



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.114

(03/93)

**SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION
RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES
À LA QUALITÉ DE TRANSMISSION
D'UNE CONNEXION TÉLÉPHONIQUE
INTERNATIONALE COMPLÈTE**

TEMPS DE TRANSMISSION DANS UN SENS

Recommandation UIT-T G.114

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

AVANT-PROPOS

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

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes que les Commissions d'études de l'UIT-T doivent examiner et à propos desquels elles doivent émettre des Recommandations.

La Recommandation révisée UIT-T G.114, élaborée par la Commission d'études XI (1988-1993) de l'UIT-T, a été approuvée par la CMNT (Helsinki, 1-12 mars 1993).

NOTES

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

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

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

© UIT 1994

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

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Annexe A – Estimation du temps de transmission pour les circuits.....	2
A.1 Valeurs de planification conventionnelles du temps de transmission.....	2
A.2 Circuits nationaux de prolongement.....	2
A.3 Circuits internationaux.....	3
Annexe B – Problèmes de temps de transmission et d'écho posés par les circuits téléphoniques, visio-téléphoniques et de vidéoconférence.....	4
B.1 Introduction	4
B.2 Effet d'un long temps de transmission sur l'abonné.....	5
B.3 Résumé et conclusions.....	10
Références	10

Recommandation G.114

TEMPS DE TRANSMISSION DANS UN SENS

(Genève, 1964; modifiée à Mar del Plata, 1968; Genève, 1980; Malaga-Torremolinos, 1984; Melbourne, 1988 et Helsinki, 1993)

Le temps de transmission pour les connexions qui comportent des segments numériques comprend le temps imputable au traitement de l'équipement ainsi que le temps de propagation, de sorte que ces deux types de temps peuvent contribuer, d'une manière importante, au temps de transmission global. Des directives sont, en particulier, nécessaires pour les concepteurs d'équipement de télécommunication qui utilisent le traitement des signaux responsable de l'accroissement du temps de transmission.

Historiquement, une valeur de 400 ms a été considérée comme une limite significative pour la planification des réseaux axée sur la téléphonie. Cette valeur n'était pas initialement destinée à servir de directive pour les concepteurs d'équipement qui peuvent, de plus en plus souvent, imputer substantiellement au temps de transmission le délai nécessaire au traitement des signaux dans leurs études de conception.

Le temps de transmission est un paramètre très important pour toute application dont la qualité de fonctionnement globale dépend de l'interactivité de l'utilisateur ou du terminal. Des applications telles que la téléphonie, les données dans la bande vocale, les données numériques et la visiotéléphonie peuvent impliquer des tâches de l'utilisateur ou des caractéristiques de l'équipement terminal dont la sensibilité au temps de transmission varie considérablement. Étant donné que les prestataires de réseaux et de services ne peuvent modifier les caractéristiques de temps de transmission ni les moyens de transmission entre deux Administrations, en fonction de toutes les tâches et applications d'utilisateur, certaines tâches hautement interactives peuvent subir une dégradation, même à des temps de transmission de l'ordre de 100 ms. En conséquence, il est essentiel que le temps de propagation (temps de transmission) soit perçu comme une ressource vitale qu'il faut consommer avec précaution et seulement lorsque, en matière de service, on en retire de nets avantages. Cela s'applique notamment au délai associé au traitement des signaux.

Le but de la présente Recommandation est d'aider les concepteurs d'équipement et les planificateurs de réseaux à réaliser des services acceptables pour les utilisateurs qui exécutent des tâches très diverses avec des applications multiples. Il est reconnu que l'on ne peut prévoir toutes les applications d'utilisateur et configurations de réseau possibles, et que certaines applications d'utilisateur et configurations de réseau peuvent combiner des délais de traitement et des temps de propagation tels que le temps de transmission total dépasse 400 ms.

L'un des objectifs de la présente Recommandation est donc de mettre clairement l'accent sur la nécessité de tenir compte de l'effet du temps de propagation sur les applications, en cours d'évolution, des services et sur le fait qu'il est souhaitable, chaque fois que cela est possible, d'éviter tout accroissement du temps de propagation, notamment du temps de traitement.

Compte tenu des points susmentionnés, le CCITT *recommande* d'appliquer les limites suivantes pour le temps de transmission dans un sens pour les connexions qui comportent des dispositifs adéquats de protection contre les échos (voir la Note 1), conformément à la Recommandation G.131:

0 à 150 ms	Acceptable pour la plupart des applications d'utilisateur (voir la Note 2);
150 à 400 ms	Acceptable sous réserve que les Administrations soient conscientes de l'effet du temps de transmission sur la qualité de transmission des applications d'utilisateur (voir la Note 3);
plus de 400 ms	Inacceptable pour la planification générale des réseaux; cependant, il est reconnu que, dans certains cas exceptionnels (voir la Note 4), cette limite sera dépassée.

NOTES

1 Il est possible qu'il faille contrôler l'utilisation d'équipements de réduction de l'écho qui introduisent d'autres dégradations telles que l'écrêtage de la parole et le contraste de bruit pour obtenir une qualité de transmission acceptable.

2 Certaines applications hautement interactives de téléphonie et de transmission de données peuvent subir une dégradation pour des valeurs *inférieures* à 150 ms. Tout accroissement du temps de traitement sur des connexions, même avec des temps de transmission très inférieurs à 150 ms, doit donc être découragé, à moins qu'on en retire des avantages nets du point de vue du service ou de l'application.

3 Par exemple, les connexions internationales avec bonds de satellite qui ont des temps de transmission inférieurs à 400 ms sont considérées comme acceptables.

4 A titre d'exemple de ces exceptions, on peut citer les doubles bonds de satellite inévitables, les satellites utilisés pour rétablir des voies d'acheminement de terre les interconnexions fixes par satellite et cellulaires numériques, la visiotéléphonie sur circuits à satellite et les très longues connexions internationales avec deux systèmes cellulaires numériques reliés par de longues installations de Terre.

Il est possible de mieux interpréter les limites recommandées ici si l'on tient compte des informations fournies dans l'Annexe B. Par exemple, les données relatives à la qualité de la voix indiquent que, même en l'absence complète d'écho, 10% ou plus des personnes qui parlent peuvent éprouver des difficultés dues à un temps de propagation de 400 ms. Tout accroissement du temps de propagation au-delà de cette valeur entraînera un nouvel accroissement des connexions inacceptables, notamment pour les conversations hautement interactives. Pour assurer des services avec possibilités de diversité et de rétablissement d'acheminement, les Administrations peuvent néanmoins décider, à titre exceptionnel, de dépasser la valeur de 400 ms. L'Annexe A donne des indications quant à l'effet d'une telle décision sur la qualité de service.

Annexe A

Estimation du temps de transmission pour les circuits

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

Lorsqu'on établit le plan général d'interconnexion à l'intérieur des limites de la Recommandation G.114, il faut tenir compte du temps de transmission dans un sens aussi bien sur les circuits de prolongement nationaux que sur les circuits internationaux. Le temps de transmission sur les circuits et sur les connexions est le total de divers éléments, par exemple, le temps de propagation de groupe dans les câbles et les temps de traitement des équipements (par exemple, commutateurs numériques), etc.

Les valeurs conventionnelles de planification indiquées en A.1 peuvent être utilisées pour évaluer le temps de propagation total d'assemblages spécifiés pouvant constituer des circuits ou des communications.

A.1 Valeurs de planification conventionnelles du temps de transmission

A titre provisoire, les valeurs de planification conventionnelles du Tableau A.1 peuvent être utilisées pour le temps de transmission.

A.2 Circuits nationaux de prolongement

Les artères principales du réseau national devraient être constituées au moyen de lignes à grande vitesse de propagation. Dans ces conditions, le temps de transmission entre le centre international et l'abonné qui en est le plus éloigné dans un réseau national peut être estimé comme suit:

- a) Dans des réseaux purement analogiques, il ne dépassera probablement pas

$$12 + (0,004 \times \text{distance en kilomètres}) \text{ ms}$$

Dans cette formule, le coefficient 0,004 repose sur l'hypothèse que les circuits interurbains nationaux seront établis sur des lignes à grande vitesse de propagation (250 km/ms). Le terme constant de 12 ms tient compte des équipements terminaux et de la présence probable dans le réseau national d'une certaine quantité de câbles chargés (par exemple, trois couples d'équipements de modulation de voie plus environ 160 km de câbles à charge H 88/36). Pour un pays d'étendue moyenne (voir la Figure 2/G.103), le temps de propagation dans un sens sera inférieur à 18 ms.

- b) Dans des réseaux mixtes, analogiques et numériques, le temps de transmission peut généralement être estimé au moyen de la formule donnée pour des réseaux purement analogiques. Cependant, dans certaines conditions défavorables, on peut observer un retard plus important que dans un réseau purement analogique. C'est en particulier le cas lorsque des centraux numériques sont connectés à des systèmes de transmission analogiques par l'intermédiaire d'équipements MIC/FDM en cascade ou de transmultiplexeurs. Avec le degré croissant de numérisation, le temps de transmission approchera graduellement celui des réseaux purement numériques.
- c) Dans des réseaux purement numériques entre commutateurs locaux (par exemple, un RNI), le temps de transmission tel qu'il est défini plus haut, ne dépassera probablement pas

$$3 + (0,004 \times \text{distance en kilomètres}) \text{ ms}$$

Le terme constant 3 ms tient compte d'un codeur ou décodeur MIC et de cinq commutateurs à commutation numérique.

NOTE – La valeur 0,004 est une valeur moyenne pour des systèmes à câbles coaxiaux et des faisceaux hertziens; pour des systèmes à fibres optiques, on doit utiliser 0,005.

- d) Dans des réseaux purement numériques entre abonnés (par exemple, un RNIS), le temps donné au point c) doit être augmenté jusqu'à 3,6 ms si on utilise la transmission en mode rafale (multiplexage par compression dans le temps) sur des lignes d'abonné locales à deux fils.

Ces valeurs ne couvrent pas les délais supplémentaires introduits par les autocommutateurs privés et les réseaux d'abonné privés.

A.3 Circuits internationaux

Les circuits internationaux¹⁾ utiliseront des systèmes à grande vitesse de propagation (câbles de terre ou faisceau hertzien, câbles sous-marins ou systèmes par satellite, par exemple). Les valeurs de planification indiquées en A.1 peuvent être utilisées.

Compte tenu de la valeur du temps de transmission moyen dans un sens pour des circuits établis sur des systèmes par satellite à grande altitude, il est souhaitable d'imposer certaines restrictions d'acheminement pour l'utilisation de ces circuits. La Recommandation Q.13 [12] contient des renseignements détaillés sur ces restrictions.

TABLEAU A.1/G.114

Moyen de transmission	Temps de transmission dans un seul sens	Observations
Paire coaxiale terrestre ou faisceau hertzien; transmission FDM et numérique	4 µs/km	Permet un retard dans les répéteurs et les régénérateurs
Système en câble à fibres optiques; transmission numérique	5 µs/km ^{g)}	
Paire coaxiale sous-marine	6 µs/km	
Voie par satellite – à une altitude de 14 000 km – à une altitude de 36 000 km	110 ms 260 ms	Seulement entre stations terriennes
Modulateur ou démodulateur de voies FDM	0,75 ms ^{a)}	La moitié du total des temps de propagation dans les deux sens de transmission
Modulateur ou démodulateur de voie à compression-extension FDM	0,5 ms ^{b)}	
Codeur ou décodeur MIC	0,3 ms ^{a)}	
Transcodage MIC-MICDA-MIC	0,5 ms	
Codeur et décodeur G.728	2 ms	
8 kbit/s	32 ms ^{c)}	
PLMS (système mobile terrestre public) (objectif 40 ms, G.173)	80-110 ms	
Codeur et décodeur vidéo H.261	FS	
Codeur et décodeur G.763	FS	
Codeur et décodeur G.765	FS	
Transmultiplexeur	1,5 ms ^{d)}	
Centre numérique de transit, numérique à numérique	0,45 ms ^{e)}	

¹⁾ Pour des liaisons courtes de proximité, des câbles de télécommunication exploités aux fréquences acoustiques peuvent aussi être utilisés dans les conditions de l'introduction du paragraphe 5.4 du fascicule III.2.

TABLEAU A.1/G.114 (suite)

Moyen de transmission	Temps de transmission dans un seul sens	Observations
Centre local numérique, analogique-analogique	1,5 ms ^{e)}	La moitié du total des temps de propagation dans les deux sens de transmission
Centre local numérique, ligne d'abonné analogique-jonction numérique	0,975 ms ^{e)}	
Centre local numérique, ligne d'abonné numérique-jonction numérique	0,825 ms ^{e)}	
Annuleurs d'écho	1 ms ^{f)}	
<p>a) Ces valeurs autorisent une distorsion de temps de propagation de groupe autour des fréquences où la puissance vocale est maximale et un retard pour les équipements de multiplexage intermédiaires d'ordre supérieur et les équipements de transfert.</p> <p>b) Cette valeur se rapporte à des équipements FDM conçus pour être utilisés avec un compresseur-extenseur et avec des filtres spéciaux.</p> <p>c) Il s'agit d'une valeur de spécification. L'équipement adéquat n'est actuellement pas disponible.</p> <p>d) Pour les communications numériques par satellite, où le transmultiplexeur est situé dans la station terrienne, cette valeur peut être portée à 3,3 ms.</p> <p>e) Il s'agit là de valeurs moyennes; selon la charge de trafic, ces valeurs pourront être plus élevées, sans toutefois dépasser, par exemple, 0,75 ms (1,950 ms, 1,350 ms ou 1,250 ms respectivement) dans 95 cas sur 100 (pour plus de détails, voir la Recommandation Q.551).</p> <p>f) Lorsqu'ils sont mis en œuvre, les annuleurs d'écho peuvent augmenter le temps de propagation dans un sens de 1 ms sur le trajet d'émission de chacun de ces dispositifs. Cette valeur ne tient pas compte du retard occasionné par les codecs que peut éventuellement contenir un annuleur d'écho. Aucun retard notable ne devrait être introduit sur le trajet de réception des annuleurs d'écho.</p> <p>g) Cette valeur, provisoire, est actuellement à l'étude.</p>		

Annexe B

Problèmes de temps de transmission et d'écho posés par les circuits téléphoniques, visiotéléphoniques et de vidéoconférence

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

B.1 Introduction

Les connexions internationales (voir la Figure 1/G.103) qui font intervenir des câbles sous-marins sont caractérisées par un temps de propagation dans un sens d'environ 170 ms (valeur maximale).

Dans le cas d'une connexion par satellite à un seul bond, même comprenant une liaison intersatellites (ISL) (*inter-satellite link*) de longueur moyenne, le temps de transmission dans un sens ne dépasse pas la limite recommandée de 400 ms. Une analyse approfondie des contributions de temps notamment ajoutées par le traitement numérique du signal (TDMA, DSI, DCME, codage à 16 kbit/s, à 32 kbit/s ou à plus faible débit, régénération numérique, commutation par paquets, etc.) montre que, dans certains cas, la limite de 400 ms recommandée pour le temps moyen de transmission dans un sens pourrait être dépassée.

Compte tenu de l'évolution récente des techniques de protection contre l'écho et du fait que les temps de traitement fixes peuvent atteindre des centaines de millisecondes dans certains systèmes actuellement conçus, il est important de comprendre également les effets du temps de transmission, en l'absence d'écho, sur les communications. La présente annexe traite de cette question.

Les circuits du type quatre fils fournissent une bonne approximation des connexions exemptes d'écho, en admettant un affaiblissement de couplage acoustique adéquat dans le combiné. A long terme, avec le déploiement des RNIS, on peut s'attendre à l'utilisation généralisée des circuits quatre fils. Toutefois, les circuits à deux fils et leurs connexions hybrides, ainsi que d'autres composants générateurs d'écho, resteront sans doute en service pendant quelques années. En conséquence, c'est en dotant les circuits à satellite d'annuleurs d'écho modernes que l'on résoudra le mieux les problèmes d'écho, à condition que les caractéristiques du trajet d'écho à modéliser par l'annuleur d'écho soient linéaires et invariables dans le temps ou qu'elles ne varient que lentement si on les compare à la rapidité de convergence de l'annuleur d'écho.

Nous traiterons brièvement, ci-après, de l'effet du temps de transmission, en l'absence d'écho, sur la qualité des communications.

B.2 Effet d'un long temps de transmission sur l'abonné

B.2.1 Effets des annuleurs d'écho

Aux Etats-Unis d'Amérique, la COMSAT (Communications Satellite Corporation) a procédé en 1987 à une série d'essais visant à déterminer l'efficacité des systèmes d'annulation d'écho sur les circuits de terre et les circuits à satellite, avec des dispositifs conformes à la Recommandation G.165 [2] et selon la procédure définie à l'Annexe A/P.82. Les détails de ces recherches ont été communiqués dans le document de référence [3] et la Figure B.1 en résume les résultats: le pourcentage de difficulté est représenté en fonction du temps de transmission dans un sens. Une valeur de 45 ms sur un circuit de terre a été prise comme référence, et l'on a évalué l'effet de l'accroissement du temps de propagation, de 300 à 500 ms, sur les circuits de terre et les liaisons par satellite.

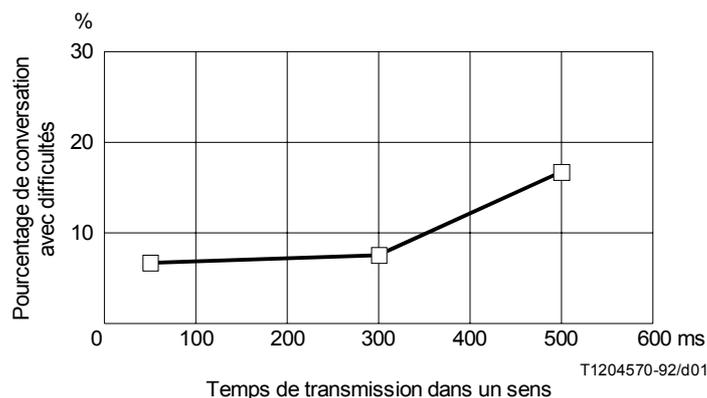


FIGURE B.1/G.114

Effet d'un long terme de transmission dans un sens sur les difficultés de la conversation avec annuleur d'écho dans le circuit

Les résultats de l'étude effectuée par la COMSAT montrent que le «pourcentage de difficulté» ne varie pas sensiblement entre 45 et 300 ms. A 500 ms, le pourcentage de difficulté double approximativement (de 7,3 à 15,8%), mais cette valeur est encore sensiblement inférieure aux résultats précédemment obtenus avec des supprimeurs d'écho qui dépassaient 60%.

Les résultats récemment obtenus conduisent à penser que des temps de propagation quelque peu supérieurs à 400 ms pourraient être acceptables sur des connexions équipées d'annuleurs d'écho conformes aux spécifications de la Recommandation G.165 ou équipées d'autres dispositifs d'efficacité équivalente.

B.2.2 Effets du temps de transmission sur la dynamique de conversation

Les données les plus récentes présentées par certaines Administrations indiquent que la dégradation de la qualité de fonctionnement due aux dégradations de la dynamique de conversation est appréciable, même au-dessous de la limite de temps de transmission dans un sens de 400 ms. Cet effet peut être observé lorsque des tâches interactives structurées et des mesures sensibles sélectionnées sont employées dans l'expérimentation subjective.

En 1989, BNR (Canada) a procédé à une série d'essais subjectifs [4] pour déterminer l'effet du temps de transmission sur les caractéristiques de conversation jugées importantes dans un environnement de type commercial. Une tâche de conversation structurée associée à des mesures objectives et subjectives a été élaborée et utilisée dans l'expérience. Les mesures subjectives comprenaient des évaluations de la facilité d'interruption du correspondant, de la nécessité de répéter les mots, de l'attention, de la réaction et de la serviabilité du correspondant. Une évaluation de la qualité globale sous la forme de notes moyennes d'opinion (MOS) (*mean opinion score*) normalisées a également été utilisée. Les résultats sont présentés sur la Figure B.2.

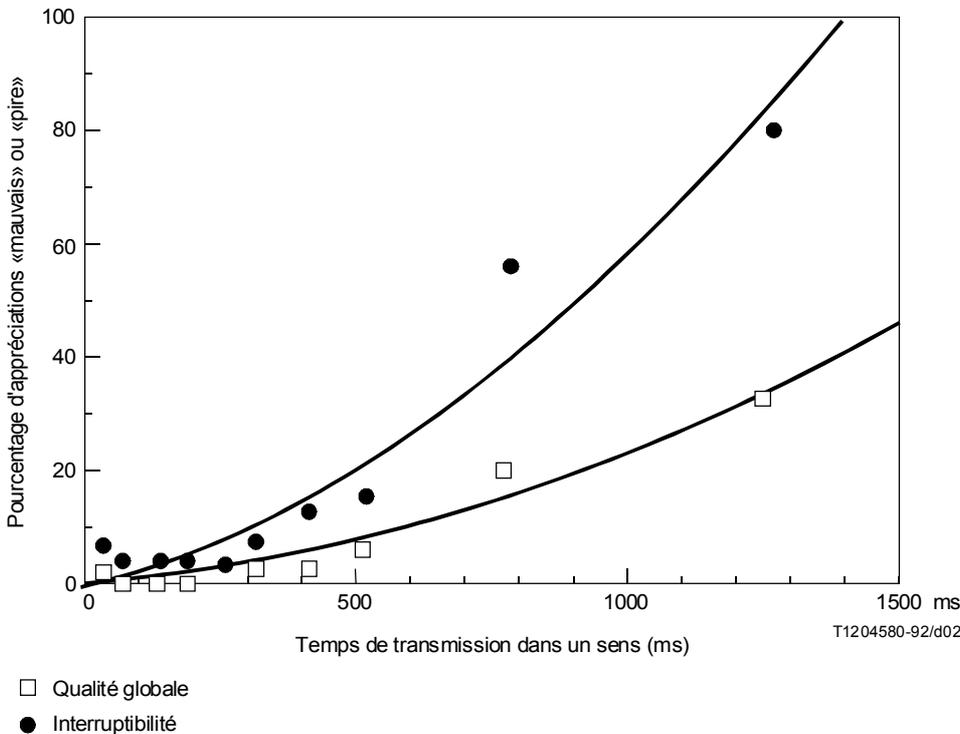


FIGURE B.2/G.114
**Comparaison des appréciations «mauvais» ou «pire»
pour la qualité globale et l'interruptibilité**

Un essai subjectif de Bellcore visant à évaluer les effets du temps de transmission proprement dit sur la qualité vocale a été effectué en 1990 [15]. Le but de cet essai était d'obtenir, dans le domaine de l'interruptibilité et de la qualité, des réactions subjectives à l'utilisation de circuits téléphoniques exempts d'écho dans lesquels on introduisait des temps de transmission divers. Les résultats ont indiqué que des temps de transmission longs ne réduisent pas sensiblement les notes moyennes d'opinion dans les limites du temps de transmission testé (c'est-à-dire temps de transmission dans un sens de 0 à 1000 ms). En outre, la mesure de l'interruptibilité n'a pas montré que la différence par rapport à la qualité globale était aussi importante que celle indiquée sur la Figure B.2. Cependant, les observations pendant l'essai et les interrogatoires des sujets après l'essai ont montré que les sujets avaient éprouvé certaines difficultés réelles pour communiquer lorsque le temps de transmission était plus long, mais qu'ils n'associaient pas toujours ces difficultés au temps de transmission.

Un second essai subjectif de Bellcore visant à évaluer les effets du temps de transmission proprement dit sur les communications téléphoniques établies par des clients volontaires de Telco a été effectué en 1991 [6]. Les communications émanant de ces clients passaient par le Bellcore New Technology Laboratory où on leur ajoutait divers temps de transmission dans un sens, à savoir de 0 à 750 ms. Les résultats de l'essai ont montré que les communications étaient évaluées comme suit en fonction du temps de transmission dans un sens inséré dans la communication: 0 ms, bonne; 250 ms, assez bonne; 500 ms, médiocre. Ces résultats sont présentés sur la Figure B.3.

Des expériences similaires ont été menées par CSELT [7], NTT [8] et PTT Netherlands [9]. Les résultats des essais de NTT sont présentés ci-après.

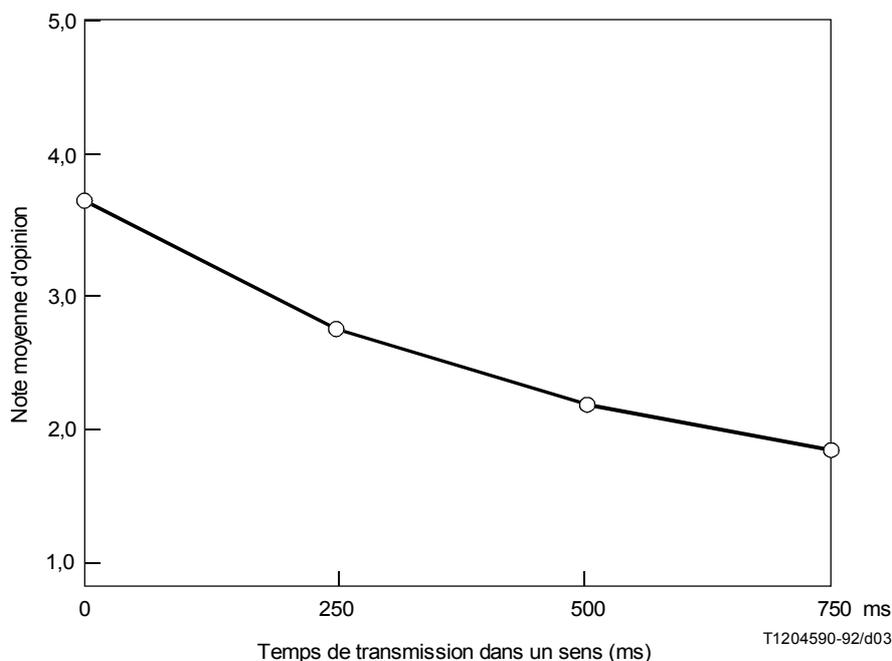


FIGURE B.3/G.114
Notes moyennes d'opinion (MOS) pour les quatre conditions de temps de transmission

L'effet du temps de transmission a été mesuré à l'aide d'une combinaison de paramètres physiques objectifs se rapportant à l'efficacité d'une conversation. Il a été étudié au moyen des six modes (tâches) de conversation différents indiqués ci-dessous:

- Tâche 1 – Lire des nombres aléatoires aussi rapidement que possible et successivement.
- Tâche 2 – Vérifier des nombres aléatoires aussi rapidement que possible et successivement.
- Tâche 3 – Compléter des mots avec des lettres perdues aussi rapidement que possible en échangeant des informations.
- Tâche 4 – Vérifier des noms de villes aussi rapidement que possible et successivement.
- Tâche 5 – Déterminer la forme d'une figure en recevant des informations orales.
- Tâche 6 – Conversation libre.

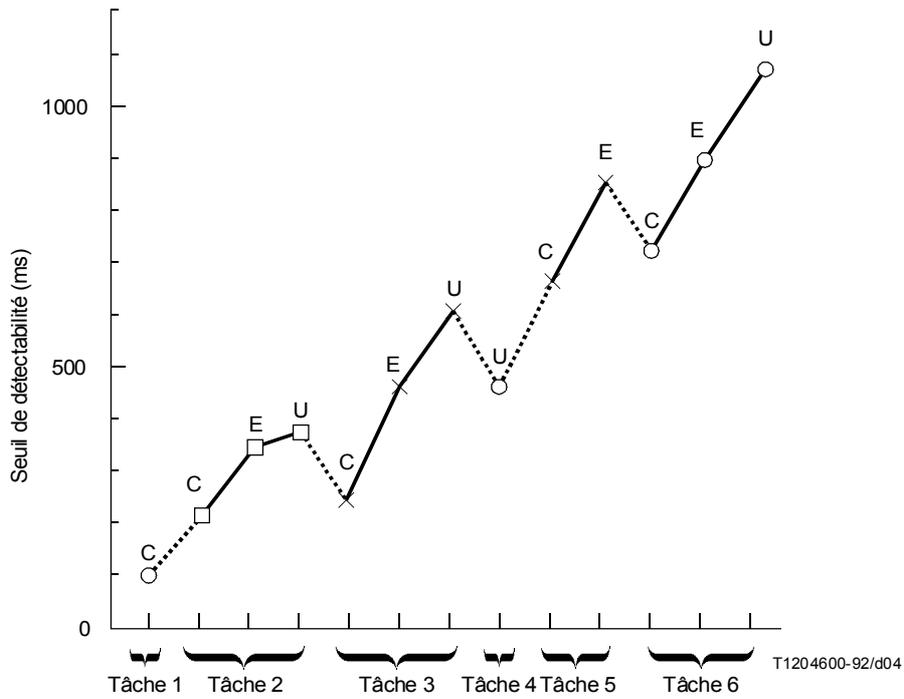
On a procédé à des essais d'opinion subjectifs qui ont permis d'obtenir des seuils de détectabilité du temps de transmission, des notes moyennes d'opinion (MOS) et une évaluation de l'efficacité de conversation. La Figure B.4 montre les seuils de détectabilité pour diverses tâches de conversation. Les résultats indiquent que la qualité subjective en fonction du temps de transmission varie selon le mode de conversation et le groupe de sujets (formés, non formés).

Sur la Figure B.4, on a défini le seuil de détectabilité pour le temps de transmission aller et retour comme étant le temps de transmission détecté par 50% des sujets participant à l'exécution de la tâche; ce seuil fournit certaines indications aux planificateurs de réseau pour leur permettre d'assurer un service acceptable à l'utilisateur.

B.2.3 Interaction entre le temps de transmission et les applications d'utilisateur

NTT a procédé à des essais pour évaluer l'interaction entre le temps de transmission et les applications d'utilisateur. Dans ces essais, on a établi une comparaison des conversations téléphoniques et visiophoniques, et on a constaté qu'il y avait peu de différence entre les deux types de connexion. La Figure B.5 indique les dégradations de la MOS lorsqu'on utilise comme base une connexion sans temps de transmission [10].

On a élaboré une méthode d'évaluation objective des effets du temps de transmission sur les communications téléphoniques dans les réseaux réels en utilisant les résultats des expériences subjectives mentionnées ci-dessus. Cette méthode est décrite dans la contribution complémentaire [9].



U = Sujets non formés (hommes d'affaires, femmes au foyer, étudiants)
 C = Sujets formé (équipes)
 E = Sujets non formés (employés de laboratoire)

FIGURE B.4/G.114

Seuils de détectabilité pour divers modes de conversation

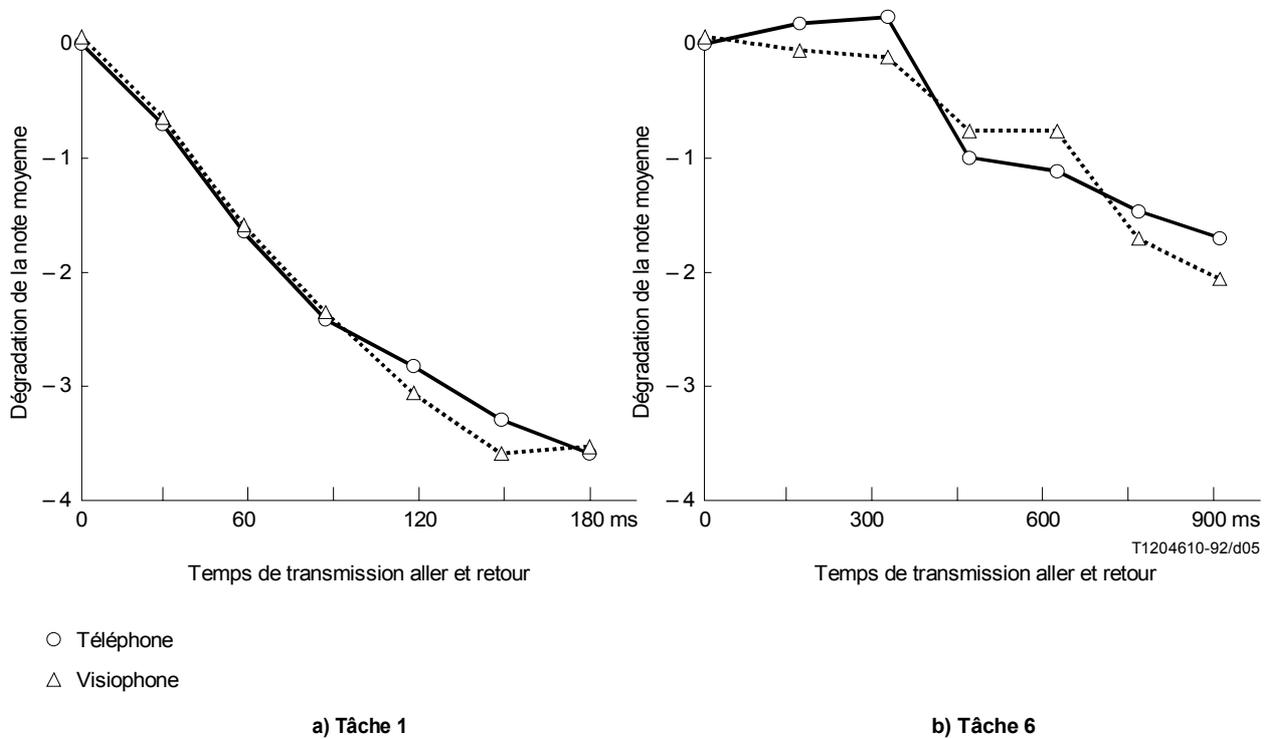


FIGURE B.5/G.114

Effets du temps de transmission sur la qualité des communications pour le téléphone et le visiophone

Les informations sur les caractéristiques temporelles et leur corrélation avec les opinions subjectives ont été extraites des données subjectives. Ces données ont ensuite été utilisées pour formuler des équations de prévision du seuil de détectabilité et de la MOS en fonction du temps de transmission. On peut estimer les effets du temps de transmission dans les réseaux commerciaux en mesurant les paramètres temporels de base dans des conditions de trafic réelles puis en utilisant ces données pour calculer les mesures objectives en appliquant les équations obtenues expérimentalement.

Le Tableau B.1 présente, à titre d'exemple, les résultats obtenus à l'aide de cette méthode pour un circuit commercial.

TABLEAU B.1/G.114

Effet du temps de transmission sur la qualité téléphonique dans un réseau réel

Mode de conversation	Qualité	Distribution cumulative (%)	Seuil de détectabilité (temps de transmission aller et retour)
Types de communication commerciale	Tâche 1	0,1	90
	Tâche 2	1	210
	Tâche 3	9	290
	Tâche 4	21	480
	Tâche 5	86	680
	Tâche 6	80	740

NOTE – De plus amples informations sur ce tableau sont données en [8].

Aux Etats-Unis d'Amérique, la COMSAT (Communications Satellite Corporation) a procédé, en 1992, à une étude pour évaluer l'effet subjectif du temps de transmission de bout en bout dans les communications audiovisuelles [11]. Parmi les conditions expérimentales figuraient trois communications visiophoniques point à point avec des temps de transmission dans un sens de 200, 450 et 700 ms. Les sujets engageaient une série de conversations d'une durée de 5 minutes et étaient interrogés à la fin de chaque communication expérimentale ainsi qu'après l'ensemble de la séance. Les résultats sont résumés dans le Tableau B.2. Des résultats similaires ont été obtenus à la suite d'un essai de visiophonie mené par CSELT [12].

TABLEAU B.2/G.114

Variation de la qualité subjective pour trois connexions visiophoniques de bout en bout

	Temps de transmission dans un sens		
	200 ms	450 ms	700 ms
MOS qualité de la communication	3,74 ± 0,52	3,69 ± 0,51	3,48 ± 0,48
MOS facilité d'interruption	4,00 ± 0,55	3,79 ± 0,53	3,56 ± 0,49
Difficulté de la communication	28 ± 4%	35 ± 5%	46 ± 6%
Acceptabilité de la connexion	80 ± 11%	78 ± 11%	73 ± 10%

NOTE – Les valeurs MOS ont été calculées sur la base d'une échelle de 5 points (1 à 5). Toutes les erreurs sont définies à un niveau de confiance de 95%.

B.3 Résumé et conclusions

La meilleure façon d'analyser les dégradations de la transmission associées aux circuits à long temps de transmission est de considérer séparément la dégradation due à l'écho et la difficulté subjective due au temps de transmission proprement dit. Il est apparu que l'utilisation appropriée d'annuleurs d'écho permet d'établir des connexions nationales et internationales par satellite offrant une qualité de fonctionnement pour ainsi dire équivalant à celle des connexions de terre en téléphonie. Les résultats jusqu'ici obtenus ne concernent que l'écho électrique et l'effet de l'écho acoustique doit faire l'objet de recherches supplémentaires.

Dans ces conditions, les problèmes dominants ne sont posés que par le temps de transmission proprement dit.

Des informations récemment présentées indiquent:

- que les effets du temps de transmission proprement dit (sans écho) sur la dynamique de conversation peuvent être détectés bien au-dessous d'un temps de transmission de 400 ms dans un sens si les expériences subjectives font appel à des tâches hautement interactives et si on utilise des mesures subjectives liées aux difficultés particulières de conversation telles que la possibilité d'interruption;
- que les effets du temps de transmission proprement dit (sans écho) sur la qualité téléphonique semblent s'accroître modérément à mesure que le temps de transmission augmente.

Cependant, étant donné qu'un ensemble normalisé d'essais n'a pas encore été adopté, les résultats expérimentaux obtenus dépendent du type d'activité choisi pour évaluer l'effet du temps de transmission et varient considérablement d'un laboratoire à l'autre. Aussi les concepteurs doivent-ils déterminer les types de services, donc les besoins d'interactivité des communications, qui seront assurés s'ils veulent évaluer correctement la qualité de fonctionnement des systèmes.

Références

- [1] Recommandation du CCITT *Plan d'acheminement international*, tome VI, Rec. Q.13.
- [2] Recommandation du CCITT *Annuleurs d'écho*, tome III, Rec. G.165.
- [3] CCITT – Contribution COM XII-177, juin 1987.
- [4] CCITT – Contribution tardive D.21, décembre 1989.
- [5] CCITT – Contribution COM XII-62, août 1990.
- [6] CCITT – Contribution tardive D.131, février 1992.
- [7] CCITT – Contribution COM XII-94, septembre 1991.
- [8] CCITT – Contribution COM XII-85, juillet 1991.
- [9] CCITT – Contribution tardive D.80, septembre 1991.
- [10] CCITT – Contribution COM XII-84, juillet 1991.
- [11] CCITT – Contribution tardive D.126, février 1992.
- [12] CCITT – Contribution tardive D.128, février 1992.

Imprimé en Suisse

Genève, 1994