

SYSTÈMES DE RADIODIFFUSION DE DONNÉES: QUALITÉ DU SIGNAL ET DU SERVICE, ESSAIS EN SERVICE ET ÉTUDES THÉORIQUES

(Question 29/11, Programme d'études 29C/11)

(1982-1986-1990)

1. Introduction

Des systèmes de radiodiffusion de données utilisant les réseaux de télévision sont déjà mis en œuvre dans différents pays afin d'assurer des services très divers. La qualité de ces services dépend:

- des caractéristiques de la voie de transmission de données,
- de l'effet de ces caractéristiques sur les services prévus.

Pour assurer un service adéquat, il est nécessaire de procéder à des mesures sur les voies de transmission de données et d'élaborer à cet effet des méthodes appropriées.

Dans la suite de ce Rapport, la Partie I a trait à la mesure de la qualité des voies de radiodiffusion pour données numériques, la Partie II à l'incidence du choix de la voie de transmission sur la qualité de service, en ce qui concerne le télétexte*.

PARTIE I

MESURE DE LA QUALITÉ DES VOIES DE RADIODIFFUSION POUR DONNÉES NUMÉRIQUES

1. Généralités

Les paquets de données insérés dans certaines lignes d'un signal vidéo (lignes de données) subissent des dégradations par le bruit et la distorsion, comme le signal vidéo lui-même. Etant donné le caractère numérique d'un signal de données, les effets de ces dégradations sont différents de ceux qui sont causés au signal vidéo analogique et on ne peut pas facilement les calculer à partir de mesures réalisées sur des signaux d'essais de télévision de type classique, comme ceux décrits dans la Recommandation 473 (signaux d'essai d'insertion) [CCIR, 1978-82a].

La qualité d'une voie de données numériques et du circuit d'acquisition de données de son décodeur peut être définie sous la forme du pourcentage de données qui, à la réception, sont perdues ou refusées ou encore acceptées bien que comportant des erreurs. De cette manière, il est possible de définir des facteurs représentant les taux de perte ou d'erreur, dont certains donnent une indication de la qualité de la voie de données et du circuit d'acquisition de données de son décodeur, sans tenir compte de son application; d'autres, par contre, ne sont valables que pour des applications particulières telles que le télétexte.

De plus, les mesures analogiques suivantes peuvent être effectuées sur un signal de données:

- mesure du niveau des données,
- mesures sur les diagrammes en œil,
- mesure de la marge de décodage.

2. Mesures numériques

2.1 Taux de perte sur les paquets de données et taux d'erreur binaire

Les données numériques insérées dans une ligne de données se composent de trois parties:

- la salve de synchronisation des bits;
- le code de trame pour la synchronisation des octets;
- le paquet de données qui diffère selon les systèmes (voir la Recommandation 653).

* Les termes *télétexte* et *vidéographie diffusée* sont actuellement utilisés indifféremment (voir l'Appendice II à la Recommandation 662).

Les deux dégradations qui peuvent se produire dans un paquet de données sont les suivantes [CCIR, 1978-82b, 1986-90]:

- mauvaise interprétation du préfixe, ce qui entraîne la perte de l'ensemble du paquet ou d'une partie de celui-ci ou encore son affectation à une voie de données erronée;
- erreurs dans le bloc de données.

Comme l'adresse de la voie de données est généralement protégée par des techniques spéciales, telles que les codes de Hamming, la probabilité d'affectation d'un paquet à une voie erronée est en général très faible. Le facteur le plus important qui permet de chiffrer la valeur du premier type de dégradation est donc le taux de perte des paquets. Si ceux-ci ne contiennent pas de description du format, ils peuvent être soit complètement perdus, soit conservés en totalité. Dans ce cas, le taux de perte des paquets peut être défini simplement comme étant le pourcentage de paquets transmis n'ayant pas été reçus. Par contre, lorsque le préfixe contient une description du format, une mauvaise interprétation de cette description peut entraîner la perte partielle des données ou la lecture incorrecte de données inexistantes. On n'a pas encore proposé de méthodes de mesure dans ce cas plus complexe.

Le second type de dégradation (erreurs dans le bloc de données) est essentiellement caractérisé par le taux d'erreur binaire, défini comme le pourcentage de bits *reçus** entachés d'erreurs. Lorsqu'on veut définir une stratégie de corrections des erreurs, il peut également être utile de connaître leurs propriétés statistiques (par exemple, la probabilité d'erreurs consécutives ou leur répartition dans la ligne de données).

2.2 Mesures sur des séquences de données particulières

Pour étudier certains phénomènes, il peut être intéressant d'utiliser des séquences fixes de données, choisies de manière à être particulièrement sensibles aux distorsions introduites par le système soumis à la mesure. On peut citer comme exemple, la séquence d'essai d'horloge (clock cracker) qui est une séquence comprenant le plus grand nombre de fois possible l'intervalle maximal entre transitions. Ce signal est utilisé pour vérifier un type de circuit de reconstitution du rythme utilisant toute la séquence de données et non pas uniquement la salve de synchronisation des bits. Ce signal est également utilisé pour mesurer les niveaux de données [Croll, 1977].

Un autre exemple est celui d'une séquence de données constituée d'octets dont chacun contient un bit de parité. On peut ainsi mesurer la qualité des voies de données radiodiffusées, au niveau des octets. Il est également possible d'évaluer sommairement la répartition des erreurs qui peuvent se présenter sous forme aléatoire, ou se concentrer dans les octets correspondant à une configuration de bits particulièrement sensible au brouillage entre symboles.

Dans le doc. [Cominetti et autres, 1976], on décrit des mesures de différents taux d'erreur et de perte sur des signaux de télétexte classiques et spécialement protégés (biphase). Ces caractéristiques peuvent également être calculées en utilisant un modèle mathématique complet [Vardo, 1977; Cominetti et autres, 1978].

3. Mesures analogiques

On trouvera à l'Appendice I une liste des caractéristiques analogiques relatives aux mesures des niveaux et aux diagrammes en œil des signaux de données.

4. Signaux de données d'essais

Divers signaux de données d'essais ont été définis pour les mesures numériques et analogiques.

Séquences pseudo-aléatoires: ces séquences sont utilisées pour la mesure du taux d'erreur binaire et du taux de perte sur les paquets, ainsi que pour l'affichage du diagramme en œil [Dublet, 1977; Noirel, 1978].

* En cas de perte d'un bloc de données, les bits contenus ne sont pas pris en compte dans la détermination du taux d'erreur binaire.

Séquences fixes de données: on utilise ces signaux pour différentes mesures. On peut citer, comme exemple, la séquence décrite dans [Cominetti et autres, 1976] pour la mesure de différents types de taux d'erreur et de taux de perte. Un autre exemple est la séquence d'essai d'horloge. Il s'agit d'une ligne de données comprenant, le plus souvent possible, la distance maximale entre transitions. On l'utilise pour vérifier le circuit de reconstitution du rythme dans le récepteur et pour mesurer les niveaux de données [Croll, 1977; CCIR, 1978-82c, d].

Signal impulsion et barre de données: ce signal est constitué d'une impulsion positive isolée suivie par une barre de données (série de 1) contenant une impulsion négative isolée. On l'utilise pour obtenir un diagramme en forme d'œil, par superposition des deux impulsions, pour la mesure des niveaux de données et pour calculer théoriquement le diagramme en œil en présence de distorsions purement linéaires [Croll, 1977].

Séquence d'essai combinée: il s'agit de la combinaison d'un signal de synchronisation d'horloge, d'un signal impulsion et barre de données et d'une séquence fixe de données comprenant tous les mots de 7 bits possibles, l'ensemble constituant une demi-ligne d'essai à insérer dans un intervalle de suppression de trame sur deux, l'autre intervalle portant le même signal inversé [Holder, 1977].

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COMINETTI, M., D'AMATO, P. et STROPPIANA, M. [1978] Teletext: considerazioni teoriche sulla scelta del tipo di codifica e della velocità di trasmissione. *Elettronica e Telecomunicazioni*, 4.
- COMINETTI, M., D'AMATO, P. et ZETTI, G. [septembre 1976] Piano di sperimentazione del Laboratorio Ricerche della RAI per i sistemi di trasmissione Teletext. Tavola Rotonda AEI, Trasmissione di informazioni scritte visualizzate su ricevitori televisivi - Sorrento, Italie.
- ROLL, M. G. [1977] Ceefax measurement techniques. BBC Research Department Report 1977/6.
- DUBLET, G. [avril-mai 1977] Les mesures de taux d'erreur en diffusion de données par paquets. *Radiodif.-Télév.*, 49.
- HOLDER, J. E. [juillet 1977] Measurement of the transmission distortion of the Teletext signal. SERT symposium on electronic measurement and instrumentation.
- NOIREL, Y. [juillet 1978] DIDON, mesure de la qualité du signal de données. CCETT RSI/T/07/78.
- VARDO, J. C. [1977] Effet des distorsions en diffusion de données. Première partie: Etude théorique. *Radiodif.-Télév.*, 49.

Documents du CCIR

- [1978-82]: a. 11/8 (UER); b. 11/2 (UER); c. 11/11 (Allemagne (Rép. fédérale d'));
d. 11/53 (Royaume-Uni).
- [1986-90]; GTIM 10-11/5-65 (UER).

APPENDICE I A LA PARTIE I

DÉFINITIONS DES CARACTÉRISTIQUES PROPOSÉES POUR LE SIGNAL DE DONNÉES

1. *Niveau zéro*: niveau produit par une suite continue d'impulsions zéro.
2. *Niveau un*: niveau produit par une suite continue d'impulsions un.
3. *Niveau moyen*: niveau à mi-chemin entre le niveau zéro et le niveau un.
4. *Amplitude de base*: différence entre le niveau zéro et le niveau un.
5. *Suroscillation des zéros*: valeur du dépassement du niveau zéro par les crêtes du signal.
6. *Suroscillation des uns*: valeur du dépassement du niveau un par les crêtes du signal.
7. *Amplitude crête-à-crête*: somme de l'amplitude de base, de la suroscillation des zéros et de la suroscillation des uns.
8. *Hauteur de l'œil*: dans un signal de données exempt de bruit, la hauteur de l'œil indique la plus petite différence susceptible d'exister entre une impulsion zéro et une impulsion un, sur toutes les positions d'échantillonnage du signal. Elle s'exprime proportionnellement à l'amplitude de base. (En pratique, les positions d'échantillonnage dépendent du type d'horloge utilisé qui doit être indiqué.)

9. *Marge de décodage*: dans un signal de données codé en non-retour à zéro (NRZ), la marge de décodage indique la plus grande différence entre des niveaux extrêmes de décision pour un taux d'erreur binaire donné, lorsque les échantillons du signal sont pris par référence à la salve de synchronisation des bits, à des instants régulièrement espacés et à une fréquence égale à celle du débit binaire. Elle s'exprime proportionnellement à une amplitude de base spécifiée.
10. *Largeur de l'œil*: dans un signal de données exempt de bruit, la largeur de l'œil est l'intervalle sur lequel on obtient des données exactes en comparant le signal avec un niveau de décision spécifié. Elle s'exprime proportionnellement à la durée d'un bit.
11. *Gigue proportionnelle*: dans un signal de données exempt de bruit, la gigue proportionnelle, à un niveau de décision donné, est la proportion de la durée d'un bit qui n'est pas occupée par la largeur de l'œil.
12. *Seuil de décodage*: ce terme s'applique à un terminal qui accepte en entrée un signal de données et qui fournit en sortie des caractères principalement destinés à l'affichage. Pour une dégradation donnée d'un signal d'entrée particulier, le seuil de décodage est la plus petite valeur acceptable de la marge de décodage du signal d'entrée pour un taux défini d'échec dans la reconnaissance des caractères.

PARTIE II

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DU SERVICE DE TÉLÉTEXTE

1. Introduction

Dans un service de télétexte, la qualité de l'image est un paramètre aussi important que pour la télévision. Toutefois, il convient de souligner que les méthodes d'évaluation et les critères décrits dans la Recommandation 500, «Méthode d'évaluation subjective de la qualité des images de télévision», ne couvrent pas tous les aspects de l'évaluation de la qualité de l'image de télétexte. Des données pertinentes sur la qualité subjective des images alphanumériques et graphiques se trouvent aussi dans l'Annexe VI au Rapport 405 [CCIR, 1978-82a].

Jusqu'ici c'est l'influence des erreurs (apparaissant dans la transmission télétexte) sur la qualité de l'image qui a retenu la plus grande attention. Dans le présent Rapport, on appellera provisoirement cet aspect «conformité». On peut donc prévoir que l'évaluation globale prendra de l'importance, à mesure que les services de télétexte seront mis en œuvre. Cette évaluation globale portera également sur l'utilité des moyens typographiques du système et sur la performance de visualisation du récepteur; elle fera appel aux propriétés de l'œil et de l'esprit humain. Il faut continuer à étudier l'effet qu'exercent ces principes sur les caractères produits par des systèmes autres que le système de la matrice de points.

Le texte ci-après étudie de manière didactique les différents facteurs techniques qui influent sur la qualité de l'image. L'accès à l'information, aspect important de la qualité d'un service de télétexte, est traité brièvement, à partir d'études menées par l'UER [CCIR, 1978-82b].

Le doc. [CCETT, 1981] propose un grand choix de critères et suggère de compléter les mesures objectives par des évaluations subjectives.

2. Caractéristiques de la qualité de l'image

On peut établir une liste provisoire des caractéristiques de l'image:

- moyens typographiques fournis par le système,
- qualité de visualisation offerte par le dispositif de visualisation,
- «conformité» de l'image reçue et visualisée par le récepteur, par rapport à l'image qui serait visualisée par le même récepteur, en l'absence d'erreurs dans le train de bits reçu (par exemple, on ne trouve pas d'erreur sur les bits une fois que le processus d'acquisition des données est terminé).

Cette classification pourrait convenir s'il s'agit d'analyser les causes techniques d'un défaut de qualité ou encore les limites possibles de la qualité.

Il sera peut-être difficile de dégager les caractéristiques, mais «les moyens typographiques» sont censés correspondre aux éléments suivants: jeux de caractères, moyens graphiques, attributs de visualisation et fonctions de mise en page qui sont indiqués dans la spécification du système. La «qualité de visualisation» est censée indiquer l'influence des circuits de production et de visualisation des images et du tube image du récepteur, alors que la «conformité» indiquera l'influence de la transmission, de la protection contre les erreurs et les processus de codage/décodage.

Une autre classification pourrait être appropriée lorsqu'on fait une évaluation globale de la qualité de l'image dans des essais d'observation et qu'on ne cherche pas particulièrement à faire la distinction entre les différentes causes qui se traduisent par certains effets. Dans ce cas, on pourrait choisir des propriétés telles que la lisibilité, la rapidité de lecture et le confort visuel. Ce type d'évaluation est décrit dans [CCIR, 1978-82a, c].

2.1 *Moyens typographiques fournis par le système*

En général, une spécification du télétexte indique en détail les moyens disponibles qui permettent de composer le message à transmettre. Parmi ces moyens importants, on peut citer:

- le répertoire de caractère,
- le format de visualisation, c'est-à-dire le nombre de rangées disponibles sur une page et le nombre maximal de caractères par rangée,
- les modes de visualisation, par exemple, visualisation normale, par cases ou mixte,
- les attributs de visualisation, par exemple, la couleur du fond, la dimension des caractères et le clignotement, et la façon de les utiliser.

Dans le cas des systèmes qui ont recours aux principes de codage géométriques ou photographiques, on peut définir d'autres caractéristiques importantes.

A noter qu'un service n'utilisera pas nécessairement tous les moyens disponibles. De plus, il se peut que les récepteurs actuels ne soient pas en mesure d'exploiter pleinement toutes les possibilités des messages transmis. Ces récepteurs devraient pouvoir se replier sur un moyen approprié de remplacement ou l'éditeur devrait fournir une substitution.

2.2 *Dépendance entre la qualité de l'image et les propriétés du dispositif de visualisation*

2.2.1 *Généralités*

On pourrait mesurer certains paramètres techniques tels que la dimension des caractères, le niveau de luminance, la résolution, etc., en plaçant des instruments appropriés à l'avant du tube image.

En faisant appel à des observateurs, on pourrait mesurer la performance, en se fondant sur des méthodes psychophysiques qui évaluent des aspects tels que l'identification des stimuli représentatifs et la vitesse de lecture. Ces mesures sont absolues, en ce sens que la performance n'est pas comparée avec la performance d'un dispositif de visualisation de référence mais on peut utiliser la méthode pour comparer les dispositifs de visualisation. Il faut employer des pages d'essai appropriées et contrôler les conditions d'observation.

Le télétexte est parfois visionné dans des conditions différentes de celles qui s'appliquent à la télévision. L'image est, elle aussi, différente et il faudrait peut-être réviser les conditions d'observation spécifiées dans la Recommandation 500 si l'on prévoit de les appliquer au télétexte [CCIR, 1978-82a, c]. Il s'agit à la fois des conditions ambiantes, telles que la distance d'observation et l'éclairage de la salle, et des conditions du dispositif de visualisation proprement dit, telles que la luminance des parties actives et inactives de l'écran.

2.2.2 *Facteurs techniques importants*

Compte tenu des formats de visualisation définis en Europe (24 ou 25 rangées par page et 40 caractères par rangée), il est possible de reproduire la plupart des caractères alphanumériques avec une résolution satisfaisante, de façon qu'ils puissent facilement être identifiés par l'observateur.

En outre, la qualité de la visualisation est influencée par plusieurs facteurs, dont certains sont indiqués ci-après:

- résolution de la matrice des caractères et police de caractères,
- stabilité de la visualisation du télétexte lorsqu'on reçoit un signal de télévision affecté de bruit,
- utilisation d'un balayage non entrelacé, d'origine interne, en vue d'éliminer le papillotement dans la visualisation du télétexte,

- utilisation d'une technique de lissage des caractères afin d'améliorer leur forme (cette technique ne peut toutefois être mise en œuvre qu'avec un balayage de télévision conventionnel ou en faisant appel à des récepteurs spéciaux, par exemple conçus pour offrir une visualisation de télévision de qualité compatible mais plus élevée, sans papillotement d'entrelacement),
- utilisation de signaux RVB à plusieurs niveaux dans la représentation des caractères,
- espacement variable des caractères.

2.3 Conformité de l'image

2.3.1 Classification des défauts de conformité

Les erreurs de transmission donnent lieu à plusieurs formes de défauts de conformité. La nature des défauts et leur fréquence d'occurrence dépendent de plusieurs facteurs.

Il y a une relation complexe entre la gravité relative des défauts et le contenu de la page (par exemple, texte ou éléments graphiques) et sa composition. Une étude exhaustive est donc difficile. Lorsqu'on cherche à énumérer les divers défauts susceptibles d'affecter les pages contenant un texte, on obtient les résultats suivants:

Défauts de mise en page:

- perte de page,
- interférence de page,
- page incomplète,
- perte de rangée,
- interférence de rangée,
- rangée incomplète,
- rangée déplacée,
- chaîne de caractères déplacée.

Défauts de visualisation:

- visualisation incorrecte des caractères (caractère faux ou espace en blanc),
- visualisation des symboles d'erreur,
- attributs de visualisation incorrects*.

Pour les éléments graphiques en mosaïque, il serait utile de décrire les défauts de conformité en d'autres termes. Les images en code alphagométrique ou alphaphotographique exigeraient l'utilisation d'un nouvel ensemble de termes.

Pour les pages de texte et là où il y a une certaine redondance, c'est-à-dire lorsque le message peut être compris même si certains caractères isolés (lettres) sont manquants ou incorrects, les défauts les plus graves sont ceux de la mise en page, car ils peuvent aboutir à la perte de nombreux caractères contigus. Pour les pages où il n'y a pas de redondance dans le message, par exemple lorsqu'une page contient un tableau donnant des valeurs numériques, la visualisation incorrecte des caractères est une forme de défaut très grave.

2.3.2 Facteurs influant sur la conformité

La distorsion de la forme du signal au cours du processus de transmission et le brouillage par d'autres sources se traduisent par des erreurs sur les bits à la sortie des circuits de saisie de données dans le récepteur. Les caractéristiques d'erreur déterminent la qualité de la voie de données. Une qualité insuffisante de cette voie entraîne une dégradation de la conformité, mais le degré de dégradation dépend aussi du format de transmission, du schéma de codage et des mesures prises pour la protection contre les erreurs, qu'il s'agisse de la partie émission ou de la partie réception.

2.3.2.1 Qualité de la voie de données

La qualité de la voie de données numériques est exprimée, en général, par son taux de perte moyen sur les blocs de données et par le taux d'erreur binaire moyen dans les blocs reçus. La mesure et la spécification de la qualité sont décrites dans la Partie I du présent Rapport et dans le doc. [CCIR, 1978-82d].

* Certains attributs incorrects de dimension des caractères sont susceptibles d'engendrer des défauts de mise en page.

L'expérience montre que les erreurs peuvent dépendre de la configuration de bits à l'intérieur du bloc de données [IRT, 1980]. Les taux d'erreur binaire moyens et les taux de perte moyens sur les blocs de données ne permettent donc pas toujours d'évaluer de façon précise la qualité de fonctionnement d'un récepteur connecté à la voie. Les erreurs observées dépendent aussi de la conception des circuits de saisie de données et la qualité de fonctionnement évaluée avec un type de récepteur ou d'appareil de mesure ne permet donc pas toujours de prévoir la qualité de fonctionnement d'un autre type de récepteur. [IRT, 1980 et RAI, 1979] montrent que les avantages relatifs des différents modèles dépendent du type de distorsion qui prévaut sur la forme d'onde.

Ces caractéristiques de la voie de données, imputables aux circuits d'acquisition de données du récepteur et précédant les circuits de traitement du récepteur, ont été prises en considération lorsqu'on a établi des pages d'essai pour l'évaluation de la conformité (voir le § 2.3.3.2).

2.3.2.2 *Format de transmission et schémas de codage*

On utilise actuellement deux types fondamentaux de format de transmission.

Dans le type de format fixe, il existe une relation prédéterminée entre le format de transmission (c'est-à-dire les positions des codes de caractère sur une ligne de données de télévision), une position de la mémoire de page du décodeur, et pour le décodage au niveau 1, le format de visualisation (c'est-à-dire la position des caractères correspondants dans les rangées de texte). Pour les systèmes de format fixe avec «décodage de niveau 2» et lorsque la complexité des informations l'exige, des informations qui s'ajoutent à la version «niveau 1» de la page sont transmises avec des adresses de paquets correspondant aux rangées qui ne sont pas visualisées («rangées fantômes»). Le principe du format fixe est maintenu, en ce sens que les adresses pour les informations complémentaires et les données des caractères associés sont liées au format de transmission.

Dans les systèmes de format variable, les informations sont représentées par un seul train de données, significatif en soi (ce sont les codes eux-mêmes qui définissent s'ils sont «espaçants» ou «non espaçants»), où la séparation entre les rangées est donnée par un code particulier (séquence). Un système de format variable permet une compression des informations transmises.

Les systèmes de télétexte actuels et les variantes proposées utilisent des codes à 7 bits ou 14 bits pour décrire le jeu alphanumérique dans les systèmes de format variable. Le jeu mosaïque et le jeu alphanumérique supplémentaire sont obtenus grâce à des techniques d'extension de code du vidéotex. Dans les systèmes de format fixe, on utilise des techniques spéciales mais apparentées, dont certaines sont indiquées ci-dessus.

Les systèmes de format variable sont quelquefois considérés comme plus sensibles aux défauts de mise en page que les systèmes de format fixe, qui dépendent de la synchronisation assurée par les signaux de synchronisation de télévision. Les méthodes du format fixe et du format variable permettent cependant d'utiliser des moyens particuliers pour la correction des erreurs par redondance, apparemment au détriment, dans une certaine mesure, du rendement de la transmission.

On a acquis une expérience de la transmission dans le système à format fixe fonctionnant au «niveau 2». On a effectué une analyse qui montre qu'on ne perd rien en robustesse par comparaison avec le fonctionnement au «niveau 1» [CCIR, 1978-82e].

On a acquis de l'expérience avec un système à format fixe pour le texte, y compris les idéogrammes, en utilisant un codage photographique. Des essais en vraie grandeur et en laboratoire d'un système de deuxième génération employant un codage alpha-JCDR-photographique ont fait apparaître peu de différences entre les formats de transmission fixe et variable. Le format variable a été adopté en raison de sa souplesse [CCIR, 1982-86].

2.3.2.3 *Mesures de protection contre les erreurs (voir le Rapport 1210)*

2.3.3 *Evaluation de la conformité*

2.3.3.1 *Simulation par ordinateur*

Dans des conditions données, on peut étudier la conformité au moyen de méthodes de simulation. Ainsi, pour un système spécifié, on peut statistiquement calculer la conformité sous la forme des probabilités relatives d'occurrence des différents défauts, compte tenu de la protection contre les erreurs, des caractéristiques de la voie de données et de la page.

La simulation devrait être une méthode efficace aussi bien pour optimiser les moyens de protéger un système ou un récepteur contre les erreurs que pour évaluer la conformité que l'on obtiendrait dans certaines conditions.

Comme on l'a vu au § 2.3.2.1, l'expérience montre qu'il peut être difficile de spécifier, sous la forme requise par le modèle de simulation, la qualité d'une voie de données.

2.3.3.2 *Pages d'essai pour évaluation de la conformité*

On peut utiliser des pages d'essai quand la simulation est impossible ou quand il faut vérifier la fidélité d'une simulation. Outre les pages à employer dans ce dernier cas, on peut utiliser les deux types de pages indiqués ci-après.

2.3.3.2.1 *Pages d'essai pour évaluation de la qualité d'une voie de données*

Il convient normalement de mesurer la qualité en appliquant les méthodes décrites dans la Partie I de ce Rapport. Lorsque l'on ne dispose pas d'instruments et de signaux de mesure spéciaux, on peut évaluer en gros le taux d'erreur binaire en observant une page d'essai. Le contenu de cette page doit être tel qu'il n'y ait que peu de risques de défauts dans la mise en page et les attributs de visualisation, ce qui signifie que la page ne doit contenir que des caractères de la série GO. En ce qui concerne les systèmes à format variable, il faut peut-être prendre soin d'éviter les codes et les séquences de codes qu'un algorithme particulier pourrait décoder, quand se produisent des erreurs sur les bits, comme s'il s'agissait d'une fonction de commande. On peut aussi interdire l'emploi de l'algorithme pendant l'évaluation.

La composition de la page doit être telle que les erreurs soient facilement visibles.

Il peut être intéressant d'inclure les séquences de caractères qui sont probablement les plus critiques du point de vue des caractéristiques des circuits de saisie de données et des types observés de distorsion du signal. On peut dire d'une telle page qu'elle est critique en ce qui concerne la distorsion de la forme du signal de données.

2.3.3.2.2 *Pages d'essai pour évaluation de la qualité de service dans les conditions de l'exploitation*

Une page de ce type permet d'évaluer l'influence de la qualité de la voie de données sur la conformité de la page affichée. Elle doit être composée de façon à être plus critique qu'une page normale du point de vue des défauts de mise en page et des attributs de visualisation. Son contenu réel dépendra du système utilisé et des moyens normalement prévus dans ce système pour corriger les erreurs. Elle contiendra en quantité les éléments suivants: caractères accentués, mosaïques, attributs de visualisation et fonctions de mise en page. Pour couvrir tous les points critiques, plusieurs pages peuvent être nécessaires.

Il peut être malaisé de définir des pages d'essai utilisables en commun par des systèmes différents. Il faut, dans ce cas, faire très attention à la composition des pages afin qu'elles se prêtent à l'essai de toute combinaison de conception du décodeur, type de distorsion du signal et schémas de bits particulièrement critiques.

2.3.3.3 *Pages d'essai utilisables à d'autres fins*

Lorsque l'on veut procéder à l'évaluation globale de la qualité de l'image, il faut considérer, non seulement les questions de conformité, mais aussi les éléments typographiques du système et la qualité assurée par le dispositif d'affichage. Il faut que les pages utilisées représentent bien les pages qui conviennent au service assuré ou, pour quelques types d'évaluation, qu'elles soient «critiques» du point de vue de la lisibilité et du confort visuel.

L'utilisateur du service de télétexte demandera les moyens de vérifier le fonctionnement correct de son installation de réception. Pour ce faire, on pourra lui fournir des pages d'essai des types décrits au § 2.3.3.2. Il faudra probablement plus d'une page pour vérifier le bon fonctionnement de tous les organes typographiques du récepteur.

Il faut aussi prévoir des pages d'essai appropriées à l'industrie et à la maintenance.

2.3.3.4 *Méthodes automatiques*

Il semble relativement simple de vérifier la qualité de la réception (c'est-à-dire la qualité de la voie de données) au moyen de méthodes automatiques. Ces méthodes peuvent être fondées sur le contrôle de parité des caractères, sur le total des imperfections relevées au cours de la vérification d'une page ou sur la transmission périodique d'une séquence pseudo-aléatoire de bits ou d'autres signaux spéciaux. Si la détection des erreurs peut s'effectuer au niveau du langage d'affichage et non du langage de transmission, la vérification de la conformité est assurée.

Comme l'observation des pages d'essai est une tâche ardue, les méthodes automatiques peuvent être d'une grande valeur aussi bien pour le service de télétexte public que pour les études techniques.

2.3.3.5 Notes de conformité et critères d'évaluation

Comme on utilise en général la transmission répétitive, on en tire habituellement parti pour assurer la protection contre les erreurs dans les récepteurs. C'est sur cette base que reposent les critères d'évaluation employés jusqu'ici et ceux qui sont proposés ci-dessous. Les critères en question montrent donc que la conformité peut être fonction du temps d'accès.

Lorsque la conformité est évaluée au moyen d'une page d'essai appartenant au second type de pages décrit dans le § 2.3.3.2, il est proposé d'employer quatre notes de conformité, avec les critères associés:

Note 4: aucun défaut après la première acquisition de la page.

Note 3: défauts après la première acquisition de la page, mais qui disparaissent à la deuxième acquisition.

Note 2: défauts après la première acquisition de la page, mais qui disparaissent après plusieurs acquisitions.

Note 1: défauts subsistant après plusieurs acquisitions.

La fiabilité de l'évaluation dépend du nombre de «première acquisition», c'est-à-dire du nombre d'échantillons. La valeur obtenue pour la majorité des échantillons doit être indiquée. En ce qui concerne la note 3, il semblerait qu'il faille, pour faire une bonne évaluation, un plus grand nombre d'échantillons que pour les autres notes.

La note 4 reflète, en quelque sorte, une conformité qui serait considérée par le spectateur comme «à peu près parfaite» ou meilleure encore. La note 3 correspond à une situation où l'on obtient une bonne visualisation aux dépens d'un allongement du temps d'accès, allongement qui pourrait être accepté par certains téléspectateurs. La note 2 correspondrait à une image correcte, obtenue après un temps d'accès qui serait normalement inacceptable, mais qui pourrait être accepté dans certaines applications des décodeurs à mémoires multipages. La note 1 diffère de la note 2 en ce sens que la page affichée ne correspond pas à un bon affichage.

Les critères ne sont pas fondés sur une échelle graduée de dégradations de la conformité. Ils ne sont liés que de très loin au degré de conformité pour la première page acquise, en énonçant le nombre d'acquisitions itératives nécessaires à la disparition des dégradations.

D'autres critères, par exemple [BBC, IBA, IRT, 1975], ont été utilisés dans les essais en exploitation:

Critère A: aucune erreur reçue en 10 s pour la totalité du train de données.

Critère B: pas d'erreur visible dans chacune de trois nouvelles acquisitions consécutives d'une même page.

Critère C: pas d'erreur visible subsistant à la deuxième inscription d'une page.

En général, la satisfaction de ces critères est fonction de la stratégie de codage et elle correspond donc à différents taux d'erreur binaire pour différents systèmes de télétexte. Il est souhaitable d'établir la relation entre les critères d'évaluation de qualité tels que B et C et le taux d'erreur binaire. Une hypothèse concernant le fonctionnement du décodeur de télétexte permettra alors d'établir des limites d'acceptation pour des paramètres tels que la hauteur de l'œil qui permettent de relier la qualité du trajet de transmission au taux d'erreur binaire. Cette relation a été étudiée dans [Lucas, 1976].

3. Différents aspects de l'accès à l'information

La qualité d'information disponible dans un service de télétexte et le temps d'accès à une page donnée sont des facteurs importants. Une mesure fondamentale est celle du temps moyen d'accès, qui correspond à la moitié du produit du nombre de pages dans le cycle de transmission et du temps moyen de transmission par page. Pour trouver le temps moyen d'accès d'un système, il faut prendre comme base de calcul du temps moyen de transmission par page une série représentative de pages. Des études ont été faites [CCETT, 1982] sur l'évaluation du désagrément causé par le temps qui s'écoule entre la demande de l'utilisateur et l'affichage de l'information demandée dans le contexte spécifique du télétexte (vidéographie diffusée). Les premiers résultats montrent, sous réserve de confirmation, qu'un temps d'accès d'environ 12 s est qualifié de «légèrement gênant». En outre, les résultats obtenus se révèlent dépendants du contenu sémantique des écrans.

D'autres études [Treurniet et autres, 1985] ont porté sur la relation entre le temps de réponse du système et divers niveaux de gêne des observateurs. La proportion d'observateurs légèrement gênés ou davantage (A_s) a augmenté comme la racine carrée du temps de réponse observé:

$$A_s = 0,129 \cdot \sqrt{d} + 0,030$$

Les formules correspondantes pour la proportion des observateurs moyennement gênés ou davantage, A_m , et très gênés ou davantage, A_v , sont respectivement les suivantes:

$$A_m = 0,059 \cdot \sqrt{d} - 0,008 \text{ et}$$

$$A_v = 0,020 \cdot \sqrt{d} - 0,030$$

La présence de pages multiples ou d'autres schémas spéciaux de répétition des pages ainsi que l'emploi de mémoires à multipages rendent la tâche plus difficile lorsqu'il s'agit de caractériser le temps d'accès. Un autre facteur est la relation entre la conformité et le temps d'accès, dont il est question au § 2.3.3.5, ce qui signifie que pour un lieu où la réception est mauvaise, le temps d'accès sera plus long que pour un lieu «favorable» situé dans la même zone de service de l'émetteur.

Le système de télétexte B comporte une méthode ergonomique d'accès aux pages permettant une réduction significative du temps d'accès. Ce système offre aussi la possibilité d'inclure dans chaque page des données d'enchaînement d'adresses de page pour d'autres adresses de page. Une rangée supplémentaire pour l'affichage de données est prévue en association avec ces liens. L'éditeur permet l'affichage sur cette rangée d'un message _____ guide-opérateur invitant l'utilisateur à appuyer sur une touche, parmi les quatre touches identifiées sur l'unité de commande. Il suffit d'appuyer sur cette touche pour que la page enchaînée apparaisse sur l'écran au lieu d'avoir à composer sur le clavier le numéro de page entier à trois ou sept chiffres. Dans le cas des décodeurs récepteurs munis d'une mémoire multipage, les pages enchaînées sont saisies automatiquement avec chaque page sélectionnée et peuvent donc être affichées presque immédiatement. Cette fonction est appelée "FASTEXT".

Les résultats des essais en exploitation et des études théoriques sont décrits dans le Rapport 956 (Volume XI - Partie 1, Dubrovnik, 1986).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BBC, IBA, IRT [15-24 avril 1975] Teletext field trials in Bavaria. Peut être obtenu auprès de la BBC ou de l'IBA, Londres.
- CCETT [1981] Evaluation de la qualité technique des services et systèmes de télétexte. Document interne du CCETT, Rennes (France), réf.: LAR/TVT/111/81/CS, CNR/EAS/15/81.
- CCETT [1982] Les temps d'attente en télétexte. Document interne du CCETT, Rennes (France), réf.: NT/CNR/VRE/36/82.
- IRT (Institut für Rundfunktechnik) [1980] Vergleichender Videotext-Absbreitungsversuch mit dem britischen Teletext- und dem französischen Antiope-Verfahren (Comparaison des expériences de propagation vidéotex avec le système de télétexte anglais et le système Antiope français). Technischer Bericht N° 21/80, Munich (Allemagne (République fédérale d')).
- LUCAS, K. [1976] Analysis and rationalization of teletext field trial results. Independent Broadcasting Authority (United Kingdom) E and D Report 116/76.
- RAI [1979] A comparative analysis of strategies used in data and clock recovery circuits (GT V2 159). Document interne de la RAI. Centre de recherches, Turin (Italie).

Documents du CCIR

- [1978-82]: a. 11/217 (GT 11-A); b. 11/237 (UER); c. 11/68 (France); d. 11/325 (République démocratique allemande); e. 11/348 (Royaume-Uni).
- [1982-86]: 11/30 (Japon)