

## RECOMMANDATION UIT-R BT.1662

**Chaîne de référence générale et gestion de la marge de post-traitement pour le contenu de présentation des programmes dans les applications d'imagerie numérique sur grand écran<sup>1</sup>**

(Question UIT-R 15/6)

(2003)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que l'UIT étudie un nouveau service de radiodiffusion appelé imagerie numérique sur grand écran (LSDI, *large screen digital imagery*);
- b) qu'on déterminera probablement plusieurs applications LSDI qui seront conformes à la définition donnée au point a) du *considérant*;
- c) qu'il serait judicieux de spécifier une chaîne de référence générale pour des applications LSDI types afin d'avoir un seul et même cadre à l'intérieur duquel elles puissent être étudiées suivant une méthodologie uniforme,

*recommande*

**1** que la chaîne de référence générale décrite à l'Annexe 1 soit utilisée comme cadre pour étudier la gestion de la marge de post-traitement pour les applications LSDI types qui se fondent sur l'utilisation d'une chaîne de signaux totalement numérique pour le contenu de présentation des programmes;

**2** que les directives générales exposées à l'Annexe 1 pour les divers maillons de la chaîne de références soient utilisées dans la conception de la chaîne du signal et de la gestion de la marge de post-traitement pour le contenu de présentation des programmes pour les applications LSDI en question. Il est recommandé dans ces directives:

- que la chaîne de signal soit numérique depuis l'acquisition jusqu'à la présentation, l'acquisition pouvant se faire à l'aide:
  - d'une caméra numérique produisant un signal suivant la spécification souhaitée, ou
  - d'un film, qui est ensuite converti au format numérique de la spécification LSDI souhaitée;
- qu'un seul format original dépendant du niveau de qualité soit, si possible, utilisé pour le contenu de présentation des programmes tout au long de la chaîne;
- que, si cela n'est pas possible à cause de la nécessité de post-traitements complexes, un nombre minimum de formats originaux soit alors utilisé le long de la chaîne, et que les valeurs de leurs paramètres aient des relations simples les unes avec les autres.

---

<sup>1</sup> L'imagerie numérique sur grand écran (LSDI) est une famille de systèmes d'imagerie numérique qui peuvent être utilisés pour des programmes tels que séries télévisées, des pièces de théâtre, des manifestations sportives, des concerts, des événements culturels, etc., de la production à la présentation sur grand écran avec une qualité haute résolution dans des salles de cinéma, des salles de spectacle ou d'autres lieux convenablement équipés.

## Annexe 1

### Chaîne de référence et directives concernant la gestion de la marge de post-traitement pour le contenu de présentation des programmes dans les applications LSDI

#### 1 Chaîne de référence

La chaîne de référence générale spécifiée ici est considérée comme un outil utile dans la conception et l'analyse de la chaîne du signal et dans la gestion de la marge de post-traitement du contenu de présentation des programmes pour des applications LSDI types, soit des applications répondant à la définition de la LSDI donnée dans la Question UIT-R 15/6.

La chaîne de référence générale comprend les blocs suivants (voir la Fig. 1), chaque bloc de la chaîne étant supposé être numérique.

- *Acquisition* – bloc où les images et les sons sont transformés en leur représentation numérique. La composante entrée de ce bloc se compose de stimuli lumineux et sonores, et la composante sortie des signaux de contenu de présentation audio et vidéo numériques.
- *Postproduction* – bloc où les signaux de contenu de présentation audio et vidéo numériques sont traités pour produire une version finie du programme qui correspond à l'intention créative du producteur. La composante d'entrée de ce bloc se compose des signaux numériques acquis audio, vidéo et signaux générés électroniquement, et sa composante de sortie est le programme fini.
- *Distribution* – bloc où les signaux du programme sont codés, multiplexés et modulés avant leur diffusion vers les utilisateurs finals. La composante d'entrée de ce bloc se compose des signaux numériques de contenu de présentation du programme provenant du programme fini, et sa composante de sortie des signaux numériques démodulés, démultiplexés et décodés, puis transmis au bloc de présentation.
- *Présentation* – bloc où les signaux numériques de contenu de présentation du programme sont transformés en stimuli lumineux et sonores, envoyés aux spectateurs. La composante d'entrée de ce bloc comprend les signaux de contenu de présentation du programme reçus du bloc de distribution, et sa composante de sortie comprend les images et les stimuli sonores diffusés à l'intention des spectateurs.

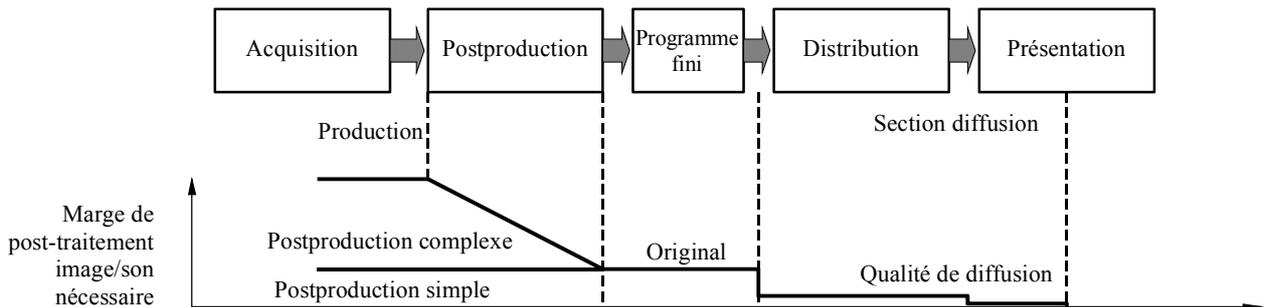
Les blocs d'acquisition et de postproduction constituent ensemble la section de production de la chaîne, qui se termine avec le programme fini.

Les blocs de distribution et de présentation constituent ensemble la section de diffusion de la chaîne, qui commence à partir du programme fini.

Le programme fini constitue ainsi la charnière entre la section de production et la section de diffusion.

FIGURE 1

**Chaîne de référence pour les applications LSDI types et évolution cognitive  
de la marge de post-traitement image/son le long de la chaîne**



1662-01

## 2 Règles générales concernant la qualité image/son et la propagation des dégradations

Les règles générales exposées ci-dessous s'appliquent à la qualité de l'image et du son dans une chaîne de signaux numériques de contenu de présentation des programmes, comme la chaîne de référence, et, partant, à la propagation des dégradations.

*Règle 1* – Quand les signaux de l'image et du son sont acheminés le long de la chaîne, la qualité de l'image et du son peut diminuer, mais elle n'augmentera jamais. En d'autres termes, toute parcelle de qualité de l'image et du son perdue le long de la chaîne est perdue pour toujours.

*Règle 2* – Toute transformation de représentations image/son de leur forme analogique en leur forme numérique, et vice versa, entraîne un certain degré de dégradation, pour la raison que chaque fois qu'une représentation de l'image et du son analogique est transformée en la représentation numérique correspondante, l'opération s'accompagne d'échantillonnage des signaux et du filtrage correspondant.

*Règle 3* – Toute transformation de représentations de l'image et du son d'un format original en un format différent entraîne un certain degré de dégradation, pour la raison que chaque fois que le format original est transformé, l'opération s'accompagne d'un certain type d'interpolation des échantillons avec le filtrage correspondant.

*Règle 4* – Toute transformation de représentations image/son d'une méthode de codage de la source en une autre méthode à un débit moindre entraîne un certain degré de dégradation, pour la raison que chaque fois que le débit binaire du codage de la source diminue, l'opération entraîne le rejet de certaines autres composantes du codage de la source d'ordre élevé qui contribuent à la qualité de l'image et du son.

Ces règles fondamentales permettent de fixer des directives générales qui aident à éviter des dégradations de l'image et du son inutiles alors que les signaux correspondant à l'essence du programme sont acheminés le long de la chaîne. Ces directives sont exposées ci-dessous, pour les différents blocs de la chaîne de référence. Dans un souci de clarté, les blocs sont présentés dans l'ordre inverse, c'est-à-dire depuis le bloc de présentation jusqu'au bloc d'acquisition.

## 3 Analyse de la chaîne de référence numérique

### 3.1 Le bloc de présentation

La qualité de l'image et du son exigée pour la présentation d'un programme dans une application LSDI est dictée par les objectifs de présentation correspondant à cette application.

Cette qualité est dénommée «qualité de diffusion» dans le diagramme de la Fig. 1.

La qualité de l'image et du son à l'entrée du bloc de présentation devra donc être suffisante pour produire cet effet, mais pas nécessairement plus.

Le bloc de présentation dégradera le signal reçu d'une petite fraction.

### **3.2 Le bloc de distribution**

On suppose que dans la chaîne de référence numérique la section diffusion n'a pas besoin d'une quelconque marge en ce qui concerne la qualité de l'image et du son pour compenser les pertes dues à la postproduction en aval du programme fini, puisque à ce stade-là toutes les opérations de postproduction devraient avoir été terminées.

Cela étant, et si le canal de distribution utilise un codage de la source subjectivement transparent et une protection suffisante contre les erreurs de canal, ce qu'il devrait faire, le bloc de diffusion ne provoquera alors aucune perte de qualité, et la qualité de l'image et du son exigée à l'entrée du bloc de distribution de la chaîne ne devra pas être supérieure à celle constatée à la sortie, en d'autres termes à l'entrée du bloc de présentation, ce qui signifie que la qualité de l'image et du son tout au long de la section de diffusion n'a pas à être supérieure à la «qualité de diffusion» indiquée dans la Fig. 1.

Cela ne vaut que s'il n'y a pas de perte de qualité de l'image et du son due à un transcodage complexe du signal à l'interface entre les blocs de distribution et de présentation, ce qui est le cas lorsque ces blocs utilisent le même format de signaux original (par exemple structure d'échantillonnage numérique et de quantification) et la même méthode de codage de source, ou lorsqu'ils utilisent deux formats de signaux originaux différents et/ou deux méthodes de codage de la source différentes, l'un et l'autre entretenant une relation directe et simple, pour qu'on puisse procéder à un transcodage transparent de l'un à l'autre.

### **3.3 Le programme fini**

La section de production dans la chaîne de référence trouve son expression la plus haute dans le programme fini, qui matérialise l'intention créative du producteur du programme. Le programme fini est donc la charnière entre la section de production et la section de distribution. Aucune autre opération de postproduction supplémentaire ne devrait normalement être faite en aval du programme fini. Néanmoins, il n'est pas inutile de laisser dans le programme fini une certaine marge de qualité d'image et de son, pour procéder, au besoin, à d'autres interventions de postproduction, de nature simple.

Ainsi, le programme fini sera en mesure, même dans ce cas-là, de fournir à la section de diffusion la qualité d'image et de son dont elle a besoin, c'est-à-dire celle qui devrait être proposée aux spectateurs pendant la projection. La marge de qualité encore présente sur le programme fini sera supprimée à l'interface entre ce dernier et la section de diffusion (voir la Fig. 1), ce qui généralement se fait en réduisant le débit binaire du programme fini au niveau inférieur nécessaire pour la diffusion du programme, par exemple en décompressant les signaux du programme, présents sur le programme fini dans une forme comprimée, sous une forme sans perte ou quasiment sans perte, selon le cas, et en les recomprimant avec perte sous une forme qui sera adaptée à la diffusion du programme, laquelle utilise un débit binaire moindre mais qui n'en assure pas moins une projection subjectivement presque sans perte pour l'œil humain à la distance souhaitée.

Cette opération s'effectue de la manière la plus transparente lorsque le programme fini et la section de diffusion utilisent l'une et l'autre le même format de signaux originaux et la même méthode de codage de source, ou deux formats et/ou méthodes différents, entretenant l'un avec l'autre une relation directe.

### 3.4 Programmes finis pour des applications multiples

Il convient d'observer que, si le programme fini a été produit afin d'être utilisé pour une pluralité d'applications LSDI qui ont des spécifications de qualité d'image et de son différentes, ce programme fini doit être à même de fournir à la section de diffusion une qualité d'image et de son qui satisfasse les conditions de l'application la plus exigeante à laquelle elle doit correspondre. Les applications exigeant une qualité moindre seront desservies par des signaux qui auront été convertis aux formats de signaux originaux appropriés. Dans un souci de facilité opérationnelle, il peut être souhaitable de produire par conversion des sous-versions du programme fini, avec un moindre niveau de qualité.

### 3.5 Le bloc de postproduction

Le bloc de postproduction est l'endroit où les signaux audio et vidéo, générés dans le bloc d'acquisition, sont traités pour produire un programme fini qui réponde à l'intention créative du producteur. Les opérations de postproduction nécessaires peuvent être:

- des opérations simples, par exemple enchaînements par commutation ou fondus-enchaînés, découpages ou sous-titrages, ou simple mixage audio, ou
- des opérations complexes, telles que corrections colorimétriques importantes ou utilisation de caches ou encore des opérations majeures de filtrage et mixage dans le domaine audio.

Selon sa nature, le post-traitement vidéo/audio complexe peut réduire, de façon perceptible, la qualité de l'image et du son du programme. Si cette réduction est probable, il faut alors prévoir la marge de qualité vidéo/audio nécessaire à l'entrée du bloc de post-traitement. La marge prévue doit être suffisante pour que la qualité audio/vidéo du programme fini, à la fin du bloc de post-traitement, corresponde à la qualité voulue à la sortie de la section de production.

Les paramètres en fonction desquels on doit éventuellement prévoir la marge de qualité dépendent de l'opération précise de post-traitement. Certains exemples vidéo sont donnés ci-dessous:

- lorsqu'on prévoit de procéder à une opération d'incrustation de qualité élevée, la marge dont on a besoin en ce qui concerne la résolution des couleurs peut être fournie par un format original comportant des signaux rouge, vert, bleu (RVB) primaires à pleine résolution.
- Lorsqu'on prévoit de procéder à une opération de correction importante de couleur ou de niveau, la marge dont on a besoin en ce qui concerne la distinction des niveaux peut être fournie par un format original à quantification plus fine que celle dont on a besoin sur le programme fini.
- Lorsqu'on envisage de procéder à une opération de recadrage des images importantes, la marge spatiale dont on a besoin peut être fournie par un format original à grille d'échantillonnage plus fine que celle dont on a besoin sur le programme fini.
- Lorsqu'on envisage une grande quantité de ralenti, la marge temporelle dont on a besoin peut être fournie par un format original doté d'une fréquence d'image plus élevée que celle dont on a besoin sur le programme fini.

### **3.6 Le bloc d'acquisition**

Le bloc d'acquisition devrait normalement utiliser le même format original de signaux audio et vidéo que celui qu'il est prévu d'utiliser pour le programme fini. Toutefois, lorsqu'il faut disposer d'une marge de qualité pour compenser les pertes prévues dues aux opérations de post-traitement qui devront être faites, la marge nécessaire sur les paramètres requis devrait être prévue dans le bloc d'acquisition; en effet, il n'est pas possible d'introduire la marge de post-traitement qui peut éventuellement être nécessaire pour la postproduction, si elle n'est pas déjà présente à la sortie du bloc d'acquisition.

Lorsqu'il apparaît nécessaire de prévoir une marge de post-traitement à la sortie du bloc d'acquisition, on peut le faire en utilisant différents formats de signaux originaux, qui ont une quantification ou un échantillonnage (temporel ou spatial) plus fins que celui destiné au programme fini.

Pour être en mesure de tirer pleinement parti de l'utilisation de cette plus grande finesse d'échantillonnage ou de quantification, les formats plus fins devraient toutefois entretenir une relation directe avec le format destiné au programme fini, pour que, une fois le post-traitement terminé, les segments du programme post-traité puissent être rééchantillonnés ou requantifiés pour être conformes au format du programme fini, sans que soient introduites de nouvelles dégradations qui ne seraient pas justifiées.

## **4 Directives concernant les transformations des signaux de contenu de présentation des programmes**

L'analyse ci-dessus conduit à l'établissement des règles fondamentales ci-dessous, à observer dans la conception de la chaîne des programmes.

### **4.1 Transformation de représentations analogiques en représentations numériques le long de la chaîne**

Lorsque la chaîne est entièrement numérique, les seules représentations analogiques le long de la chaîne devraient se situer d'une part dans le bloc d'acquisition, où les stimuli lumineux et sonores seront nécessairement sous forme analogique lorsqu'ils atteindront les capteurs correspondants, et d'autre part dans le bloc de présentation, où les signaux vidéo et audio numériques généreront pour les spectateurs des stimuli analogiques pendant la présentation du programme.

D'où une préférence pour l'utilisation d'une chaîne de signaux tout numérique pour le contenu de présentation des programmes, depuis l'acquisition jusqu'à la présentation.

Nulle part le long de la chaîne, sauf au tout début et tout à la fin, les signaux vidéo et audio ne devraient être représentés sous forme analogique, sauf évidemment aux moniteurs vidéo et audio utilisés pour surveiller le programme le long de la chaîne. Il conviendrait de prendre des mesures pour qu'il soit inutile de procéder à une quelconque transformation d'une représentation numérique en une représentation analogique le long du trajet qu'empruntent les signaux du programme.

### **4.2 Modification du format des signaux original le long de la chaîne**

L'analyse de la chaîne de référence a montré qu'il est possible de prendre des mesures pour n'avoir aucune raison de modifier le format numérique original des signaux vidéo et audio le long de la section de diffusion de la chaîne de référence.

Par contre, on peut s'attendre occasionnellement à des modifications du format des signaux original dans la section de production de la chaîne de référence, lorsqu'un post-traitement important au niveau du contenu de présentation du programme est nécessaire. Dans ce cas, on peut prendre des mesures adéquates au moment de la planification de la production pour limiter le nombre de ces modifications, et les mesures techniques exposées ci-dessus peuvent aider à réduire au minimum les dégradations du signal qui en résulteront.

### 4.3 Modification du codage de source le long de la chaîne

En télévision numérique on a très souvent recours au codage de source pour réduire le débit binaire nécessaire à l'acheminement du programme, sans entraîner de dégradation inadmissible de l'image ou du son. Pour une famille de codage de source donnée, plus le débit binaire est faible et plus petite est la marge résiduelle de qualité d'image et de son qui peut être utilisée pour compenser les dégradations introduites le long de la chaîne.

La Fig. 1 est une représentation cognitive de l'évolution du niveau de qualité de l'image et du son le long de la chaîne. Chaque niveau correspond à une marge spécifique de la qualité de l'image et du son, qui à son tour correspond à un débit binaire maximum spécifique, nécessaire pour acheminer le contenu de présentation du programme.

La Fig. 1 montre que la marge de qualité dans la section de diffusion de la chaîne est très petite et qu'elle ne change pratiquement pas le long de la chaîne. Elle doit être suffisante pour compenser les petites dégradations qui sont occasionnellement introduites par le canal de diffusion, et pour ce faire elle utilise le débit binaire minimum nécessaire, le débit binaire coûtant cher en transmission.

La marge de qualité du programme fini est légèrement supérieure à celle qui est nécessaire dans la section de diffusion de la chaîne, étant donné qu'il faut disposer d'une certaine marge de qualité dans le programme fini pour le cas où il faudrait, pour des raisons tenant à la création, retraiter quelque peu le contenu de présentation du programme fini.

La Fig. 1 montre également que la marge de qualité d'image et de son qui doit être prévue dans le bloc d'acquisition de la chaîne dépend de la quantité de travail de postproduction prévue pour chaque séquence du programme. La marge de qualité nécessaire dans le bloc d'acquisition peut varier d'une séquence à l'autre, mais elle doit être suffisante pour compenser les dégradations d'image et de son introduites par les opérations précises de postproduction qu'aura exigées chaque séquence spécifique du programme.

Quoiqu'il en soit, pour réduire au minimum les dégradations d'image et de son dues aux changements du codage de source le long de la chaîne, il est souhaitable que les différents systèmes de codage de source utilisés appartiennent tous à la même famille de compression (par exemple, la famille MPEG-2), bien qu'ils puissent avoir à utiliser différents débits binaires.

## 5 Conclusions

L'objectif principal de l'activité consacrée par l'UIT à la LSDI est de garantir que les programmes LSDI puissent être diffusés, projetés et échangés avec une qualité optimale et prévisible.

A cette fin, un seul et unique format de signaux original et une seule et unique méthode de codage de source pour les signaux vidéo et audio du programme fini devraient être définies pour chaque application de LSDI. Il est en outre souhaitable de spécifier un seul et unique système de multiplexage, de codage des canaux et de modulation pour chaque mode de diffusion (de Terre, par satellite, télévision par câble, fibre optique, etc.) de chaque application LSDI.

Concernant la production de programmes LSDI, des directives sur les méthodes, systèmes et formats à utiliser de préférence, pour que des programmes LSDI soient produits avec une qualité d'image et de son maximale et avec un minimum de complication, devraient être proposées; toutefois, il incombera en fin de compte à chaque réalisateur de programme de choisir au cas par cas les méthodes de production qu'il devra utiliser pour chaque séquence de ses programmes LSDI.

Comme le débit binaire nécessaire au contenu de présentation des programmes est une ressource précieuse, l'objectif technique de la production et de la distribution de programmes LSDI devrait être de fournir la qualité d'image et de son nécessaire à la présentation des programmes aux spectateurs, en utilisant dans la production des programmes la marge de qualité la plus petite possible nécessaire à l'obtention de l'effet recherché par le créateur.

La réalisation de cet objectif passe par une compréhension en profondeur des méthodes et des contraintes des opérations d'acquisition, de postproduction, de distribution et de présentation des programmes LSDI et par une planification précoce, minutieuse et détaillée de chaque étape de la production des programmes pour optimiser le choix et la programmation des solutions techniques qui devront être mises en oeuvre dans la production de chaque séquence de chaque programme.

---