



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

J.188

(07/2002)

SÉRIE J: RÉSEAUX CÂBLÉS ET TRANSMISSION DES
SIGNAUX RADIOPHONIQUES, TÉLÉVISUELS ET
AUTRES SIGNAUX MULTIMÉDIAS

Divers

**Cadre général applicable à un système efficace
de transmission vidéo en parallèle utilisant des
codecs dotés de fonctions de détection de
pannes et d'évaluation de la qualité d'image**

Recommandation UIT-T J.188

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE J
RÉSEAUX CÂBLÉS ET TRANSMISSION DES SIGNAUX RADIOPHONIQUES, TÉLÉVISUELS ET AUTRES
SIGNAUX MULTIMÉDIAS

Recommandations générales	J.1–J.9
Spécifications générales des transmissions radiophoniques analogiques	J.10–J.19
Caractéristiques de fonctionnement des circuits radiophoniques analogiques	J.20–J.29
Équipements et lignes utilisés pour les circuits radiophoniques analogiques	J.30–J.39
Codeurs numériques pour les signaux radiophoniques analogiques	J.40–J.49
Transmission numérique de signaux radiophoniques	J.50–J.59
Circuits de transmission télévisuelle analogique	J.60–J.69
Transmission télévisuelle analogique sur lignes métalliques et interconnexion avec les faisceaux hertziens	J.70–J.79
Transmission numérique des signaux de télévision	J.80–J.89
Services numériques auxiliaires propres aux transmissions télévisuelles	J.90–J.99
Prescriptions et méthodes opérationnelles de transmission télévisuelle	J.100–J.109
Services interactifs pour la distribution de télévision numérique	J.110–J.129
Transport des signaux MPEG-2 sur les réseaux par paquets	J.130–J.139
Mesure de la qualité de service	J.140–J.149
Distribution de la télévision numérique sur les réseaux locaux d'abonnés	J.150–J.159
IPCablecom	J.160–J.179
Divers	J.180–J.199
Application à la télévision numérique interactive	J.200–J.209

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

Recommandation UIT-T J.188

Cadre général applicable à un système efficace de transmission vidéo en parallèle utilisant des codecs dotés de fonctions de détection de pannes et d'évaluation de la qualité d'image

Résumé

Pour les applications de contribution et de distribution primaire de programmes de télévision nécessitant une fiabilité de transmission élevée, on utilise souvent des liaisons de transmission parallèle comportant des codecs, notamment pour la retransmission d'événements importants tels les Jeux olympiques et la Coupe du monde de football. Cette configuration pose toutefois un certain nombre de problèmes, à savoir:

- 1) la liaison de réserve est totalement inutilisée en fonctionnement normal;
- 2) en cas de dérangement affectant la liaison de transmission, le basculement sur la liaison de réserve doit être imperceptible pour ne pas perturber la transmission du programme de télévision;
- 3) de plus, en conditions réelles de transmission de programmes de télévision numériques, on recherche de plus en plus une évaluation objective de la qualité vidéo à la réception.

La présente Recommandation définit en conséquence un cadre général applicable à des méthodes qui apportent des solutions à ces problèmes. Ce cadre permet principalement:

- 1) de diminuer le bruit de codage et d'améliorer la qualité d'image en délivrant un signal qui correspond à la moyenne sur les deux liaisons, lorsque celles-ci fonctionnent normalement (meilleure efficacité);
- 2) de détecter une panne qui se produit sur l'une des deux liaisons par surveillance comparative des deux liaisons (fonctions de détection des dérangements);
- 3) d'évaluer par comparaison la qualité des deux images décodées (fonction d'évaluation automatique de la qualité d'image).

Les appendices contiennent des exemples des méthodes conformes à ce cadre général. Ces méthodes permettent d'améliorer l'efficacité et la fiabilité d'exploitation des liaisons de transmission vidéo en parallèle.

Source

La Recommandation J.188 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 9 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 29 juillet 2002 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

AVANT-PROPOS

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

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude 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 1 de l'AMNT.

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

NOTE

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 2002

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références..... 1
2.1	Références normatives..... 1
2.2	Références informatives 1
3	Termes, définitions et acronymes 1
4	Prescriptions d'utilisateur..... 2
4.1	Amélioration de l'efficacité d'utilisation des liaisons de transmission 2
4.2	Amélioration de la fiabilité par détection en temps réel des dérangements ... 2
4.3	Efficacité d'exploitation et de maintenance par évaluation objective de la qualité des images en utilisant uniquement l'image reçue..... 2
5	Cadre général recommandé 2
5.1	Configuration générale 2
5.2	Description de chaque élément..... 3
5.2.1	Compensation du décalage temporel..... 3
5.2.2	Calcul de la moyenne 3
5.2.3	Détection des dérangements 3
5.2.4	Evaluation de la qualité d'image objective 3
Appendice I – Calcul de la moyenne 4	
I.1	Rappel théorique..... 4
I.2	Méthode du décalage d'image 4
I.2.1	Méthode à décalage spatial..... 4
I.2.2	Méthode à décalage temporel..... 5
Appendice II – Détection et identification des dérangements 6	
II.1	Détection des dérangements 6
II.2	Identification de la liaison perturbée 7
Appendice III – Evaluation du bruit de codage 8	
III.1	Rappel théorique..... 8
III.2	Méthode d'évaluation du rapport SNR 9

Recommandation UIT-T J.188

Cadre général applicable à un système efficace de transmission vidéo en parallèle utilisant des codecs dotés de fonctions de détection de pannes et d'évaluation de la qualité d'image

1 Domaine d'application

La présente Recommandation traite des liaisons de transmission parallèle que l'on utilise souvent pour les applications de contribution et de distribution primaire des programmes de télévision. En particulier, elle traite du cas où les liaisons parallèles comportent des codeurs et des décodeurs à compression de type MPEG-2 par exemple. Le rapport signal/bruit est amélioré car on réduit le bruit de codage avec compression en prenant la moyenne sur les deux liaisons; il en résulte une meilleure efficacité d'utilisation des liaisons. En outre, la détection automatique des dérangements de transmission s'effectue par surveillance comparative des signaux vidéo sur les deux liaisons. De plus, l'évaluation de la qualité de transmission, telle celle qui porte sur le rapport signal/bruit, est rendue possible en utilisant la différence du bruit de codage des deux liaisons. La présente Recommandation préconise l'utilisation de ce cadre général. Les appendices décrivent des exemples de méthodes spécifiques; ces systèmes sont destinés à être utilisés par des organismes tels les entreprises de télécommunication et les opérateurs de systèmes à câbles.

2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document en tant que tel le statut d'une Recommandation.

2.1 Référence normative

- Recommandation UIT-T J.143 (2000), *Prescriptions d'utilisateur relatives aux mesures objectives de la qualité vidéo perçue en télévision numérique par câble.*

2.2 Références informatives

- Recommandation UIT-T J.144 (2001), *Techniques de mesure de la qualité vidéo perçue pour la télévision numérique par câble en présence d'un signal de référence complet.*
- Recommandation UIT-T H.262 (2000), *Technologies de l'information – Codage générique des images animées et du son associé: données vidéo.*
- Recommandation UIT-R BT.800-2 (1995), *Besoins des usagers pour la transmission sur des réseaux de contribution et de distribution primaire des signaux de télévision numérique conformes à la norme 4:2:2 de la Recommandation UIT-R BT.601 (Partie A).*

3 Termes, définitions et acronymes

Dans la présente Recommandation, il n'est pas utilisé de termes ou d'abréviations spéciales.

4 Prescriptions d'utilisateur

Les prescriptions d'utilisateur pour les liaisons de transmission parallèle auxquelles le cadre général défini dans la présente Recommandation doit être conforme, sont les suivantes:

4.1 Amélioration de l'efficacité d'utilisation des liaisons de transmission

La liaison de réserve est pour ainsi dire totalement inutile dans les liaisons de transmission parallèle pendant les périodes de fonctionnement normal, c'est-à-dire la plupart du temps. L'efficacité de l'utilisation d'une liaison de transmission doit être améliorée d'une certaine façon par l'utilisation de la liaison de réserve pendant les périodes de fonctionnement normal.

4.2 Amélioration de la fiabilité par détection en temps réel des dérangements

Il est important, en cas de dérangement, de basculer sur la liaison de réserve le plus rapidement possible afin de réduire le temps pendant lequel la transmission de l'image délivrée est perturbée. En général, les opérateurs surveillent la liaison et basculent sur la liaison de réserve lorsqu'un dérangement apparaît. Il faut réduire la charge de travail des opérateurs et le temps pendant lequel il y a perturbation de la vidéo, en automatisant cette surveillance.

4.3 Efficacité d'exploitation et de maintenance par évaluation objective de la qualité des images en utilisant uniquement l'image reçue

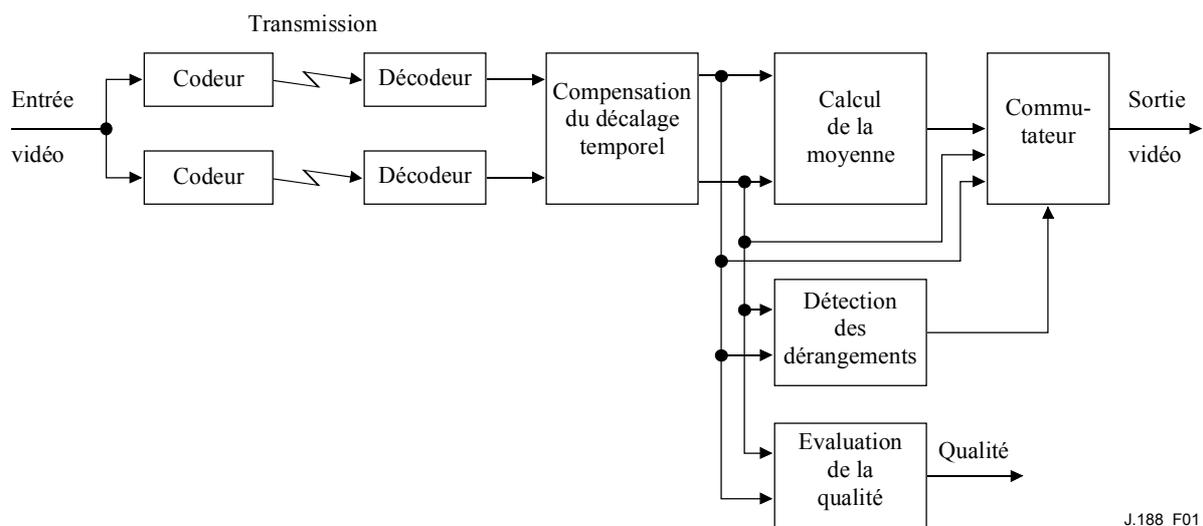
La dégradation due au codage avec compression change en fonction du contenu de l'image même en l'absence d'erreur de transmission. La qualité des images reçues doit être automatiquement surveillée. On se reportera à la Rec. UIT-T J.143.

5 Cadre général recommandé

La présente Recommandation préconise un schéma permettant une transmission parallèle efficace de la télévision.

5.1 Configuration générale

La configuration générale recommandée dans la présente Recommandation en vue de respecter les prescriptions est présentée à la Figure 1.



J.188_F01

Figure 1/J.188 – Configuration générale recommandée

La présente Recommandation suppose la présence de codecs dans chacune des deux liaisons.

Tout d'abord, l'un des deux signaux vidéo reçus est, si nécessaire, retardé afin que les temps de propagation dans les deux liaisons soient les mêmes. On effectue ensuite une moyenne des deux images décodées pour réduire le bruit, ce qui permet une utilisation efficace des liaisons, tandis que les dérangements sont détectés par comparaison des deux images décodées. Un basculement approprié est effectué lorsqu'un dérangement est détecté. En outre, en l'absence d'erreur de transmission, on procède à une évaluation objective de la qualité des images décodées par comparaison des images décodées dans chacune des deux liaisons.

5.2 Description de chaque élément

5.2.1 Compensation du décalage temporel

Pour pouvoir appliquer le cadre général recommandé, il faut que les temps de propagation des deux signaux vidéo soient les mêmes pour pouvoir calculer la moyenne et évaluer la qualité. Il est donc conseillé de disposer d'une unité de compensation du décalage temporel (Figure 1). Cette unité peut procéder par la lecture des codes temporels ou par comparaison des images.

5.2.2 Calcul de la moyenne

L'amélioration de l'efficacité d'utilisation des liaisons parallèles suppose la présence sur chacune des liaisons d'un codeur et d'un décodeur à compression (Figure 2). Il est recommandé de calculer la moyenne des deux signaux vidéo décodés afin d'annuler le bruit de codage et d'obtenir une amélioration du rapport signal/bruit. Pour cela, il est important de réduire la corrélation entre les deux signaux de bruit dus au codage à compression. Parmi les méthodes employées on peut citer la méthode de décalage spatial ou temporel des signaux vidéo, qui est décrite en particulier dans l'Appendice I.

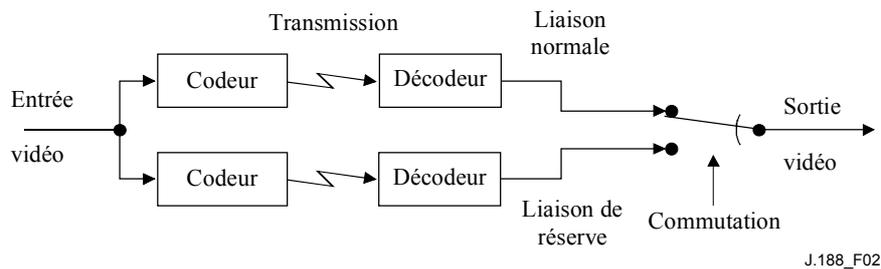


Figure 2/J.188 – Méthode d'amélioration de l'efficacité de transmission

5.2.3 Détection des dérangements

Les liaisons parallèles considérées dans la présente Recommandation permettent la réception simultanée de deux images. Dans le cadre général recommandé, on utilise cette propriété pour faire une détection précise des dérangements par comparaison avec la situation dans laquelle un seul signal est disponible, c'est-à-dire que la détection des dérangements s'effectue par comparaison des deux images reçues. Les techniques spécifiques de détection des dérangements sont décrites dans l'Appendice II.

5.2.4 Evaluation de la qualité d'image objective

L'évaluation de la qualité d'image, tout comme dans le § 5.2.2, suppose la présence d'un codeur à compression et d'un décodeur dans chacune des deux liaisons d'un système parallèle. Il est recommandé d'évaluer la dégradation de la qualité d'image due au codage à compression en utilisant la différence des deux signaux de bruit codés. Le contexte théorique ainsi qu'une méthode d'évaluation spécifique sont décrits dans l'Appendice III.

Appendice I

Calcul de la moyenne

I.1 Rappel théorique

Pour une meilleure efficacité d'utilisation des liaisons parallèles, on peut réduire la corrélation entre les signaux de bruit de codage de deux signaux vidéo décodés afin d'améliorer le rapport signal/bruit par le calcul de la moyenne.

Soit x le signal d'origine, x_1 et x_2 les deux signaux décodés et d_1 et d_2 leurs bruits de codage respectifs, où $x_1 = x + d_1$, $x_2 = x + d_2$ (Figure I.1). On suppose que la puissance de bruit n est la même dans les deux canaux. Le coefficient de corrélation de d_1 et de d_2 est désigné par $\rho_{d_1d_2}$.

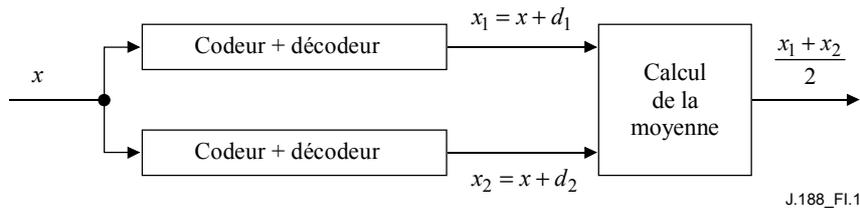


Figure I.1/J.188 – Calcul de la moyenne de deux signaux reçus

Le bruit de codage d_m du signal moyen de x_1 et x_2 est:

$$d_m = \frac{x_1 + x_2}{2} - x = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

et sa puissance n_m est:

$$n_m = \sigma^2 \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right) = \frac{n(1 + \rho_{d_1d_2})}{2}$$

Lorsque les bruits des deux canaux sont indépendants, le calcul de la moyenne améliore le rapport signal/bruit de 3 dB. Inversement, l'amélioration diminue à mesure que la corrélation augmente. Les résultats expérimentaux ont montré qu'on obtenait une amélioration de 1 à 2 dB du rapport PSNR.

I.2 Méthode du décalage d'image

Dans les codecs à compression, les images sont généralement subdivisées en de nombreux blocs et la compression est effectuée bloc par bloc en utilisant une corrélation spatiale et temporelle. Afin de réduire la corrélation entre le bruit de codage de deux liaisons, on peut considérer que l'image subit un décalage relatif dans au moins une des liaisons. On distingue deux types de méthodes: les méthodes à décalage spatial et les méthodes à décalage temporel.

I.2.1 Méthode à décalage spatial

Les principaux schémas de codage d'image tel le MPEG-2 (Rec. UIT-T H.262) font appel à une transformation orthogonale bloc par bloc avec une taille type de 8×8 , et une quantification des coefficients. En décalant les limites des blocs d'une des liaisons, on peut créer une différence de bruit de codage entre les deux liaisons. En particulier, on décale horizontalement/verticalement l'image d'un certain nombre de pixels. Ce décalage peut être représenté comme suit. Pour simplifier, l'image originale est représentée sous forme d'un signal unidimensionnel. La lettre N indique le nombre d'échantillons horizontaux.

$$x(0), x(1), \dots, x(i), \dots, x(N-2), x(N-1)$$

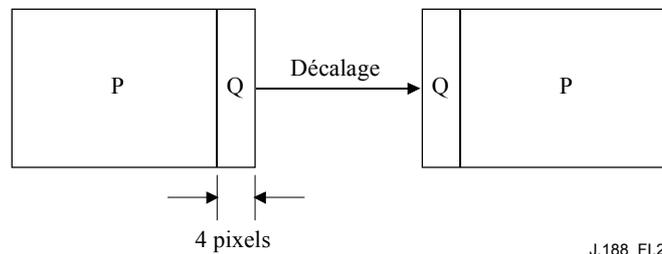
Le signal après décalage horizontal de n pixels a la forme suivante:

$$x(N-n), \dots, x(N-1), x(0), \dots, x(N-n-1)$$

En d'autres termes, les pixels qui sont décalés hors de la limite droite sont insérés dans la limite gauche.

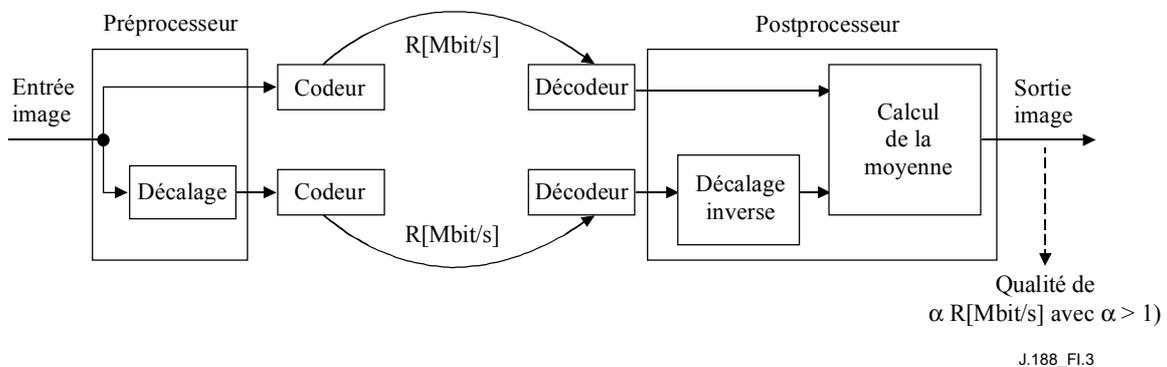
La Figure I.2 illustre un exemple où l'image est décalée horizontalement de 4 pixels. Dans cette figure, la partie Q, qui est décalée à droite en dehors de la limite droite, est insérée sur le bord gauche. La Figure I.3 représente le schéma de principe d'un système utilisant la méthode à décalage spatial.

- 1) Lors du traitement avant la transmission lorsque le signal vidéo est appliqué aux deux liaisons, l'image sur une liaison est décalée horizontalement ou verticalement d'un certain nombre de pixels.
- 2) Lors du traitement après la transmission, la position d'origine est rétablie par décalage de l'image dans le sens inverse. Les valeurs de pixel des images vidéo sur les deux liaisons sont ensuite moyennées.



J.188_FI.2

Figure I.2/J.188 – Exemple de décalage spatial



J.188_FI.3

Figure I.3/J.188 – Schéma de principe d'un système de transmission parallèle efficace utilisant le décalage spatial

I.2.2 Méthode à décalage temporel

Le schéma de codage MPEG-2 (Rec. UIT-T H.262), qui est un des principaux schémas de codage avec compression utilisé pour la transmission vidéo, adopte la structure GOP dans laquelle les images à prédiction avec compensation du mouvement et les images sans prédiction (images I) sont présentes périodiquement. Différents types d'images conduisent à différents bruits de codage. Si la structure temporelle d'une image I est différente entre deux liaisons, le bruit de codage est lui-même différent sur les deux liaisons, même en l'absence du décalage spatial précité. Ceci est appelé décalage temporel. En général, dans des liaisons parallèles les codeurs fonctionnent indépendamment l'un de l'autre, réalisant un décalage temporel. Par conséquent, aucun traitement

particulier n'est nécessaire avant la transmission. Ainsi, dans ce cas, un simple calcul de la moyenne sans prétraitement ou post-traitement pour le décalage est suffisant, comme le décrit la Figure I.4.

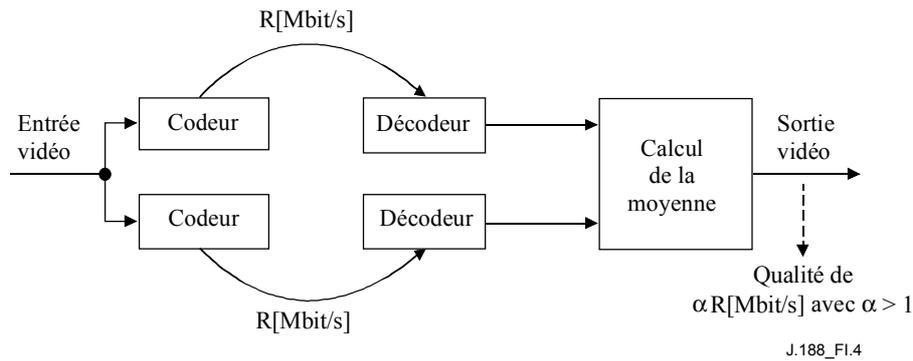


Figure I.4/J.188 – Schéma de principe d'un système de transmission parallèle efficace utilisant le décalage temporel

Appendice II

Détection et identification des dérangements

II.1 Détection des dérangements

L'image est divisée en de nombreux blocs et la qualité d'image offerte par les deux liaisons est comparée bloc par bloc. Lorsque la différence est supérieure à un certain seuil, le système indique qu'il y a dérangement. A ce stade toutefois, on ne sait pas encore quelle est la liaison en dérangement. La Figure II.1 décrit la procédure de détection.

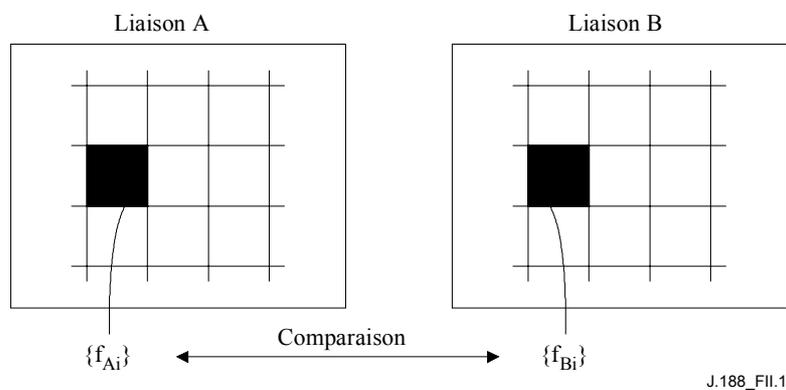


Figure II.1/J.188 – Comparaison des caractéristiques d'image

- 1) Le traitement est effectué bloc par bloc sur une taille type de 16×16 , soit p la position du bloc.
- 2) On calcule les caractéristiques d'image pour chaque bloc des deux images reçues A et B $\{f_{A_i}(p)\}, \{f_{B_i}(p)\}$ ($i = 1, \dots, N$), où N indique le nombre de caractéristiques d'images utilisées.

On compare les caractéristiques A et B bloc par bloc, et lorsque la différence d'une quelconque des caractéristiques est supérieure à un certain seuil au niveau du bloc, c'est-à-dire lorsque:

$$\exists i \rightarrow |f_{A_i}(p) - f_{B_i}(p)| > Th_i$$

on considère que l'une des images reçues est dégradée par un dérangement affectant la transmission du bloc. On mémorise cette information "normal/dégradé" bloc par bloc. Cette information est ensuite utilisée pour identifier la liaison perturbée selon la méthode décrite ci-après.

II.2 Identification de la liaison perturbée

Il est procédé donc ensuite à l'identification de la liaison perturbée. En utilisant une caractéristique de dérangement de la transmission vidéonumérique, à savoir que dans une image il y a des parties normales et des parties dégradées, il est décidé que l'image qui présente une grande différence de qualité entre les deux parties est celle qui est associée au dérangement, et par conséquent à la liaison dégradée. Dans notre exemple, la partie dégradée d'une image est connue dès la première étape. Les Figures II.2 et II.3 décrivent la procédure à suivre.

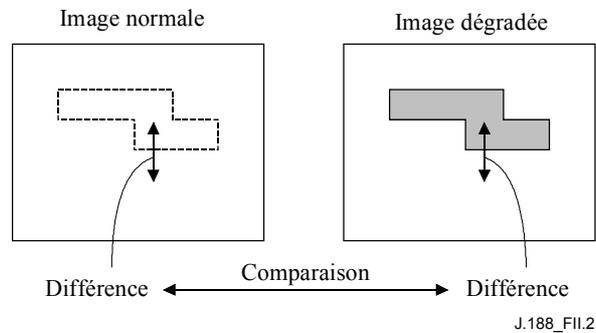


Figure II.2/J.188 – Comparaison de la différence de qualité

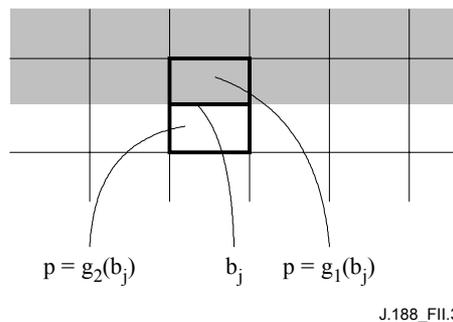


Figure II.3/J.188 – Limite et blocs

- 1) L'identification est effectuée image par image.
- 2) La détection du dérangement précédente permet de connaître les parties de l'image qui sont dégradées. A ce stade, toutefois, on ne sait pas encore laquelle des deux liaisons présente un dérangement.
- 3) On calcule la différence $D = \{D_i\} (i=1, \dots, N)$, des caractéristiques d'image entre les zones normales et les zones dégradées et ceci pour chaque liaison. On calcule plus particulièrement la somme de la différence absolue le long des limites entre les zones normales et dégradées pour chaque caractéristique comme suit.

- 4) Soit b_j ($j = 1, \dots, 2n$) la limite entre des blocs d'une image (côté d'un bloc), où n désigne le nombre de blocs dans une image (on suppose que chaque bloc à l'exception de ceux qui sont situés sur le bord de l'image ont deux limites, à savoir un côté droit et un côté inférieur). Désignons par $g_1(b_j)$, $g_2(b_j)$ les deux blocs qui ont une limite b_j entre eux (Figure II.3). On calcule la différence de la caractéristique de i ème image entre les zones normales et dégradées dans la liaison comme suit (on procède de même pour la liaison B).

$$D_{Ai} = \sum_{b_j \in C} |f_{Ai}(g_1(b_j)) - f_{Ai}(g_2(b_j))|$$

C représentant toutes les limites entre les zones normales et les zones dégradées.

- 5) On compare $\|D_A\|$ et $\|D_B\|$ et on considère alors que la liaison A est dégradée lorsque $\|D_A\|$ est supérieure à $\|D_B\|$ et inversement. En ce qui concerne $\|D\|$, on utilise le maximum des sommes des différences absolues à savoir

$$\|D\| = \max_{1 \leq i \leq N} D_i$$

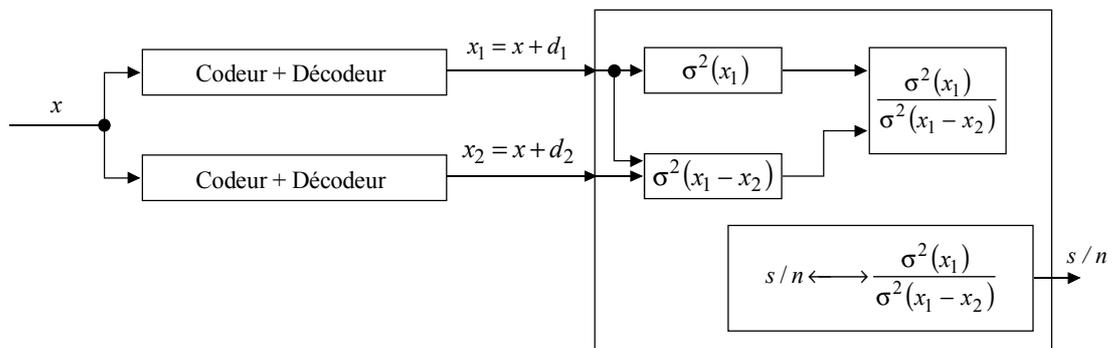
On pourra également utiliser des Recommandations futures de la série J pour identifier la liaison perturbée.

Appendice III

Evaluation du bruit de codage

III.1 Rappel théorique

L'évaluation de la qualité d'une image peut être effectuée également en utilisant le fait que le bruit de codage dans les deux liaisons est différent (voir Figure III.1).



J.188_FIII.1

Figure III.1/J.188 – Principe de l'évaluation du rapport SN

Désignons par x le signal d'origine et x_1, x_2 les deux signaux décodés et d_1, d_2 leurs bruits de codage respectifs, soit s la variance de x , et n la puissance de d_1 et d_2 . Désignons par ρ_{xd1} le coefficient de corrélation de x et d_1 , et ρ_{d1d2} celui de d_1 et d_2 . La variance x_1 est donc donnée par l'équation:

$$\sigma^2(x_1) = \sigma^2(x + d_1) = s + n + 2\sqrt{sn\rho_{xd1}} \quad (1)$$

La variance de la différence entre x_1 et x_2 est donnée par l'équation:

$$\sigma^2(x_1 - x_2) = \sigma^2(d_1 - d_2) = 2n(1 - \rho_{d1d2}) \quad (2)$$

on a alors:

$$\frac{\sigma^2(x_1)}{\sigma^2(x_1 - x_2)} = \frac{1 + \frac{n}{s} + 2\rho_{xd1}\sqrt{\frac{n}{s}}}{2 - 2\rho_{d1d2}} \times \frac{s}{n} \quad (3)$$

Si l'on suppose que le bruit de codage est suffisamment faible par rapport au signal d'origine et que sa corrélation est suffisamment faible, c'est-à-dire que, $1 \gg \frac{n}{s} + 2\rho_{xd1}\sqrt{\frac{n}{s}}$, on a:

$$10 \log \frac{s}{n} = \alpha + 10 \log \frac{\sigma^2(x_1)}{\sigma^2(x_1 - x_2)} \quad (4)$$

dans laquelle $\alpha = 10 \log(2 - 2\rho_{d1d2})$.

Les expérimentations ont montré qu'on pouvait supposer que α dans l'équation (4) dépendait uniquement de la configuration du système parallèle et non du type d'image. Il est possible par conséquent de calculer le rapport signal/bruit du signal reçu comparé à celui du signal d'origine en utilisant seulement les valeurs de x_1 et x_2 que l'on obtient du côté récepteur.

III.2 Méthode d'évaluation du rapport SNR

La Figure III.1 illustre la méthode.

- 1) Lors des expérimentations préparatoires, plusieurs types d'image sont codés avec différents débits dans le schéma de transmission réel et la relation entre s/n et

$$\frac{\sigma^2(x_1)}{\sigma^2(x_1 - x_2)}$$

est mémorisée dans un tableau.

- 2) Pendant la transmission normale,

$$\frac{\sigma^2(x_1)}{\sigma^2(x_1 - x_2)}$$

est mesuré à partir des deux images décodées et ensuite le rapport s/n est estimé en se reportant au tableau.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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