant.

La partie acoustique d'un terminal audio pour groupe de personnes est formée d'un équipement terminal comportant des microphones et des haut-parleurs installés dans la salle et interconnectés au moyen d'un système de transmission acoustique. Ce dernier peut être soit une connexion téléphonique publique à commutation, soit des lignes privées.

Dans le système public comme dans le système privé, la transmission est souvent interconnectée par l'intermédiaire d'un pont de raccordement de conférence multipoint de telle manière que chaque poste puisse communiquer simultanément avec n'importe lequel des autres. Si tel est le cas, il est extrêmement important que le pont soit situé au point central de l'affaiblissement électrique du réseau afin de réduire au minimum la différence de niveau entre les conversations provenant des différents postes.

Contrairement aux conversations entre combinés, les propriétés acoustiques de la salle pour conversations conférences et l'emplacement des microphones ont une influence décisive sur le niveau, le rapport du signal vocal au bruit ambiant et la qualité de réverbération (effet de tonneau) des signaux vocaux transmis. En particulier dans les conversations multipoint, ces trois facteurs sont très exposés à l'évaluation et aux critiques des utilisateurs.

Généralement, plus une pièce est grande, bruyante et réverbérante, moins elle convient aux communications de groupe. La présence de bruit et/ou de réverbération dans la conversation transmise rend les performances du système insatisfaisantes. Dans les cas extrêmes, l'expérience a montré qu'un excès de bruit dans une des salles, par exemple, le passage d'un avion, peut temporairement bloquer la transmission entre tous les postes d'un système multipoint. Un excès de réverbération rend les signaux vocaux reçus à ce point cavernieux qu'il devient difficile de reconnaître et de comprendre les personnes qui parlent, ce qui entraîne une fatigue rapide des utilisateurs et le refus d'utiliser le système.

En principe, tout local peut convenir aux communications téléphoniques de groupe si l'on suit les présentes directives. Cependant, ces directives dicteront que dans une pièce bruyante et à forte réverbération, les personnes devront se rapprocher à ce point des microphones qu'elles pourraient tout aussi bien utiliser des combinés. L'utilisateur qui demande l'installation doit alors faire l'un des choix suivants:

- 1) trouver un autre local;
- 2) procéder à l'aménagement acoustique du local, ou
- 3) accepter les distances réduites entre les personnes et les microphones, conformément aux directives.

Il est nécessaire de répondre simultanément à divers critères très importants pour aboutir aux performances acoustiques satisfaisantes nécessaires à un système de conférence téléphonique. La suite du présent supplément décrit l'établissement de ces critères. En résumé, ils se présentent comme suit:

- 1) Il est nécessaire de choisir un local convenant à une conférence normale face à face.
- 2) La distance entre locuteur et microphone doit être déterminée en fonction du bruit.

¹ Anciennement Supplément n° 25 du fascicule III.1 (*Livre rouge*).

- 3) La distance entre locuteur et microphone doit être déterminée en fonction de la réverbération.
- 4) Les microphones et haut-parleurs doivent être positionnés en fonction de ces deux distances.

3 Considérations sur le niveau de bruit ambiant

Les limites du niveau de bruit ambiant des salles de conférence, pour des dimensions et un nombre de participants croissants, sont données dans le Tableau 1. A mesure que les dimensions de la salle et le nombre de participants augmentent, ces participants seront de plus en plus éloignés les uns des autres. Par conséquent, pour que la parole et l'écoute soient agréables, le bruit ambiant de la pièce doit diminuer à mesure que l'importance du groupe croît.

Tableau 1 – Limites de niveau du bruit ambiant des salles de conférence

Description de la salle de conférence	Niveau sonore maximal mesuré, en dBA	Ambiance acoustique
Salle pour 50 personnes	35	Très silencieuse, convenant pour les conférences importantes à des tables d'une longueur de 6 à 9 m
Salle pour 20 personnes	40	Silencieuse, convenant pour les conférences à des tables d'une longueur de 4,5 m
Salle pour 10 personnes	45	Satisfaisante, pour conférences à des tables d'une longueur de 1,5 à 2,5 m
Salle pour 6 personnes	50	Satisfaisante, pour conférences à des tables d'une longueur de 1 à 1,5 m

Les mesures de bruit telles que stipulées dans le Tableau 1 devraient être faites sur la table conférence, la salle se trouvant dans les conditions de fonctionnement normales mais inoccupée. Ces mesures de bruit devraient être faites à 0,6 m au moins de toute surface.

Les mesures de bruit en dbA peuvent être faites au moyen d'un sonomètre à pondération A, une pression de référence de 20 µPa et en conformité avec la Recommandation P.54. La pondération A s'utilise dans ces directives étant donné qu'elle se rapproche du niveau de gêne du bruit pour l'oreille humaine.

La distance maximale du microphone par rapport à la personne qui parle est limitée par le bruit ambiant. La Figure 1 montre la distance maximale entre une personne qui parle et un microphone qui assure un rapport signal/bruit marginalement acceptable de 20 dB dans les signaux vocaux transmis. Aucune tentative ne doit être faite d'ignorer ou d'augmenter cette distance au-delà de celle déterminée dans la Figure 1. A titre d'exemple, pour un niveau de bruit ambiant de 50 dBA, la Figure 1 montre la distance *maximale* (D_{\max}) entre la personne qui parle et le microphone pour une acceptabilité *marginale* de 0,5 m. La Figure 1 s'applique aux microphones omnidirectionnels. Dans le cas de microphones directionnels, par exemple, cardioïdes ou bidirectionnels, la valeur D_{\max} déterminée dans la Figure 1 peut être augmentée de 50%.

Si l'on utilise plusieurs microphones pour plus de deux ou trois personnes et que tous les microphones fonctionnent simultanément, le bruit de salle capté par ces microphones et transmis sur le circuit augmente. L'importance de cet accroissement n'est pas complètement prévisible, mais une approximation utile est que le niveau de bruit apparent augmente de 3 dB chaque fois que le nombre de microphones double. On peut tenir compte de cette augmentation apparente du niveau effectif du bruit en l'ajoutant au niveau de bruit mesuré avant d'utiliser la Figure 1 pour déterminer D_{\max} .

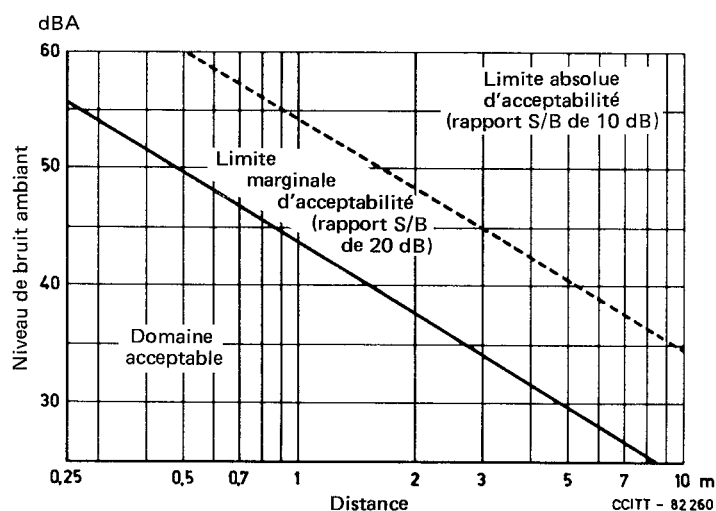


FIGURE 1

Distance maximale (D_{max}) entre la personne et le microphone

4 Considérations sur la réverbération

Dans la plupart des salles pour conférence téléphonique qui ont des caractéristiques acoustiques qui ne peuvent pas être modifiées, la qualité du son émis dépend directement de l'emplacement du microphone. Lorsque celui-ci est proche de la personne qui parle, le plus grand pourcentage du son capté vient directement de cette personne; la réverbération de la salle exerce dès lors une influence très faible. A mesure que la distance entre le microphone et la personne augmente, le niveau du son direct atteignant le microphone décroît de 6 dB chaque fois que la distance double, alors que le niveau moyen du son réverbéré reste pratiquement constant.

Un concept utile pour décrire une pièce est sa distance critique (D_c). C'est la distance de la source sonore (personne qui parle, haut-parleur) à laquelle l'énergie du son direct provenant de la source est égale à l'énergie de réverbération réfléchiée par toutes les surfaces de la pièce (murs, plafond, meubles, sol). Les distances critiques des salles de conférence sont généralement de l'ordre de 0,2 à 1,5 m.

La distance critique en mètres peut s'exprimer par:

$$D_c = 0,056 \sqrt{\frac{V}{T_R}} \quad (\text{voir ISO 35u})$$

où

V est le volume de la salle exprimé en mètres cubes,

T_R est la durée de la réverbération de la salle exprimée en secondes.

A mesure que le rapport de l'énergie du son direct au son réverbéré décroît par augmentation de la distance du microphone à la personne qui parle, les signaux sonores reproduits deviennent moins compréhensibles, de moindre qualité, difficiles à reconnaître et fatigants à écouter. Les sons deviennent caverneux, comme si la personne parlait depuis le fond d'un tonneau. Pour obtenir de bons résultats, les microphones devraient être placés à une distance qui n'est pas supérieure à la moitié de la distance critique ($0,5 D_c$). Ceci nécessite généralement l'installation de microphones multiples sur la table de conférence ou des microphones lavallière² portés par chacune des personnes et exclut définitivement les microphones situés dans le plafond. De nombreuses installations pour communications téléphoniques de groupe se sont avérées inutilisables parce que les microphones étaient placés dans le plafond à la suite de l'inobservation des exigences acoustiques ci-dessus.

² Microphone à lanière réglable qui s'accroche au cou.

Lorsqu'on utilise des microphones directionnels (cardioïdes ou bidirectionnels), la distance entre les microphones et les personnes peut être augmentée de 50%, soit jusqu'aux trois quarts de la distance critique ($0,75 D_c$). Des meilleurs résultats s'obtiennent lorsque les personnes qui parlent font face au microphone cardioïde (en forme de coeur); elles peuvent également être assises de part et d'autre d'un microphone bidirectionnel, placé verticalement, à modèle de sensibilité de fonction cosinus (en forme de huit). Le Tableau 2 donne des distances types entre microphone et locuteur pour les salles réduites (60 à 300 m² de murs, de plafond et de sol) et grandes (300 à 1000 m²), de forme rectangulaire, accompagnées des distances critiques (D_c) estimées. On a choisi les mesures en surface étant donné qu'elles sont plus significatives pour l'acoustique des salles de conférence que ne le sont les mesures en volume habituelles.

Tableau 2 – Distances types entre microphone et locuteur (mètres)

Salle de conférence	Microphone omnidirectionnel	Microphone directionnel	Distance critique
Petite (60 à 300 m ²) faiblement aménagée ^{a)}	0,3	0,5	0,6
Grande (300 à 1000 m ²)	moyennement aménagée ^{a)}	0,6	1,2
	très aménagée ^{a)}	0,9	1,8

^{a)} Dans ce contexte, une pièce moyennement aménagée aurait, par exemple, un plafond insonorisé et une moquette; faiblement aménagée signifie, par exemple, soit un plafond insonorisé, soit une moquette; une pièce bien aménagée aurait, par exemple, des tentures lourdes doublées couvrant la moitié de la surface des murs en plus d'un faux plafond à très bonne insonorisation et d'une moquette à couche sous-jacente.

5 Type de microphone et emplacement

Si l'on utilise des microphones directionnels, la distance du microphone à la personne qui parle doit être inférieure à la distance maximale (D_{max}) déterminée à partir de la Figure 1 afin d'obtenir un rapport signal/bruit adéquat. Lorsque l'on utilise des microphones directionnels, la distance peut être augmentée, tout en restant inférieure à $1,5 D_{max}$.

De même, lorsqu'on utilise des microphones omnidirectionnels, la distance du microphone au locuteur doit être inférieure à la moitié de la distance critique pour obtenir des signaux vocaux hautement intelligibles, aisément reconnaissables et exempts de réverbération. Lorsque l'on utilise des microphones directionnels, la distance qui les sépare des locuteurs peut être augmentée, tout en restant inférieure à $0,75 D_c$.

Les microphones doivent être placés de manière à satisfaire *les deux* conditions ci-dessus; autrement dit, la distance qui sépare le microphone de la personne qui parle ne doit pas être supérieure à la plus petite de ces deux distances.

Pour que ces conditions puissent être respectées par tous les participants, il est généralement nécessaire d'utiliser deux ou plusieurs microphones. Généralement, on utilise un microphone pour 3 personnes. Chaque fois que le nombre de microphones double, le niveau de bruit effectif dans la salle augmente de 3 dB. Aussi, dans l'exemple du § 3, l'emploi de

quatre microphones porterait la valeur mesurée de 50 dBA à une valeur effective de 56 dBA. La distance déterminée D_{\max} à partir de la Figure 1 serait donc réduite à 25 cm. Autrement dit, des microphones lavallière constitueraient une solution pratique pour maintenir les personnes qui parlent à moins de 25 cm du microphone.

6 Emplacement des haut-parleurs

L'emplacement des haut-parleurs dans une salle de conférence est nettement moins critique que celui des microphones. Généralement, on considère qu'il faut limiter la distance séparant un participant du haut-parleur le plus proche à moins de deux fois la distance critique.

Des haut-parleurs devraient être répartis sur le plafond, sur les murs, ou sur la table de conférence, ceci pour garantir un niveau de pression acoustique minimal de 65 dBA aux positions des personnes qui écoutent. En cas de bruit significatif, le niveau de pression acoustique devrait être de 20 dB au-dessus du niveau du bruit ambiant. Une meilleure «présence» et moins d'effet d'éloignement sont obtenus si les haut-parleurs sont placés sur ou dans les bords de la table de conférence.

Les haut-parleurs situés au plafond sont généralement plus simples à monter et moins apparents. En général, les haut-parleurs placés sur une grille visible dans un faux plafond insonorisé devraient se trouver à environ 0,6 m à l'extérieur du bord de la table de conférence. De meilleurs résultats s'obtiennent lorsque les haut-parleurs ne sont *pas* placés de manière symétrique mais quelque peu au hasard. Ceci empêche l'excitation de vibrations propres à la pièce.

Référence

- [1] *Teleconference center construction guidelines*, Bell System Technical Reference, PUB 42903, mai 1980, AT&T Co.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication