



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

E.453

(08/94)

**RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE ET RNIS
QUALITÉ DE SERVICE, GESTION DU RÉSEAU
ET INGÉNIERIE DU TRAFIC**

**DÉGRADATION DE LA QUALITÉ
DES IMAGES DE TÉLÉCOPIE EN PRÉSENCE
DE LIGNES D'EXPLORATION ERRONÉES
À CAUSE DE LA TRANSMISSION**

Recommandation UIT-T E.453

(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^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation UIT-T E.453, que l'on doit à la Commission d'études 2 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 12 août 1994 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 1995

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 Définitions.....	2
2.1 Définitions relatives aux erreurs	2
2.2 Transactions d'essai normalisées	2
2.3 Catégories de qualité d'image	2
2.4 Mesures relatives vers la transaction	3
2.5 Mesures relatives aux pages	4
3 Traitement de la répartition des lignes d'exploration erronées.....	4
4 Critères de qualité dépendant du type d'appareil.....	5
5 Remarques.....	5

RÉSUMÉ

Les lignes d'exploration erronées à cause de la transmission forment une des plus importantes dégradations perçues par les clients en mode sans correction d'erreur (voir les Recommandations T.4 et T.30) de la télécopie du groupe 3. La présente Recommandation a pour objet de mettre au point un ensemble de mesures d'évaluation de la qualité de fonctionnement relatives aux lignes d'exploration qui pourront servir à évaluer la qualité des réseaux de transmission en ce qui concerne la télécopie du groupe 3.

Certains critères sont développés pour déterminer si une page reçue par télécopie est exempte d'erreur, erronée ou gravement erronée. Ces critères sont fondés sur le nombre et la répartition des lignes d'exploration erronées. Ils ont été élaborés sur la base d'études relatives à la perception des images de télécopie par la clientèle.

DÉGRADATION DE LA QUALITÉ DES IMAGES DE TÉLÉCOPIÉ EN PRÉSENCE DE LIGNES D'EXPLORATION ERRONÉES À CAUSE DE LA TRANSMISSION

(Genève, 1994)

1 Introduction

Les lignes d'exploration erronées à cause de la transmission forment une des plus importantes dégradations perçues par les clients en mode sans correction d'erreur (voir les Recommandations T.4 et T.30) de la télécopie du groupe 3. La présente Recommandation a pour objet de mettre au point un ensemble de mesures d'évaluation relatives aux lignes d'exploration qui pourront servir à évaluer la qualité des réseaux de transmission en ce qui concerne la télécopie du groupe 3.

Les erreurs de ligne d'exploration se produisent lorsque le train de données du modem en bande vocale est corrompu en cours de transmission, provoquant des erreurs dans les données d'image de télécopie reçues. Le télécopieur de réception peut ne pas être en mesure de décoder les données de ligne d'exploration reçues ou bien ces données peuvent ne pas donner, par décodage, le nombre d'éléments d'image (pixels) nécessaire, 1728 par exemple.

Pour l'évaluation de la qualité de l'image, une ligne d'exploration erronée est une ligne qui ne produit pas une copie identique (par exemple lors de l'impression) à la ligne d'exploration originale (émise).

Le télécopieur de réception peut choisir entre plusieurs stratégies pour traiter les lignes d'exploration erronées:

- a) suppression de la ligne;
- b) impression de la ligne précédente;
- c) impression en blanc;
- d) combinaison des solutions précédentes en présence d'une succession de lignes d'exploration erronées; et
- e) autre forme de masquage d'erreur.

La répartition des lignes d'exploration erronées est le principal facteur lors de la détermination de la qualité de l'image reçue. La stratégie retenue dans la machine réceptrice est un facteur moins important, qui sera encore atténué par les considérations suivantes.

La présente Recommandation contient des mesures de la qualité de transmission des images indépendantes de la stratégie choisie pour traiter les lignes d'exploration erronées. La mise au point de ces mesures a pris appui sur la connaissance des performances des diverses stratégies de masquage d'erreur et sur l'étendue d'application estimée de chaque stratégie. L'objectif était de mettre au point un ensemble cohérent de mesures d'évaluation de la qualité des images et de l'utiliser pour contrôler la qualité de fonctionnement du réseau. Ces mesures présentent un indice de corrélation satisfaisant avec les mesures de qualité pour l'utilisateur, sont assez faciles à mettre en œuvre et conservent leur utilité pour le marché visé.

La présente Recommandation traite en premier lieu le cas des réseaux fixes. Les mesures de qualité de service pour la télécopie dans les réseaux mobiles terrestres publics (RMTP) appellent un complément d'étude.

Les points suivants sont à relever:

- les mesures présentées ici ont surtout été mises au point sur la base de la perception par les clients de l'influence des lignes d'exploration erronées sur des textes en caractères romains ou japonais et sur des informations en caractères numériques arabes, bien que l'on ait pris en considération un ensemble limité de graphes tels que des courbes, les diagrammes camembert et d'autres représentations graphiques. Plusieurs études ponctuelles ont montré que les informations textuelles et numériques étaient susceptibles d'être les données les plus fréquemment émises lors de communications internationales par télécopie;
- on peut élaborer des mesures d'évaluation de qualité des images sur la base de messages de commande HDLC selon la Recommandation T.30, comme les signaux de reconditionnement positif (RTP) (*retrain positive*) ou de reconditionnement négatif (RTN) (*retrain negative*), ainsi que sur la base de messages en mode de correction d'erreur (ECM) (*error correction mode*). Certains problèmes additionnels sont connus, comme la grande étendue des critères de décision pour envoyer les signaux RTP et RTN. Ce point fera l'objet d'une étude complémentaire.

2 Définitions

2.1 Définitions relatives aux erreurs

2.1.1 ligne d'exploration erronée: Ligne dont le train de données reçu ne permet pas de produire (par exemple au moyen du processus de décodage et d'impression) une copie identique (pixel pour pixel) à la ligne d'exploration originale.

L'objet de cette définition est de quantifier les erreurs de transmission dans le contexte du train binaire d'informations de page télécopiée. Exemples de lignes d'exploration erronées:

- 1) ligne dont la représentation codée contient au moins 1 erreur sur les bits;
- 2) ligne dont le code de fin de ligne (EOL) (*end of line*) contient au moins 1 erreur sur les bits;
- 3) ligne qui ne peut pas être décodée correctement pour produire la ligne originale, en raison d'une dégradation quelconque dans une ligne déjà reçue qui a été utilisée comme référence de codage. Ce cas ne peut se produire que dans un codage bidimensionnel (par exemple en codage de READ modifié).

Cette définition ne vise pas à s'appliquer à la dégradation des images due au processus d'impression ou d'affichage. La question de la manipulation des bits de bourrage fera l'objet d'un complément d'étude.

2.1.2 lignes d'exploration erronées consécutives: On considère que des lignes d'exploration erronées apparaissent de façon consécutive lorsque deux lignes d'exploration erronées ou plus sont reçues sans ligne intermédiaire exempte d'erreur. L'apparition de lignes d'exploration erronées est toujours précédée et suivie d'au moins une ligne exempte d'erreur (sauf si le cas se produit au début ou à la fin de la page).

2.1.3 ligne d'exploration erronée isolée: On considère qu'une ligne d'exploration erronée est isolée lorsqu'elle est précédée et suivie par au moins une ligne d'exploration exempte d'erreur (sauf si le cas se produit au début ou à la fin de la page).

2.2 Transactions d'essai normalisées

Les transactions d'essai normalisées ont été définies dans la Recommandation E.456.

2.3 Catégories de qualité d'image

Le présent paragraphe définit la méthode d'acquisition des informations relatives à la répartition des lignes d'exploration erronées sur une page. Il définit également les catégories de qualité d'image à attribuer aux pages reçues afin d'évaluer la qualité de transmission.

Etant donné:

- qu'il existe une paire de machines d'essai émettrice-réceptrice fonctionnant selon le mode nominal et n'ayant aucun problème de compatibilité connu;
- que l'on connaît la vitesse initiale de vérification du conditionnement (TCF) (*training check*) (S_1 , comme définie dans la Recommandation E.452);
- que la transaction d'essai est terminée (toutes les pages ont été reçues),

les définitions suivantes sont applicables.

2.3.1 page exempte d'erreur: Une page est considérée comme exempte d'erreur si elle ne comporte pas de lignes d'exploration erronées et si elle contient toutes les lignes d'exploration de la page originale émise.

Les pages remises en qualité exempte d'erreur conserveront tout leur contenu informationnel d'origine, comme si la télécopie était un processus de codage-transmission-décodage sans perte. Le fournisseur du service de communication n'a rien ajouté ni retranché au contenu informationnel d'origine.

2.3.2 page erronée: Une page est considérée comme erronée si elle possède une ou plusieurs lignes d'exploration erronées mais moins que le nombre requis pour déclarer qu'une page est gravement erronée (voir 2.3.3).

Les pages reçues avec ce niveau de qualité présentent une certaine dégradation de l'image originale mais il est très probable qu'elles garderont leur utilité prévue. Ces pages contiennent quelques erreurs mais, d'après des études subjectives, restent acceptables dans la plupart des applications. Par exemple, une page normale de texte en corps 10 restera lisible et une page de données graphiques apportera les renseignements prévus.

Il existe quelques applications de télécopie, moins fréquentes, qui exigent une qualité d'image exempte d'erreur ou presque afin de rester utiles. Par exemple des textes en caractères de corps très petit ou avec d'autres détails fins, ou des documents juridiques que des erreurs typographiques pourraient rendre inutilisables devant un tribunal. Les planificateurs de réseau qui étudient la qualité de ces applications délicates devront rechercher la catégorie exempte d'erreur pour obtenir une remise utile.

2.3.3 page gravement erronée: Les définitions qui suivent sont applicables à la définition nominale (3,85 lignes/millimètre) telle qu'elle est définie dans la Recommandation T.4.

Une page est considérée comme gravement erronée si elle comporte:

- a) au moins N4 instances de 4 ou plus de 4 lignes d'exploration erronées consécutives; et/ou
- b) au moins un total de NS lignes d'exploration erronées sous forme d'instances isolées ou consécutives; et/ou
- c) au moins N23 instances de lignes d'exploration erronées consécutives avec 2 et/ou 3 lignes consécutives dans chaque instance.

N4, NS et N23 définissent les valeurs de gamme de types d'occurrence de seuil d'une ligne d'exploration erronée (voir le Tableau 1). La valeur qui exprime la répartition des lignes d'exploration erronées correspondantes a été déterminée au moyen d'essais subjectifs.

Les pages reçues avec ce niveau de qualité présentent un écart notable par rapport à la matrice pixels de l'image originale et, sur la base d'études subjectives, sont considérées comme inacceptables. Il est probable qu'elles ne contiennent plus une partie de leurs informations d'origine ou avec des distorsions qui en diminuent notablement l'utilité. Une petite partie des pages peut rester utile, par exemple lorsque l'image d'origine contient beaucoup de données redondantes ou, ce qui est peu probable, lorsque toute la dégradation est confinée à l'espace «blanc».

TABLEAU 1/E.453

Seuils pour une page gravement erronée en définition normale

Critère	La page est gravement erronée si le décompte est au moins égal à
N4	1
NS	12
N23	3
NOTE – Les seuils pour une page gravement erronée en définition supérieure facultative (7,7 lignes/mm) seront ajoutés ultérieurement.	

2.4 Mesures relatives vers la transaction

Communications avec pages exemptes d'erreur:

- C_{EF} est le nombre de transactions effectuées dont les pages ont toutes été exemptes d'erreur;
- cette caractéristique est représentée sous forme de pourcentage de T_C, qui est le nombre de transactions effectuées au cours de l'essai, soit:

$$\%C_{EF} = (C_{EF} / T_C) \times 100$$

Communications avec pages erronées:

- C_E est le nombre de transactions effectuées qui ont comporté une ou plusieurs pages erronées mais non gravement;
- cette caractéristique est représentée sous forme de pourcentage de T_C:

$$\%C_E = (C_E / T_C) \times 100$$

Communications avec pages gravement erronées:

- C_{SE} est le nombre de transactions effectuées au cours desquelles une ou plusieurs pages ont été gravement erronées;
- cette caractéristique est représentée sous forme de pourcentage de T_C:

$$\%C_{SE} = (C_{SE} / T_C) \times 100$$

Lors du transfert de données relatives à la qualité de transmission du réseau, il est souvent nécessaire de définir le pourcentage de communications ne contenant pas de pages gravement erronées. Ce pourcentage C_{NSE} est le complément du pourcentage C_{SE}, c'est-à-dire:

$$\%C_{NSE} = 100 - \%C_{SE}$$

Il convient de noter que le nombre de transactions effectuées (figurant au dénominateur des fractions) détermine l'effectif de l'échantillon et donc l'intervalle de confiance pour ces mesures. Lors des préparatifs pour une série de communications d'essai, il convient d'admettre un certain taux d'échec des transactions. Les transactions ayant échoué doivent être exclues de l'échantillon. Il y a lieu d'augmenter le nombre total de communications d'essai pour obtenir le niveau de confiance souhaité pour la mesure.

2.5 Mesures relatives aux pages

Les mesures relatives aux pages ont des définitions similaires aux mesures relatives aux transactions. Soit N le nombre de pages de la transaction d'essai, la valeur de N étant indiquée dans la Recommandation E.456.

Nombre de pages exemptes d'erreur:

- P_{EF} est le nombre total de pages exemptes d'erreur dans T_C transactions effectuées.
- Ce nombre, représenté en pourcentage de pages dans T_C transactions effectuées, est égal à:

$$\%P_{EF} = [P_{EF} / (N \times T_C)] \times 100$$

Nombre de pages erronées:

- P_E est le nombre total de pages erronées dans T_C transactions effectuées.
- Ce nombre, représenté en pourcentage de pages dans T_C transactions effectuées, est égal à:

$$\%P_E = [P_E / (N \times T_C)] \times 100$$

Nombre de pages gravement erronées:

- P_{SE} est le nombre total de pages gravement erronées dans T_C transactions effectuées.
- Ce nombre, représenté en pourcentage de pages dans T_C transactions effectuées, est égal à:

$$\%P_{SE} = [P_{SE} / (N \times T_C)] \times 100$$

Le pourcentage de pages non gravement erronées, %P_{NSE}, est défini comme étant le complément de %P_{SE}, c'est-à-dire qu'il sera égal à:

$$\%P_{NSE} = 100 - \%P_{SE}$$

3 Traitement de la répartition des lignes d'exploration erronées

Il est reconnu que les erreurs de ligne d'exploration qui affectent un texte (ou d'autres informations pixélisées) sont beaucoup plus importantes que celles qui se produisent dans des espaces vides. Il y a cependant plusieurs points qui militent en faveur de l'évaluation de la qualité des lignes d'exploration sur une page entière.

NOTE – Le terme «page entière» est défini comme étant une zone à peu près superposable à la «zone de reproduction garantie» décrite dans la Recommandation T.4.

- 1) Les résultats de qualité d'image calculés sur la base de pages entières représentent une évaluation prudente étant donné que les clients percevront une qualité meilleure que celle qui est mesurée. Des mesures en limite inférieure comme celles-ci sont utiles pour la surveillance de la qualité de fonctionnement et pour la planification des réseaux.

- 2) Il est possible d'appliquer aux mesures relevées certaines fonctions de pondération afin de prédire la réponse d'un client type. L'application de fonctions de pondération sera significative si les mesures initiales sont fondées sur des pages entières. Le problème des fonctions de pondération est complexe et fera l'objet d'études complémentaires. Les mesures fondées sur des pages entières pourront constituer une base solide pour ces études.
- 3) L'évaluation de la qualité des images est grandement simplifiée si l'on mesure les lignes d'exploration erronées sur une page entière. Il sera plus facile de comparer des résultats d'essais conduits par différentes Administrations utilisant différentes configurations d'essai.

Comme les mires UIT-T actuelles comportent peu d'espaces vides, cette simplification n'est pas susceptible d'avoir beaucoup d'influence sur les résultats. Une application uniforme de ces mesures fournira des données précises, qui pourront servir à évaluer la qualité du réseau.

4 Critères de qualité dépendant du type d'appareil

Des critères sévères, fondés sur des seuils de pages exemptes d'erreur, peuvent imposer une lourde charge de maintenance à des systèmes de commutation et de transmission analogiques et à d'autres dispositifs exposés à des erreurs aléatoires de bas niveau. Il pourra donc être nécessaire de modifier les objectifs en termes de qualité de page de manière à rechercher la catégorie de pages gravement erronées pour certains types d'appareil et certaines topologies des réseaux. Un échelonnement en paliers du tableau d'objectifs permettra cette recherche (voir le Tableau 2).

Les variables E_{Fx}, E_x et S_{Ex} représentent un pourcentage de qualité relative dans différentes catégories, où x indique le numéro de palier. Noter que:

TABLEAU 2/E.453

Structure pour les exigences fonctionnelles

Catégorie de page/transaction	Palier 1	Palier 2
Exempte d'erreur	EF1	EF2
Erronée	E1	E2
Gravement erronée	SE1	SE2

$$E_{Fx} + E_x + S_{Ex} = 100\%$$

et que

$$EF1 > EF2, \quad E1 < E2, \quad SE1 \approx SE2$$

On prévoit qu'aucun dispositif nouveau ne sera assigné au palier 2 et que les dispositifs qui correspondent à ce palier seront retirés lorsque les Administrations responsables le jugeront possible.

Les valeurs numériques de ces objectifs feront l'objet d'un complément d'étude.

5 Remarques

- a) Théoriquement, il faudrait connaître la vitesse du modem pour la transmission des pages. Cela permettrait d'effectuer des comparaisons valides entre réseaux de qualité différente car, pour certaines dégradations, une diminution de la vitesse de transmission du modem de télécopie s'accompagnera d'une diminution des erreurs de ligne d'exploration.

- b) Pour un état de dégradation donné du réseau, la vitesse de modem utilisée pour chaque page (et donc le nombre de pages gravement erronées, erronées et exemptes d'erreur) dépendra de plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer les suivants:
- le nombre d'erreurs sur les bits autorisées dans la séquence de vérification du conditionnement (TCF) lors de diverses négociations dans l'étape B;
 - la stratégie décisionnelle de qualité d'image (IQDS), (*image quality decision strategy*) définie en termes de seuils pour le nombre et la répartition des lignes d'exploration erronées, utilisés par le terminal récepteur de télécopie pour choisir entre les réponses MCF, RTP et RTN. Si l'on utilise de sévères critères de stratégie IQDS, il y aura peut-être moins de pages erronées mais plus de pertes de vitesse dans le modem et réciproquement (voir la Recommandation E.452).
- c) Une étude complémentaire est requise pour définir des méthodes d'évaluation d'image lorsque l'on utilise le mode de correction d'erreur (ECM). La détermination du nombre de pages partielles reçues dans la catégorie «exempte d'erreur», bien qu'apparemment simple à effectuer, nécessite une certaine étude. Dans certaines chaînes de connexion, la première trame de commande HDLC peut contenir des erreurs sans pourtant que la page imprimée (en mode non ECM) soit affectée par des erreurs dans les bits de remplissage pour la préparation de la page. Il semble également intéressant de convertir directement les indications de trames erronées en catégories de type «erronée» et «gravement erronée»; mais cela nécessite un complément d'étude.