



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.114**

(02/96)

**SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION  
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES  
CONNEXIONS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES  
ET DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES  
INTERNATIONAUX**

---

**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 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 (Helsinki, 1<sup>er</sup>-12 mars 1993).

La Recommandation révisée UIT-T G.114, que l'on doit à la Commission d'études 12 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 6 février 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

---

### NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.

© UIT 1996

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

## TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction .....	1
2 Limites de temps de transmission de bout en bout.....	1
3 Allocation de temps de transmission.....	2
Annexe A – Estimation du temps de transmission pour les circuits.....	2
A.1 Valeurs de planification du temps de transmission.....	2
A.2 Circuits des segments nationaux.....	3
A.3 Circuits internationaux.....	3
Annexe B – Problèmes posés par les retards importants aux circuits téléphoniques, visiophoniques et de vidéoconférence .....	5
B.1 Introduction .....	5
B.2 Effet d'un long temps de transmission sur l'abonné.....	6
B.3 Résumé et conclusions.....	9
Références .....	11

## RÉSUMÉ

La présente Recommandation spécifie le temps de transmission, y compris le délai dû à la durée de traitement dans l'équipement ainsi qu'à la propagation de groupe dans des connexions protégées contre l'écho. Tenant compte du fait que, dans les réseaux modernes, le temps de transmission est devenu une ressource limitée, la Recommandation vise à faciliter – au profit des opérateurs de réseau et des constructeurs – la protection de la qualité de service en termes de temps de transmission (sans écho). Tous les services dont la qualité globale dépend d'une interactivité avec l'utilisateur ou avec le terminal sont pris en considération.

La présente Recommandation est subdivisée en trois articles. L'article 1 donne un aperçu général. L'article 2 formule des prescriptions relatives aux limites du temps de transmission de bout en bout dans un sens. L'article 3 contient des directives sur l'attribution du temps de transmission aux segments nationaux et internationaux de la chaîne de connexion. Les directives de l'article 3 ne s'appliquent qu'à la portion du temps de transmission qui correspond au temps de traitement. Deux annexes donnent des renseignements complémentaires sur la façon d'estimer le délai dans les circuits internationaux et sur l'influence de longs délais en termes de qualité de service.

## **TEMPS DE TRANSMISSION DANS UN SENS**

*(Genève, 1964; modifiée à Mar del Plata, 1968; Genève, 1980; Malaga-Torremolinos, 1984; Melbourne, 1988; Helsinki, 1993; révisée en 1996)*

### **1 Introduction**

Lorsqu'une connexion comporte des segments numériques, le temps de transmission comprend le temps imputable au traitement par l'équipement ainsi que le temps de propagation pure, les deux types de retards pouvant contribuer significativement au temps de transmission global. Il est donc nécessaire de fournir des directives aux concepteurs des équipements de télécommunication qui font intervenir un traitement de signal responsable de l'accroissement du temps de transmission.

Historiquement, on considérait la valeur de 400 ms comme une limite raisonnable pour la planification des réseaux lorsque la téléphonie vocale était au centre des préoccupations. Cette valeur n'était pas initialement destinée à servir de directive aux concepteurs des équipements qui, de plus en plus souvent, affectent substantiellement le temps de transmission par le délai nécessaire au traitement qu'ils appliquent aux signaux.

Le temps de transmission est un paramètre très important pour toute application dont la qualité de fonctionnement globale dépend de la bonne interactivité assurée à l'utilisateur ou au terminal. Des applications telles que la téléphonie vocale, la visiophonie, la transmission de données en bande vocale et les transmissions numériques peuvent faire intervenir des actions d'utilisateur ou des caractéristiques d'équipement terminal dont la sensibilité au temps de transmission varie considérablement. Les fournisseurs de réseaux et les prestataires de services ne peuvent modifier ni le support ni les caractéristiques de temps de transmission entre deux Administrations en fonction de toutes les tâches et applications d'utilisateur possibles, et 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 transmission) soit perçu comme une ressource vitale à ne consommer qu'avec circonspection et seulement lorsqu'on en escompte de nets avantages pour le service. 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 offrir des services acceptables à des usagers exécutant des tâches très diverses avec de multiples applications. Il est reconnu que l'on ne peut prévoir toutes les applications d'utilisateur et toutes les configurations de réseau possibles, et que certaines applications d'utilisateur et configurations de réseau peuvent accumuler 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 des services en évolution, et de l'intérêt qu'il y a à éviter, chaque fois que cela est possible, tout accroissement des retards, notamment des temps de traitement.

### **2 Limites de temps de transmission de bout en bout**

Compte tenu de ces considérations, l'UIT-T *recommande* d'appliquer les limites suivantes au temps de transmission dans un sens pour les connexions qui comportent des dispositifs adéquats de protection contre l'écho (voir Note 1), conformément à la Recommandation G.131 [1]:

- 0 à 150 ms: acceptable pour la plupart des applications d'utilisateur (voir Note 2);
- 150 à 400 ms: acceptable sous réserve que les Administrations connaissent l'effet du temps de transmission sur la qualité de transmission des applications d'utilisateur (voir Note 3);
- plus de 400 ms: inacceptable aux fins de la planification générale des réseaux; cependant, il est reconnu que, dans certains cas exceptionnels (voir Note 4), cette limite pourra être dépassée.

#### NOTES

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

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

3 Les connexions internationales avec bonds satellitaires qui ont des temps de transmission inférieurs à 400 ms sont considérées, par exemple, comme acceptables.

4 Comme exception, on peut citer à titre d'exemple les doubles bonds satellitaires inévitables, les satellites utilisés pour rétablir des voies d'acheminement de Terre, les interconnexions fixes par satellite et cellulaires numériques, la visiophonie sur circuits à satellite, et les liaisons internationales à très grande distance, faisant intervenir 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 résultats d'essai de la qualité vocale indiquent que, même en l'absence complète d'écho, 10% ou plus des interlocuteurs peuvent éprouver des difficultés en présence d'un retard de 400 ms. L'accroissement du retard au-delà de cette valeur multipliera les connexions jugées inacceptables, notamment pour les conversations hautement interactives. Mais les Administrations peuvent néanmoins décider de dépasser, à titre exceptionnel, la valeur de 400 ms s'il s'agit d'améliorer la diversité d'acheminement et la capacité de rétablissement de leurs services. L'Annexe A donne des indications quant à l'effet d'une telle décision sur la qualité de service.

### 3 Allocation de temps de transmission

Le temps de transmission devenant une ressource limitée dans les réseaux numériques modernes, il est important de s'efforcer d'en minimiser l'accroissement à l'occasion de l'introduction de nouveaux traitements générateurs de retards.

Les règles d'allocation de temps recommandées ici ne s'appliquent qu'au temps de traitement de l'information et ne concernent pas la composante du temps total de transmission due à la propagation pure. Le temps de propagation est déterminé par la distance et par la vitesse du signal dans les installations de transmission et les gestionnaires des réseaux ne peuvent agir dessus que dans une très faible mesure. Le facteur prédominant est la distance géographique, qui varie beaucoup d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays. D'ailleurs, en pratique, c'est souvent pour des raisons non liées aux performances (économie ou considérations de trafic par exemple), qu'on choisit d'acheminer les communications dans les réseaux nationaux et internationaux sur des liaisons radio ou par satellites, généralement utilisées pour assurer la diversité d'acheminement, et qui représentent un investissement important rendant leur remplacement difficile.

Eu égard aux points précédents, il est recommandé de limiter à 50 ms le temps de traitement unidirectionnel sur chacun des segments nationaux et sur la chaîne internationale de circuits d'une liaison vocale internationale (de Terre ou par satellite). Si le temps total de traitement sur chacun de ces trois segments de la liaison internationale est limité à 50 ms, il sera en général bien inférieur à cette valeur. Par exemple, pour la connexion de référence de la Recommandation G.801 [2] (voir Figure 2/G.801), le temps total de traitement associé aux commutateurs, aux répartiteurs, aux multiplexeurs, etc., sera d'environ 6 ms pour un segment national et de 3 ms pour une chaîne internationale. Il est à noter qu'avec les technologies d'aujourd'hui, les valeurs recommandées peuvent être dépassées, dans un scénario de plus mauvais cas [par exemple, un circuit international très long comportant des équipements numériques de multiplication de circuits (DCME) (*digital circuit multiplication equipment*) et des systèmes sous-marins de transmission par fibres optiques, des systèmes mobiles terrestres publics (PLMS) (*public land mobile system*), etc.].

## 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 dans le cadre de la présente Recommandation, il faut tenir compte du temps de transmission unidirectionnelle aussi bien sur les circuits des segments nationaux de la liaison que sur les circuits internationaux. Le temps de transmission sur les circuits et sur les connexions résulte de l'accumulation de divers éléments, comme par exemple le temps de propagation de groupe dans les câbles et les temps de traitement par les équipements (commutateurs numériques par exemple), etc.

Les valeurs de planification indiquées dans le Tableau A.1 peuvent être utilisées pour évaluer le temps de transmission total de configurations particulières de circuits ou de connexions.

#### A.1 Valeurs de planification du temps de transmission

A titre provisoire, on pourra utiliser les valeurs de planification du Tableau A.1 pour le temps de transmission.

## A.2 Circuits des segments nationaux

Les artères principales du réseau national doivent être constituées 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 le réseau peut être estimé comme suit:

- a) dans un réseau purement analogique, 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 longueur de câbles pupinisés (par exemple, trois couples d'équipements de modulation de voie plus environ 160 km de câbles pupinisés H 88/36). Pour un pays d'étendue moyenne (Figure 2/G.103 [3]), le temps de propagation dans un sens sera inférieur à 18 ms;

- b) dans un réseau mixte analogique et numérique, le temps de transmission peut généralement être estimé par l'expression 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 la numérisation croissante des équipements, le temps de transmission approchera graduellement celui des réseaux purement numériques;
- c) dans un réseau purement numérique 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 centres de 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 un réseau purement numérique entre abonnés (par exemple, un RNIS), le temps donné au point c) doit être augmenté d'une valeur allant 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 retards supplémentaires introduits par les autocommutateurs privés et les réseaux privés.

## A.3 Circuits internationaux

Les circuits internationaux<sup>1)</sup> utiliseront des systèmes à grande vitesse de propagation (câbles terrestres ou faisceau hertzien, câbles sous-marins ou systèmes par satellite, par exemple). Les valeurs de planification indiquées dans le Tableau A.1 peuvent être utilisées.

Compte tenu de la valeur du temps moyen de transmission unidirectionnelle des circuits établis sur des systèmes par satellite à grande altitude, il est souhaitable d'imposer certaines restrictions d'acheminement à leur utilisation. La Recommandation E.171 [4] contient des renseignements détaillés sur ces restrictions.

TABLEAU A.1/G.114

système de transmission ou de traitement	contribution au temps de transmission unidirectionnelle	observations
câble coaxial terrestre ou faisceau hertzien; transmission MRF et numérique	4 µs/km	tient compte du retard dû aux répéteurs et aux régénérateurs
système en câble optique – transmission numérique	5 µs/km (Note 6)	
système sous-marin en câble coaxial	6 µs/km	

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

TABLEAU A.1/G.114 (suite)

système de transmission ou de traitement	contribution au temps de transmission unidirectionnelle	observations
système sous-marin en câble optique: – terminal émetteur; – terminal récepteur.	13 ms 10 ms	situation la moins favorable
système à satellites: – altitude de 1400 km; – altitude de 14 000 km; – altitude de 36 000 km.	12 ms 110 ms 260 ms	propagation dans l'espace seulement (entre stations terriennes)
modulateur ou démodulateur de voies MRF	0,75 ms (Note 1)	la moitié du total des temps de propagation dans les deux sens de transmission
modulateur et démodulateur de voies MRF avec compression-expansion	0,5 ms (Note 2)	
codeur et décodeur MIC (G.712)	0,75 ms (Note 1)	
codec MICDA (G.721, G.726, G.727)	0,25 ms	
transcodage MIC-MICDA-MIC	0,5 ms	
codeur et décodeur LD-CELP (G.728)	2,0 ms	
codeur et décodeur CS-ACELP à 8 kbit/s (G.729)	15 ms (Note 7)	
PLMS (système mobile terrestre public) – objectif 40 ms	80-110 ms	
codeurs et décodeurs selon la série H.260	à étudier (Note 8)	
équipements DCME (G.763) par paire: – avec données en bande vocale non remodulées et signaux vocaux; – avec données en bande vocale remodulées.	30 ms  350 ms	
équipements PCME (G.764) par paire: – avec données en bande vocale non remodulées et signaux vocaux; – avec données en bande vocale remodulées.	35 ms  70 ms	
transmultiplexeur	1,5 ms (Note 3)	
commutateur de transit numérique/numérique	0,45 ms (Note 4)	
commutateur local numérique – analogique/analogique	1,5 ms (Note 4)	
commutateur local numérique – ligne analogique d'abonné/jonction numérique	0,975 ms (Note 4)	
commutateur local numérique - ligne numérique d'abonné/jonction numérique	0,825 ms (Note 4)	
compensateurs d'écho	0,5 ms (Note 5)	
mode ATM (codage CBR utilisant la couche AAL1)	6,0 ms (Note 9)	

## NOTES

- 1 Ces valeurs tiennent compte d'une distorsion du temps de propagation de groupe pour les fréquences du maximum de puissance vocale et d'un retard pour les équipements de multiplexage intermédiaires d'ordre supérieur et pour les équipements de transfert.
- 2 Cette valeur se rapporte à l'équipement MRF conçu pour être utilisé avec un compresseur-expandeur et avec des filtres spéciaux.
- 3 Pour les communications numériques par satellite, où le transmultiplexeur est installé dans la station terrestre, cette valeur peut être portée à 3,3 ms.
- 4 Il s'agit là de valeurs moyennes; selon la charge de trafic, ces valeurs pourront être plus élevées, par exemple de 0,75 ms (1,950 ms, 1,350 ms ou 1,250 ms) avec une probabilité de non-dépassement de 95% (pour plus de détails, voir la Recommandation Q.551).
- 5 Cette valeur est intégrée sur les deux sens de transmission.
- 6 Cette valeur est provisoire et actuellement à l'étude.
- 7 Délai algorithmique seulement. Il y a lieu de noter que le système de codage G.729 introduit un délai total constitué du délai algorithmique (fixe) et du délai de traitement (variable selon les techniques de mise en œuvre). Dans les applications en temps réel, le délai de traitement n'est pas supérieur au délai algorithmique.
- 8 Complément d'étude requis. Pour ces équipements, le délai n'est habituellement pas constant et son étendue de variation dépend de la mise en œuvre. Les réalisations actuelles apportent un délai de plusieurs centaines de millisecondes. Un retard considérable est ajouté aux voies audio afin d'assurer la synchronisation des mouvements des lèvres. Les constructeurs sont appelés à réduire la contribution de leurs équipements au temps de transmission, conformément à la présente Recommandation.
- 9 Il s'agit du délai de formation des cellules constituant le flux à 64 kbit/s lorsque les cellules sont complètement remplies (une seule voie de signaux vocaux par circuit virtuel). Dans les applications concrètes, un délai supplémentaire en résultera, dû par exemple à la détection et à la mémorisation des pertes de cellules. D'autres délais pourront s'appliquer à d'autres couches AAL et à d'autres configurations de mappage de cellules. Ils feront l'objet d'études complémentaires.

## Annexe B

### Problèmes posés par les retards importants aux circuits téléphoniques, visiophoniques et de vidéoconférence

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

#### B.1 Introduction

Lorsqu'une connexion internationale (voir Figure 1/G.103) fait intervenir des câbles sous-marins, le temps de propagation maximal dans un sens peut atteindre environ 170 ms.

Dans une connexion par satellite à un seul bond, même comprenant une liaison intersatellites (ISL) (*inter-satellite link*) de longueur moyenne, le temps de propagation unidirectionnelle ne dépasse pas la limite recommandée de 400 ms. Mais une analyse approfondie des retards supplémentaires probables introduits notamment 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'amélioration 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 de conception récente, il est important de comprendre également l'effet du retard hors écho sur les communications. La présente annexe traite de cette question.

Les circuits 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 sur la qualité des communications en l'absence d'écho.

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

### B.2.1 Effets des annuleurs d'écho

En 1987 une série d'essais a été réalisée, visant à déterminer l'efficacité des systèmes d'annulation d'écho sur les circuits de Terre et les circuits à satellite, avec des annuleurs d'écho conformes à la Recommandation G.165 [13] et selon la procédure d'interrogation après communication définie à l'Annexe A/P.82 [14]. Les détails de ces recherches ont été communiqués dans le document de référence [15] et la Figure B.1 en résume les résultats: le pourcentage de difficulté est représenté en fonction du temps de transmission unidirectionnelle. Une valeur de 45 ms sur un circuit de Terre a été prise comme référence, et on a évalué l'effet de l'accroissement du retard à 300 et à 500 ms sur les circuits de Terre et les liaisons par satellite.

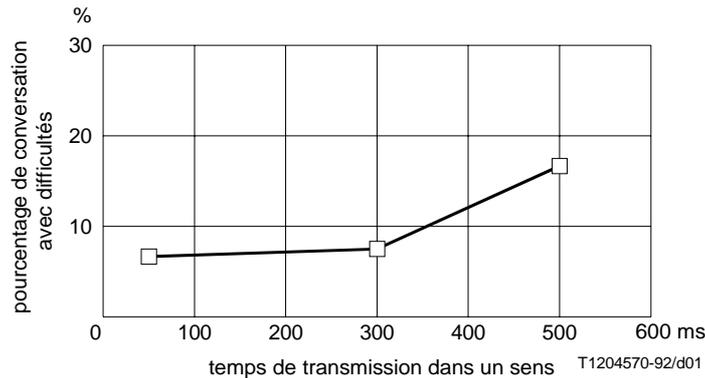


FIGURE B.1/G.114

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

Ces résultats montrent que le taux de difficulté reste sensiblement le même entre 45 et 300 ms. A 500 ms, ce taux est quasiment doublé (de 7,3% à 15,8%), mais cette valeur reste considérablement inférieure aux valeurs de plus de 60% précédemment obtenues avec des supprimeurs d'écho.

Les résultats ci-dessus conduisent à penser qu'il serait possible d'accepter des temps de propagation un peu supérieurs à 400 ms sous réserve d'équiper les circuits d'annuleurs d'écho conformes aux spécifications de la Recommandation G.165 ou 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, une série d'essais subjectifs a été réalisée pour déterminer l'effet du temps de transmission sur les caractéristiques de conversation jugées importantes dans un environnement de type commercial [16]. 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.

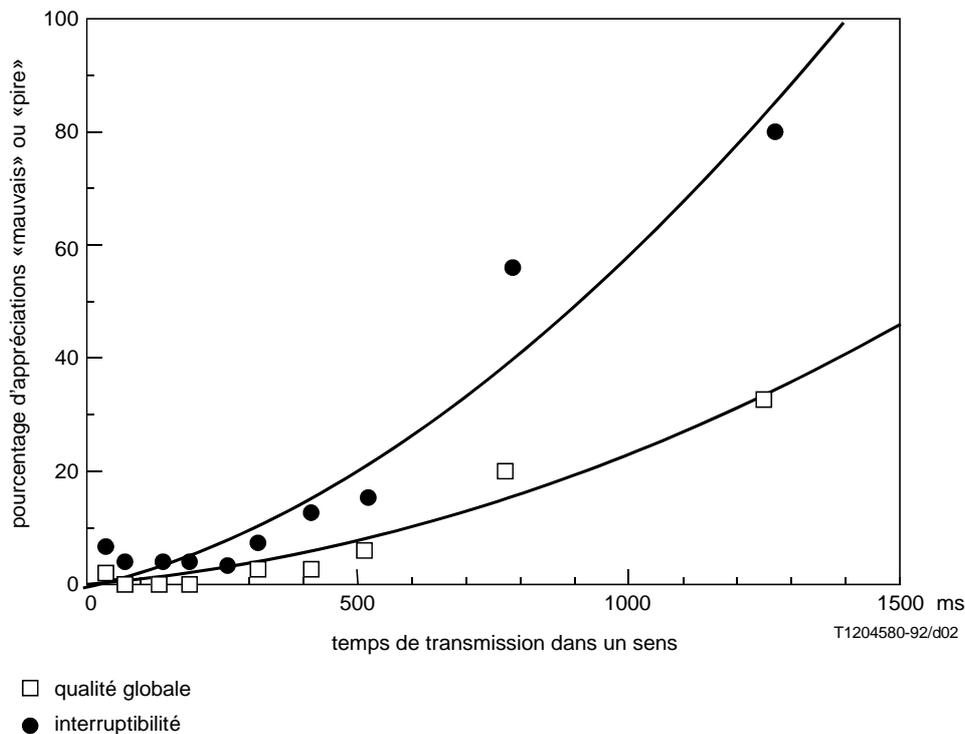


FIGURE B.2/G.114  
**Comparaison des appréciations «mauvais» ou «pire»  
pour la qualité globale et l'interruptibilité**

Un essai subjectif visant à évaluer les effets du temps de transmission proprement dit sur la qualité vocale a été effectué en 1990 [17]. 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 visant à évaluer les effets du temps de transmission proprement dit sur les communications téléphoniques établies par des clients volontaires a été effectué en 1991. Les communications émanant de ces clients passaient par un laboratoire 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 publiées dans [19], [20] et [21]. Les résultats des essais décrits dans [20] sont présentés ci-après.

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.

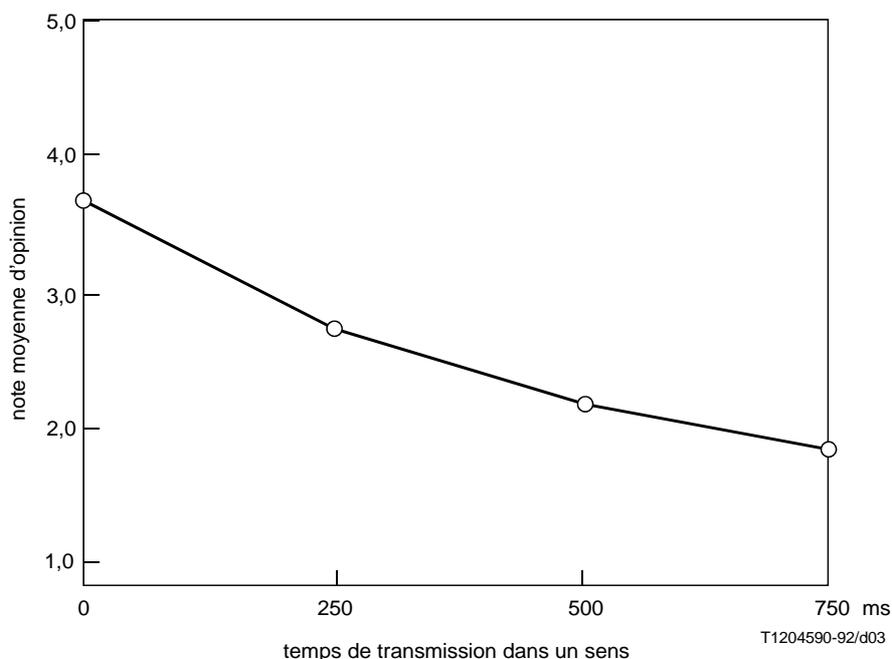


FIGURE B.3/G.114  
Notes moyennes d'opinion (MOS)  
pour les quatre conditions de temps de transmission

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) (*mean opinion scores*) 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

Des essais ont été menés 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 [22].

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.

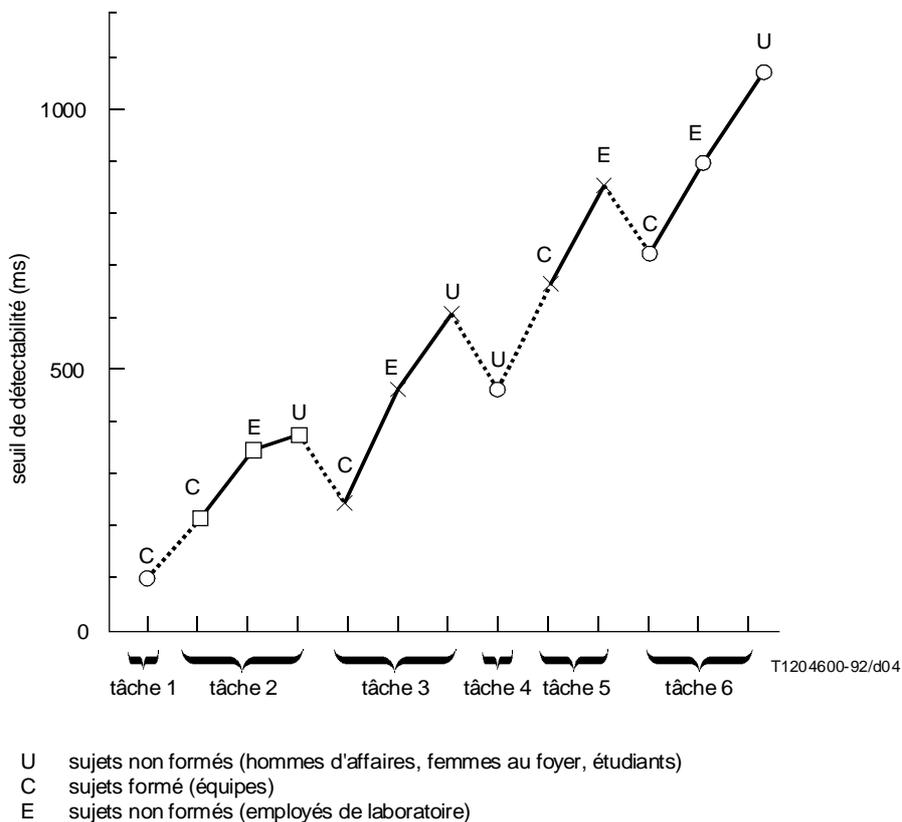


FIGURE B.4/G.114

**Seuils de détectabilité pour divers modes de conversation**

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.

En 1992, une étude a été effectuée pour évaluer l'effet subjectif du temps de transmission de bout en bout dans les communications audiovisuelles [23]. 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 présenté dans [24].

**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.

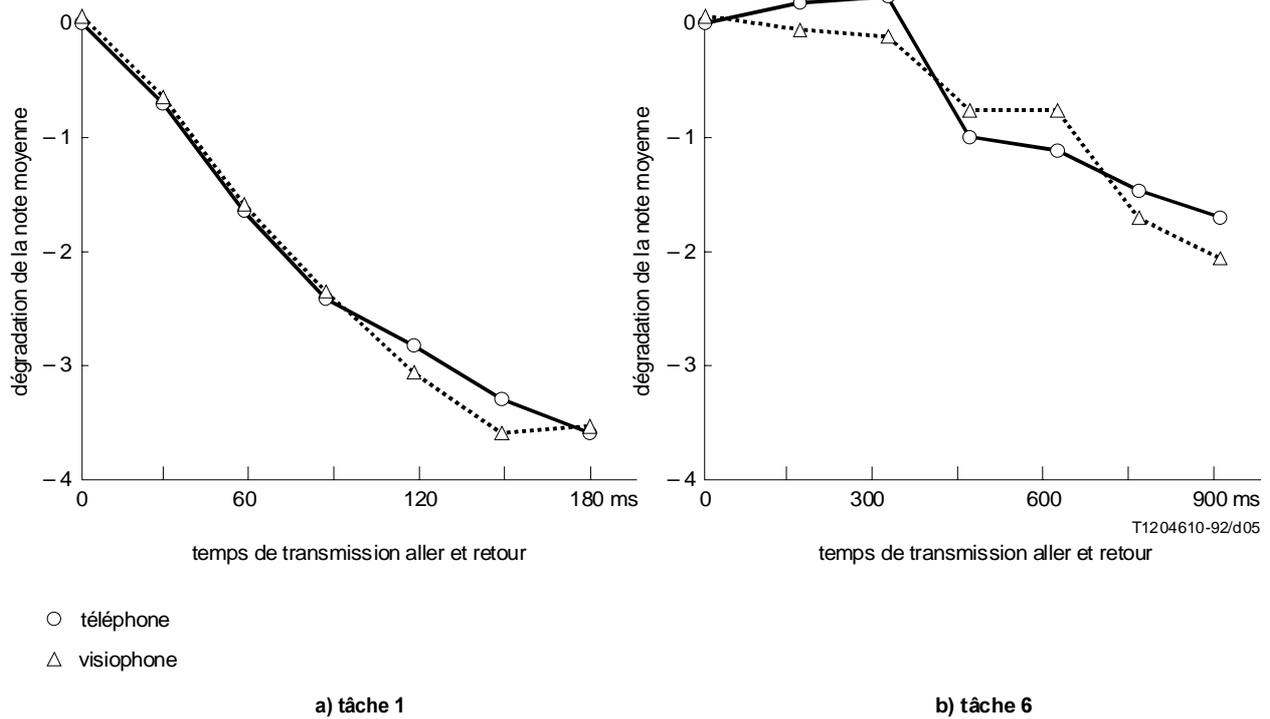


FIGURE B.5/G.114  
Effets du temps de transmission sur la qualité des communications pour le téléphone et le visiophone

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 [20].

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%.

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 G.131 du CCITT (1988), *Stabilité et échos*.
- [2] Recommandation G.801 du CCITT (1988), *Modèles de transmission numérique*.
- [3] Recommandation G.103 du CCITT (1988), *Communications fictives de référence*.
- [4] Recommandation E.171 du CCITT (1988), *Plan d'acheminement téléphonique international*.
- [5] Recommandation G.726 du CCITT (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s*.
- [6] Recommandation G.727 du CCITT (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) imbriqué à 5, 4, 3 et 2 bits par échantillon*.
- [7] Recommandation G.728 du CCITT (1992), *Codage de la parole à 16 kbit/s en utilisant la prédiction linéaire à faible délai avec excitation par code*.
- [8] Recommandation UIT-T G.173 (1993), *Aspects relatifs à la planification de la transmission du service téléphonique dans les réseaux mobiles terrestres publics*.
- [9] Recommandation UIT-T H.261 (1993), *Codec vidéo pour services audiovisuels à  $p \times 64$  kbit/s*.
- [10] Recommandation UIT-T G.763 (1994), *Equipements de multiplication de circuit numérique utilisant la modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (Recommandation G.726) et la concentration numérique de la parole*.
- [11] Recommandation G.764 du CCITT (1990), *Mise en paquets de la parole – Protocole de transmission de la parole par paquets*.
- [12] Recommandation UIT-T Q.551 (1994), *Caractéristiques de transmission des commutateurs numériques*.

- [13] Recommandation UIT-T G.165 (1993), *Annuleurs d'écho*.
- [14] Recommandation P.82 du CCITT (1988), *Méthode d'évaluation du service du point de vue de la qualité de transmission de la parole*.
- [15] CCITT – Contribution COM XII-177 (1987), COMSAT, Etats-Unis.
- [16] CCITT – Contribution tardive D.21 (1989), Bell-Northern Research, Canada.
- [17] CCITT – Contribution COM XII-62 (1990), Bellcore, Etats-Unis.
- [18] CCITT – Contribution tardive D.131 (1992), Bellcore, Etats-Unis.
- [19] CCITT – Contribution COM XII-94 (1991), CSELT, Italie.
- [20] CCITT – Contribution COM XII-85 (1991), NTT, Japon.
- [21] CCITT – Contribution tardive D.80 (1991), Royal PTT, Pays-Bas.
- [22] CCITT – Contribution COM XII-84 (1991), NTT, Japon.
- [23] CCITT – Contribution tardive D.126 (1992), COMSAT, Etats-Unis.
- [24] CCITT – Contribution tardive D.128 (1992), CSELT, Italie.