
Le rapport de la Task Force EBU/SMPTE : 1^{ère} partie - La compression

Lors de l'IBC ([International Broadcasting Convention](#)) qui s'est tenue à Amsterdam du 11 au 15 Septembre dernier La "Task Force for Harmonized Standards for the Exchange of Program Material as Bitstreams" a publié son rapport final. La Task Force est un groupe de travail composé de 200 experts, délégués par tous les industriels concernés, réunis sous l'égide de l'[UER](#) et la [SMPTE](#). Le sujet de ce groupe de travail peut se traduire par l'harmonisation des standards pour l'échange de programmes sous forme de flux numériques.

Ce groupe a effectué un travail sans précédent dans l'histoire de la télévision, pour éviter la multiplication des standards, et pour qu'une vision globale de la chaîne de production/diffusion s'impose lors de la conception de nouveaux équipements. En un mot, il s'agissait de définir les grandes tendances technologiques pour les 10 années à venir.

Le rapport comprend trois parties essentielles, dans des états d'avancement inégaux :

- La compression
- Le transport et les interfaces
- Les données d'identification, Wrappers et Métadata

Nous ne parlerons ici que des aspects de compression, les autres parties du rapport seront traitées dans des articles ultérieurs.

Tout ce qui va suivre concerne exclusivement l'image puisque l'[EBU](#) déconseille de compresser le son lorsque cela n'est pas indispensable.

Après le succès mondial du [MPEG-2](#) en diffusion, la compression des images devient inévitable à tous les niveaux de la production télévisuelle. Il faudra produire plus de programmes et pour une audience qui sera fractionnée par la multiplication des chaînes. C'est-à-dire qu'il faudra produire plus vite et moins cher, sauf pour quelques exceptions prestigieuses.

Ce que dit le rapport de la Task Force, c'est qu'il faut maintenant penser d'une manière globale et créer des systèmes interopérables. Interopérable, c'est le maître-mot, présent 57 fois dans le rapport et qui désigne des équipements capables d'utiliser des données auxiliaires, appelées Métadata, pour adapter le traitement au type de signal ou d'utilisation.

Pourquoi la compression des images va-t-elle s'imposer dans la chaîne de production ? Pour les fonctionnalités nouvelles qu'elle apporte : le transfert plus rapide que le temps réel, les accès aléatoires et/ou simultanés et les économies de stockage réalisées sur bande magnétique, comme c'est déjà le cas pour le célèbre Digital Betacam, mais surtout sur les serveurs vidéo utilisant des disques durs informatiques. Les spécifications techniques des compressions retenues par la Task Force doivent être disponibles pour tous les constructeurs d'une manière ouverte et équitable. Devant le nombre important d'équipements utilisant déjà la compression, il a été impossible de ne recommander qu'un seul type de compression. La Task Force en a retenu deux, le DV et le MPEG-2.

Les deux sont basés sur un codage de type DCT (Discrete Cosine Transform), avec une quantification sur les coefficients de la transformation et sont suivis par un codage à longueurs variables.

L'UER déconseille fortement l'utilisation du M-JPEG, qui n'est pas normalisé et ne permet pas de concevoir des systèmes interopérables.

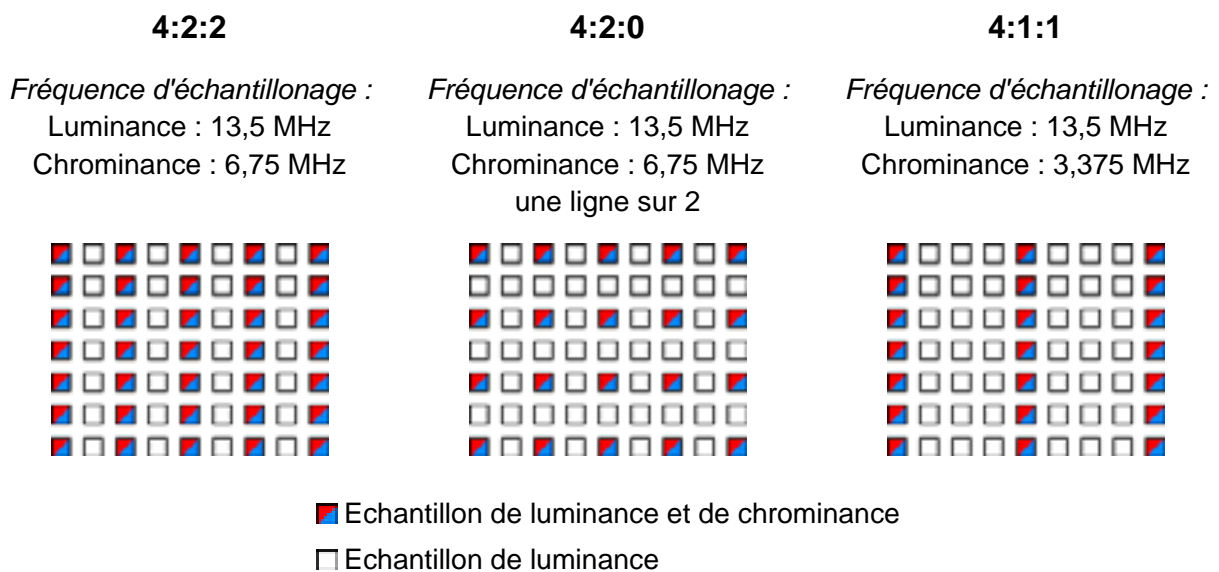
La Task Force recommande de conserver le signal sous la forme compressée autant que possible et d'éviter le mélange entre les familles de compression.

Aujourd'hui, le passage d'une famille à l'autre, implique un transcodage et des pertes d'informations. Des études sont en cours pour concevoir des circuits de transcodages DV/MPEG-2 sans pertes.

Les structures d'images

Le choix d'un mode de compression, dans certains cas, impose une structure d'image et affecte les possibilités de post-production, même si la qualité lors de la simple relecture des rushes est très bonne.

Les structures d'images pour les signaux composantes numériques sont normalisées dans le document BT.601 de l'UIT-R ([Union Internationale des Télécommunications](#)). Ce document définit les fréquences d'échantillonnages des signaux pour plusieurs niveaux de qualité. Le niveau standard utilisé par la majorité des équipements vidéo est le 4:2:2, transporté par l'interface numérique série à 270 Mbits/s, appelée SDI (Serial Digital Interface), sur 8 ou 10 bits. La dénomination 4:2:2 indique pour les signaux de luminance et de chrominance, respectivement, avec quel multiple d'une fréquence unitaire ils seront échantillonnés. Cette fréquence unitaire commune aux systèmes 625 et 525 lignes est de 3,375 MHz.



La figure ci-dessus indique les fréquences d'échantillonnage et la répartition des pixels pour les niveaux les plus courants.

Le mélange d'équipements fonctionnant en 4:1:1 et en 4:2:0 donne généralement une qualité inférieure au 4:1:0.

Le débit constant CBR (Constant Bit Rate) ou le débit variable VBR (Variable Bit Rate)

Alors que les compressions de la famille DV sont à débit constant, le MPEG-2 peut utiliser les deux modes de fonctionnement.

Le débit constant ou le débit variable correspondent respectivement à une qualité variable ou à une qualité fixe de l'image. En effet, si on veut une qualité uniforme, lorsque la complexité de l'image augmente, le débit aussi. Inversement si le débit est fixe pour un enregistrement magnétique par exemple, la qualité de l'image variera à l'inverse de sa complexité.

L'interfaçage entre les flux CBR et VBR, sans passer par la décompression des images, est actuellement à l'étude.

Le MPEG-2

Le MPEG-2 (Motion Picture Expert Group) est la deuxième génération des normes MPEG, la première concernant des débits faibles, pour le multimédia (CD-I et CD-ROM). Le MPEG-2 a été conçu pour la diffusion et ce n'est qu'ultérieurement qu'un profil utilisant le 4:2:2, dit profil professionnel, est venu compléter la liste des outils disponibles.

Les particularités du MPEG-2

Parce qu'il est adaptable à (presque) toutes les situations, le MPEG-2 est aussi beaucoup plus complexe à intégrer dans un système interopérable. Contrairement au DV, qui utilise deux débits fixes, le MPEG-2, utilise une large gamme de débits fixes ou variables, toutes les structures d'images, et de nombreux profils pour pouvoir diffuser jusqu'aux nouveaux standards de TV Haute Définition.

Le cas des séquences d'images appelées GOP Group of Picture

Contrairement au DV où chaque image est définie individuellement, le MPEG-2 permet d'utiliser la redondance temporelle entre les images pour une compression plus efficace.

On peut donc trouver trois types d'images dans un flux MPEG-2 :

- Les images I (intra) entièrement décrites
- Les images P (prédite) qui dépendent d'une image I précédente.
- Les images B (bidirectionnelle) qui se réfèrent soit à une image précédente soit à une image suivante.

Le GOP correspond à la séquence complète comprise entre deux images I successives.

Cette possibilité propre au MPEG-2, permet une grande variété de configurations, des GOP de 12 utilisés en diffusion par satellite, jusqu'aux chaînes très courtes, d'images I uniquement ou IB comme pour le SX.

C'est un avantage considérable pour le MPEG-2 qui est adaptable à toutes les situations, mais en contrepartie il faudra concevoir des décodeurs "agiles", selon le terme de la Task Force, qui accepteront l'ensemble des flux de la gamme MPEG-2.

Le projet MOLE

"The MOLE" ou la taupe en français est une technologie développée par la BBC et Snell & Wilcox, pour réduire ou annuler les pertes lors de compressions successives. Le nom de la taupe a été choisi parce que le procédé consiste à cacher dans les images des informations sur les paramètres de la 1^{ère} compression, afin que les compresseurs suivants réutilisent les mêmes paramètres et ainsi ne dégradent pas plus l'image. Ce système, que les grands constructeurs sont en train de normaliser, n'entre pas directement dans le domaine de la Task Force, mais il représente un avantage considérable pour l'intégration du MPEG-2.

Les deux profils étudiés dans le cadre de la Task Force sont :

Le profil 4:2:2 au niveau principal (MPEG-2 4:2:2P@ML), dont le format Betacam SX est une application à 18 Mbits/s, qui utilise des débits jusqu'à 50 Mbits/s, avec une structure d'image 4:2:2.

Le profil principal au niveau principal (MPEG-2 MP@ML), utilisé pour la diffusion grand public par satellite, qui définit des débits allant jusqu'à 15 Mbits/s avec une structure d'image 4:2:0.

Le DV

La compression DV a été conçue pour la dernière génération de magnétoscopes grand public. La dernière en

date, mais peut-être la dernière tout court à utiliser de la bande magnétique. Devant les qualités étonnantes de ce standard, des évolutions professionnelles ont été conçues principalement pour le reportage. Parallèlement à cela, JVC a créé une machine moins connue en Europe, le Digital S, qui utilise deux circuits de compression DV pour enregistrer un signal 4:2:2, non pas sur une cassette DV mais sur une VHS avec un débit de 50 Mbits/s soit le double du standard DV. La même évolution, sur une cassette DV cette fois, vient d'être présentée, c'est le DVCPro 50.

Le tableau suivant indique les structures d'images utilisées par les différents membres de la famille DV :

Système TV	DV grand public	DVCam	DVCPro 25	DVCPro 50
525 lignes	4:1:1	4:1:1	4:1:1	4:2:2
625 lignes	4:2:0	4:2:0	4:1:1	4:2:2

Les tests de l'UER

Pour y voir plus clair, l'UER a effectué des tests subjectifs sur les compressions à deux débits différents : 18 et 50 Mbits/s pour le MPEG-2 4:2:2P, et 25 et 50 Mbits/s pour les DV.

Les tests ont consisté en une comparaison de séquences choisies, dans les conditions définies par l'ITU-R (Recommandation 500-7). Pour les séquences choisies, la comparaison a porté sur l'original en 4:2:2, l'équipement sous test et un Betacam SP comme référence relative. Pour les tests à 50 Mbits/s, un lecteur Digital Betacam a été ajouté dans le test.

Trois scénarios ont été mis au point, avec des variantes négligeables entre les tests à 18/25 Mbits/s et 50 Mbits/s :

1. Première génération correspondant à une acquisition et une relecture simple.
2. Quatre générations dont deux avec un décalage temporel et un décalage spatial.
3. Sept générations avec de nombreux décalages spatiaux et temporels.

Les tableaux de résultats annexés au rapport de la Task Force et leurs commentaires peuvent se diviser en deux catégories homogènes. Les tests sur des débits de 18/25 Mbits/s (respectivement MPEG-2 type SX et DV type DVCPro), d'une part et les tests à 50 Mbits/s (DV type DVCPro 50 ou Digital S et MPEG-2 à 50 Mbits/s) d'autre part. Le tableau 1 montre une synthèse des résultats pour les trois scénarios.

	DV - 25 Mbits/s 4:1:1 SX - 18 Mbits/s 4:2:2	DVCPro 50 ou Digital S 50 Mbits/s 4:2:2 MPEG-2 4:2:2P 50Mbits/s image I uniquement
<i>1^{er} Scénario : Acquisition</i>	Les résultats sont considérés comme statistiquement identiques au Betacam SP, les légères différences perçues n'étant pas significatives.	Les résultats sont identiques au Digital Betacam
<i>2^{ème} Scénario : Post-production légère</i>	Le résultat global est identique au Betacam SP. Seules deux séquences particulièrement critiques sont jugées meilleures en Betacam SP.	Les résultats sont très proches du Digital Betacam, les différences ne sont détectables que sur les séquences les plus critiques.
<i>3^{ème} Scénario : Post-production lourde</i>	Les dégradations sont trop importantes pour toutes les séquences, bien que les résultats restent meilleurs que le Betacam	Les différences avec le Digital Betacam sont légèrement accentuées mais restent

Tableau 1 : Synthèse des résultats des essais de l'UER.

Conclusion

Ce rapport consacre l'entrée de la compression dans le studio et encourage son utilisation systématique, tout en précisant les limites d'utilisation des différents types de compression.

La Task Force recommande de n'utiliser pour la production de studio que les standards à 50 Mbits/s, qui seuls autorisent des travaux de post-production, et réserve les standards à 18/25 Mbits/s aux reportages.

Le choix entre les familles DV et MPEG-2 n'est pas présenté comme un choix de qualité, mais ce fera au cas par cas, sur des critères de compatibilité avec le stock de programmes existants, la flexibilité des équipements existants et leurs possibilités d'évolutions.

Rendez-vous dans un prochain numéro, pour la suite de l'étude de ce passionnant rapport...

Rédaction : **Matthieu Sintas** (msintas@cst.fr) et **Bernard Tichit**

©1999, *Commission Supérieure Technique de l'Image et du Son*