

Contribution de Dolby France à la consultation publique « Préparer l'avenir de la plateforme TNT »

En tant qu'acteur international reconnu dans les technologies du son et de l'image, Dolby est contributeur dans de nombreux organismes de standardisation internationaux (ITU, SMPTE, ETSI, DVB...) mais également nationaux. Par une présence locale, la société s'assure que le développement de ses technologies répond aux besoins spécifiques de chaque territoire et travaille avec tous les fabricants afin que les équipements déployés soient conformes aux spécifications.

Question 1 : Avez-vous des commentaires ou des informations additionnelles à apporter à l'analyse développée dans cette partie 1.2, s'agissant notamment du caractère essentiel de la plateforme TNT à court et moyen termes, de ses qualités, de son articulation et de son positionnement vis-à-vis des plateformes alternatives, ainsi que des ressources en fréquences qui lui sont nécessaires ?

Ne se prononce pas.

Question 2 : Avez-vous des commentaires ou des informations additionnelles à apporter à l'analyse développée en partie 1.3 ?

Ne se prononce pas.

Question 3 : Avez-vous des commentaires sur le périmètre des améliorations qui pourraient être apportées sur la TNT et qui nécessitent des travaux d'approfondissement technique ?

Ne se prononce pas.

Question 4 : Parmi ces technologies, lesquelles sont stabilisées et disponibles commercialement ? Voyez-vous d'autres évolutions technologiques relatives à la qualité de l'image ? Quelles sont les technologies apportant le plus de gain en matière d'expérience de l'utilisateur par rapport à la HD ?

En 2015, l'EBU a publié ce document qui décrit ce que devrait être une expérience de télévision Ultra-HD : <https://tech.ebu.ch/docs/techreports/tr028.pdf>

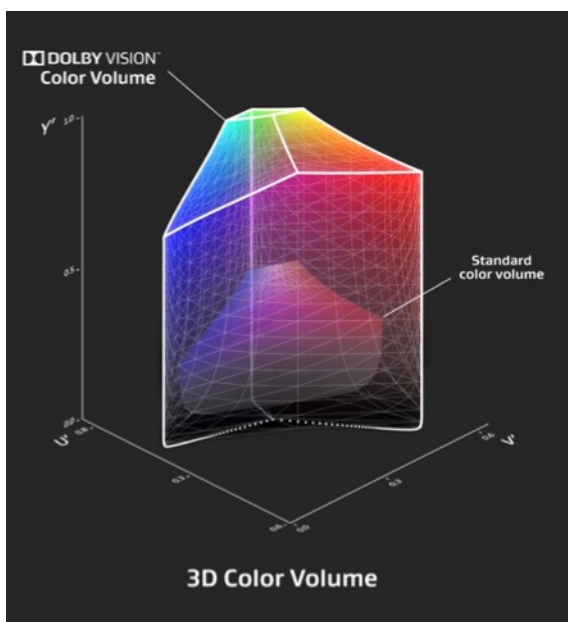
Le HFR (*High Frame Rate*) (100 i/s) apporte indéniablement un bénéfice, notamment pour le sport. Cela est moins visible pour les films ou les plateaux télévisés. Mais la maturité du HFR, du fait de la ressource nécessaire dans les récepteurs, est bien en-deçà de celle du HDR à l'heure actuelle. De ce fait, la réponse de Dolby à cette question concernera le HDR (*High Dynamic Range*) et le WCG (*Wide Color Gamut*).

Les laboratoires Dolby ont commencé à travailler sur le HDR il y a plus de 10 ans. De nombreuses études sur le système psycho-visuel humain ont été réalisées et ont mené au développement de plusieurs normes qui sont aujourd'hui standardisées et disponibles pour l'industrie. La société a ainsi initié de nombreux travaux sur le HDR et contribué de manière significative au déploiement de cette technologie.

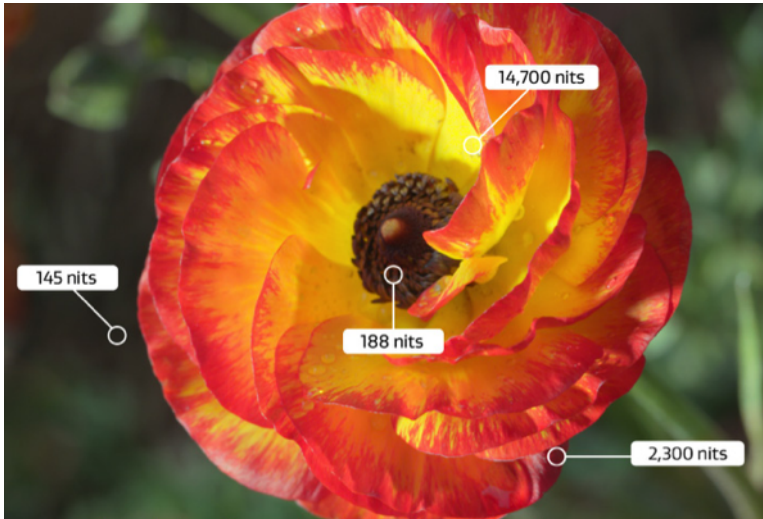
I. Système psycho-visuel humain

L'œil est composé de capteurs appelés cônes et bâtonnets. Les cônes sont sensibles à la couleur, à la luminosité et aux détails et se trouvent principalement dans l'axe optique. C'est ce qu'on appelle la vision fovéale, lorsque l'on porte son attention sur quelque chose. Les bâtonnets sont sensibles au mouvement mais très peu à la couleur et à la lumière. Ils composent la vision périphérique et la majorité du champ de vision. Deux lois psycho-visuelles sont importantes à considérer à propos du High Dynamic range et Wide Color Gamut :

- **L'effet Stevens**
 - Accroissement du contraste perçu lorsque la luminance est accrue
 - L'accroissement du contraste accroît la sensation de détail
- **L'effet Hunt**
 - L'augmentation de la luminance accroît la sensation de couleur (chromaticité et saturation)



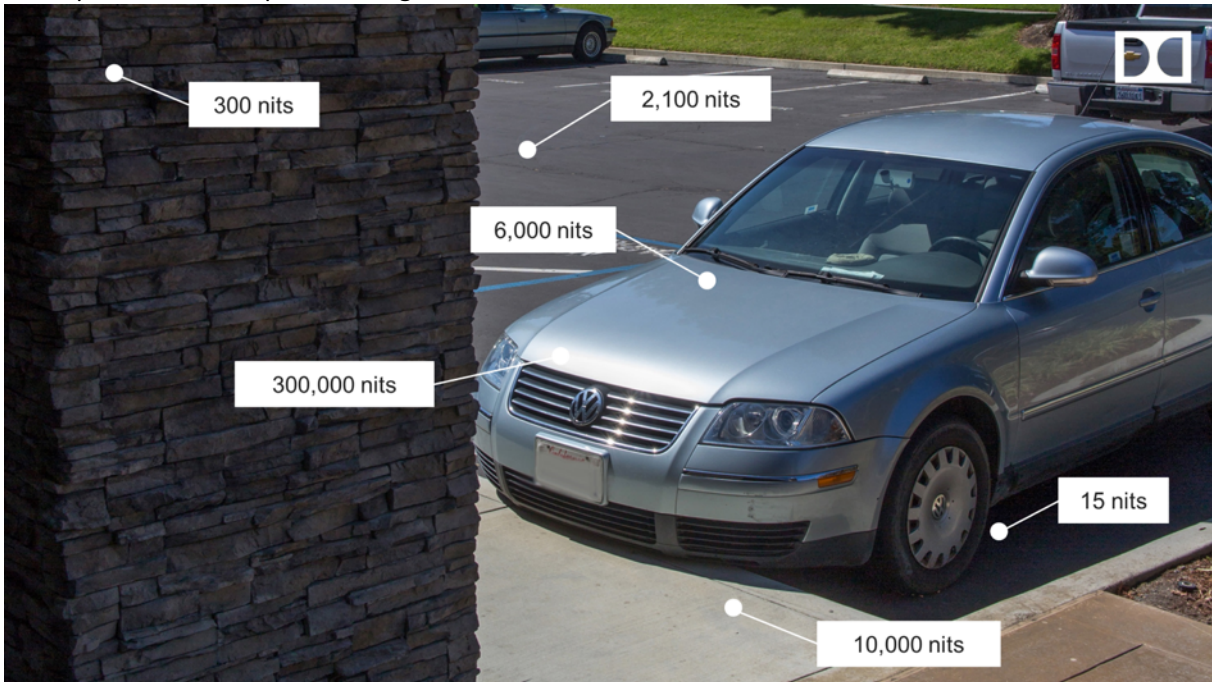
Du fait du fonctionnement du système visuel humain, il est impossible de séparer la couleur et la luminosité – un changement sur l'une des composantes affecte la perception de l'autre. De ce fait, dans les systèmes HDR, il est important de considérer comment l'image sera affichée de façon cohérente sur des écrans ayant des capacités de reproduction de la couleur et de la luminosité différentes. La gamme de couleurs qu'un écran peut reproduire, combinée à la gamme d'intensités lumineuses, peut se définir comme un volume de couleur 3D. Chaque modèle de TV a un volume de couleur différent en fonction du type de dalle utilisé (OLED, LCD), du rétro-éclairage et de d'autres caractéristiques.



L'œil est capable de percevoir une grande dynamique de lumière, et surtout de s'adapter à différentes conditions de luminosité. Dans la nature, l'échelle de couleurs et de luminosité est bien plus riche et plus étendue que celle que les téléviseurs, les disques Blu-ray™ et les salles de cinéma peuvent reproduire. Par exemple, sur la photo de cette fleur, la luminance (ou intensité lumineuse) n'est que de 145 nits pour le fond de l'image, dans sa partie la plus sombre, mais elle atteint 14 700

nits dans la partie jaune la plus éclairée des pétales. (Remarque : Le *nit* est une unité utilisée pour mesurer la luminance et est équivalent à un candela/m².)

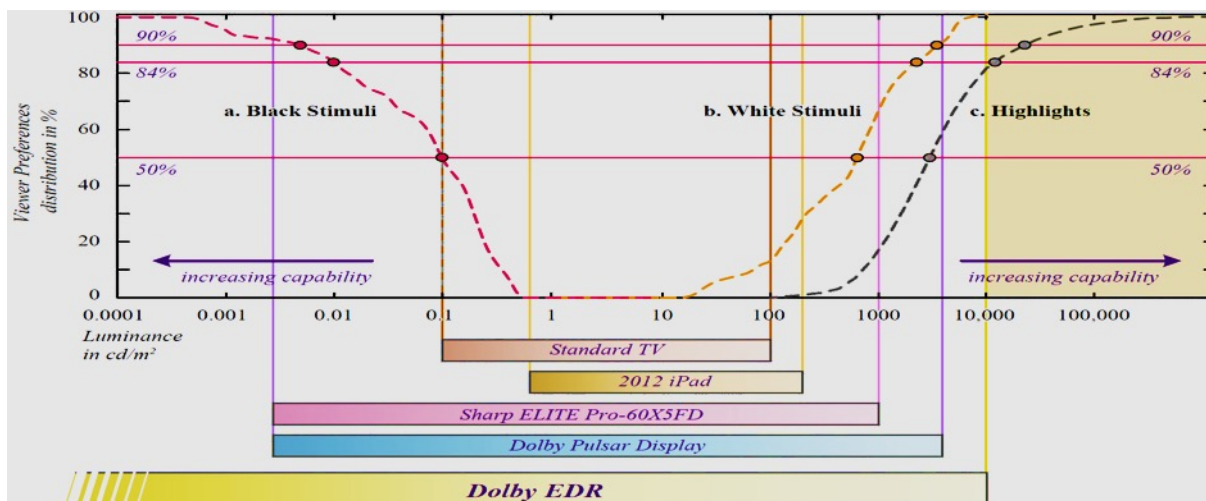
L'image ci-dessous décrit les niveaux lumineux d'une scène du quotidien, certes ensoleillée, mais que toute personne est capable de regarder à l'œil nu. On notera les reflets du soleil à 300 000 nits.



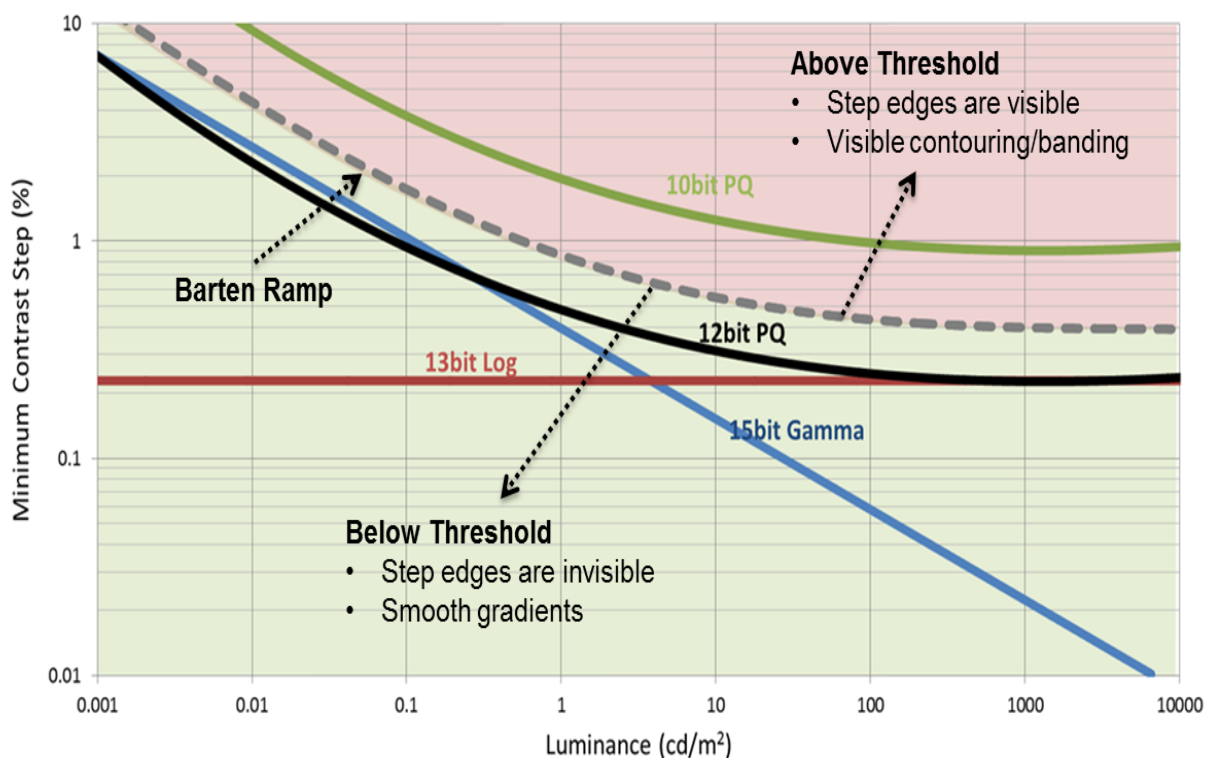
Les normes TV et Blu-ray actuelles limitent la luminance à un maximum de 100 nits et un minimum de 0,117 nits, et limitent également l'espace colorimétrique (ou gamut couleur) pouvant être affiché. Ces limites (entre autres) des téléviseurs haute définition actuels sont l'héritage des téléviseurs à tubes cathodiques du passé.

Regarder un écran n'est pas équivalent à des conditions de vision dans la nature et donc l'œil s'adapte dans de moindres proportions. Afin de déterminer les bornes d'une expérience HDR concluante et durable dans le temps, Dolby a effectué des tests perceptifs avec un prototype étant capable de monter à 20 000 nits.

L'illustration ci-dessous montre les résultats. 90% des utilisateurs préfèrent un écran capable de restituer des lumières spéculaires jusqu'à 10 000 nits. Il est à noter que les lumières spéculaires (*highlights*) sont ponctuelles et qu'il n'est pas question d'avoir de larges surfaces de l'écran à 10 000 nits. Mais cette capacité permet d'amener un niveau de détail et de contraste beaucoup plus proche de ce que nous percevons dans la nature.



Cette étude a servi de base à la création de la norme SMPTE 2084, connue aussi sous le nom de Perceptual Quantizer, ou PQ. En effet, pour encoder des informations de luminance comprises entre 0 et 10 000 nits, il fallait une nouvelle loi de codage. La loi actuellement utilisée pour le SDR, ou loi Gamma, étant optimale pour encoder des informations entre 0,1 et 100 nits. Dolby s'est donc basé sur le fonctionnement du système visuel humain et sa sensibilité au contraste (rampe de Barten) dans ses développements. La loi PQ reprend le modèle de l'œil pour s'assurer que les informations sont codées de façon efficace. Plus de bits sont alloués aux zones où l'œil est plus sensible, alors que les zones où l'œil est moins sensible requièrent moins de précision.



On note sur la figure ci-dessus qu'un codage sur 12 bits permet de s'affranchir de tous les artefacts aux contours. Cependant, dans un univers broadcast, 10 bits sont suffisants du fait des images plus bruitées issues des caméras de télévision, ce qui permet d'utiliser les infrastructures 10 bits sans artefact visible. 12 bits est pertinent dans le cadre du Blu-ray ou de la VàD. La norme SMPTE 2084 spécifie l'utilisation de la courbe PQ pour coder un signal compris entre 0 et 10 000 nits.

II. Le marché des téléviseurs et le HDR

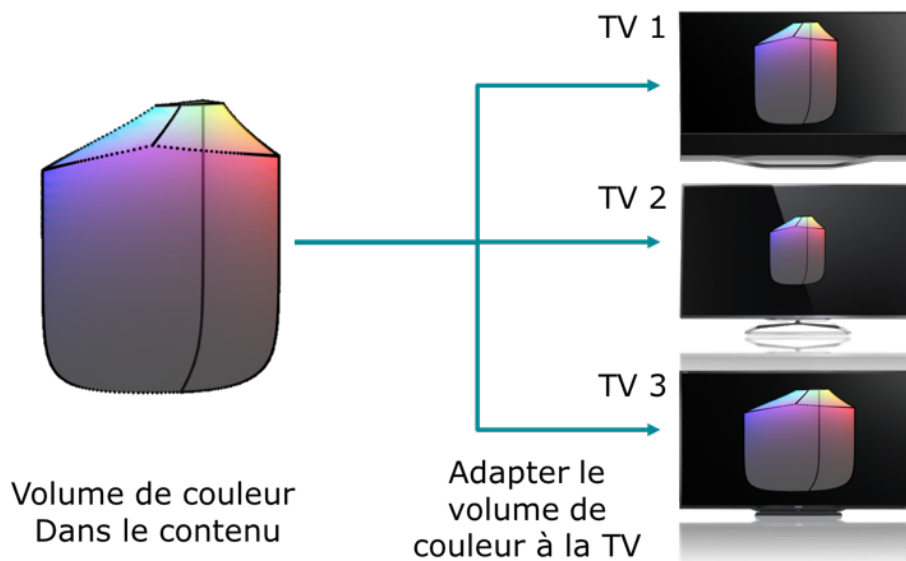
A. Téléviseurs compatibles SDR :

Dans le cadre de la TV HD telle que définie par la norme REC BT.709, l'intensité lumineuse maximale possible pour un programme est de 100 nits. Toutefois, les téléviseurs les plus récents peuvent atteindre 300 à 500 nits. Ils sont donc réglés en usine pour « étirer » l'intensité lumineuse du contenu qu'ils affichent, ce qui entraîne une distorsion de l'image originale. Chaque fabricant y allant de sa recette personnelle pour moduler l'intensité lumineuse de façon différente, les films, les séries TV et les jeux peuvent avoir un rendu complètement différent d'un téléviseur à l'autre. Les informations de lumière et de couleur qui n'ont pas été transmises ne peuvent pas être recréées artificiellement par le TV, aussi bonne que soit sa technologie de traitement de l'image.

Sur l'écran d'un téléviseur, l'affichage fonctionne par synthèse additive des trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu), le pixel le plus intense étant blanc. Le problème qui se pose avec une intensité lumineuse limitée à 100 nits (comme c'est le cas pour le standard TV HD), c'est que plus la couleur à afficher est lumineuse, plus elle s'approche du blanc : les couleurs les plus lumineuses sont alors moins saturées. Par exemple, le bleu saturé le plus lumineux affiché par un téléviseur standard (SDR) est de 7 nits, ce qui signifie qu'un ciel bleu ne sera jamais aussi lumineux et saturé qu'il devrait l'être.

B. Introduction du HDR dans les TV :

Les nouveaux téléviseurs UHD qui se disent compatibles HDR doivent donc pouvoir recevoir un contenu avec une dynamique lumineuse accrue et un espace colorimétrique élargi. Chaque technologie d'afficheur a ses forces et ses faiblesses. Par exemple l'OLED est excellent dans la reproduction des noirs, mais n'est pas aussi brillant que le LCD. Les fabricants ont commencé à introduire le HDR dans les modèles haut de gamme, mais les entrées de gamme suivent rapidement, avec des performances plus modestes. Le contenu produit en HDR se retrouve donc à devoir être adapté à une multitude d'écrans qui ont des capacités très différentes. Se pose alors le problème de la fidélité à l'image produite, lorsque ces adaptations sont effectuées. En effet, nous avons vu plus haut que l'intensité lumineuse agit sur la perception de la couleur par l'œil. Il est alors fort probable que si une partie de l'image est rendue moins lumineuse pour être reproduite par un écran de moindres performances, la couleur perçue va être modifiée. On en revient à considérer le volume de couleur contenu dans le contenu qui doit être ajusté au volume de couleur de l'écran de destination (*cf illustration ci-dessous*).



A titre informatif, ces opérations de modification de volume de couleur s'appellent *Tone mapping* ou *Display mapping*. Lors de ses recherches sur le HDR, Dolby a découvert que l'espace colorimétrique utilisé habituellement (YCbCr) n'est pas adéquat pour effectuer simplement ces opérations. Les ingénieurs de Dolby ont développé un nouvel espace colorimétrique appelé ICtCp basé sur le système de perception humain et qui permet de faire simplement et avec un minimum d'erreurs toutes ces opérations de transposition. Cet espace est utilisé par Dolby pour toutes les opérations de conversion dans les appareils certifiés Dolby Vision. [ICtCp a été normalisé par l'ITU récemment]

III. Les solutions HDR du marché :

Les solutions HDR du marché se réunissent en 2 grandes familles : HLG et PQ. DVB les a incluses dans la spécification audio vidéo TS 101 154.

A. Le HLG :

Le HLG est un système développé par BBC et NHK. Le signal HDR est encodé selon une courbe qui reprend celle du SDR (gamma) jusque 100 nits puis une courbe logarithmique au-delà. D'où le nom Hybrid Log Gamma. Théoriquement, les écrans SDR sont capables d'interpréter ce signal et n'affichent que la partie entre 0 et 100 nits, tandis que les TV HDR compatibles HLG comprennent l'intégralité du signal.

Il est à noter que le SDR est généralement associé à l'espace colorimétrique REC 709 et le HDR à l'espace colorimétrique REC. 2020. Un TV SDR en REC 709 pourra avoir des difficultés à interpréter les teintes d'un signal HLG en REC 2020. De ce fait, l'industrie est réservée sur le degré de rétrocompatibilité d'un signal HLG avec le parc de TV SDR. Néanmoins, cette norme a permis aux diffuseurs de commencer rapidement à expérimenter avec le HDR perdurera certainement dans les années à venir en raison de sa facilité de mise en œuvre, moyennant un compromis sur la qualité du SDR et du HDR transmis.

B. Le PQ :

PQ est le standard adopté par le Cinéma, le Blu-ray et les services de streaming à ce jour. Les studios l'utilisent également pour créer leurs masters car c'est le format qui permet d'enregistrer le plus d'informations liées à l'image.

Nous avons détaillé plus haut le fonctionnement de la courbe PQ. Les valeurs d'intensités lumineuses sont codées de façon absolue dans un conteneur allant de 0 à 10 000 nits. Ce qui veut dire que 100 nits sur le moniteur de référence équivalent à 100 nits sur le téléviseur du spectateur.

Ce système permet de transporter de façon efficace toute l'information utile disponible dans l'image. Il faut maintenant aider la TV à en tirer le meilleur parti. Par exemple, si le contenu contient des pics à 4 000 nits et que l'écran monte à 1 500 nits, il doit effectuer une adaptation :

- 1) **PQ10** : c'est une courbe PQ en 10 bits. Le TV analyse l'image qu'il reçoit et en détermine les caractéristiques. Il effectue sa propre adaptation. Chaque TV fera une adaptation en fonction de ses critères. Le rendu est très différent d'un fabricant à un autre.
- 2) **HDR10** : c'est une courbe PQ10 plus des métadonnées statiques qui décrivent la luminance maximum et moyenne de tout le programme. Ces métadonnées ont été normalisées dans SMPTE 2086. Cette solution est adoptée comme technologie HDR de base dans le Blu-ray UHD et par plusieurs services de V à D. Sa limitation est d'imposer un gabarit unique à l'ensemble du programme alors que le taux de contraste peut être très différent d'une scène à l'autre. La même réduction de volume de couleur est imposée aux scènes de nuit ou aux scènes en plein soleil par exemple. Cela peut engendrer des désaturations ou des pertes de détails dans l'image.
- 3) **PQ + métadonnées dynamiques**. Le constat ci-dessus a entraîné la prise de conscience de l'industrie que l'adaptation (ou *display mapping*) se fait de façon plus fidèle quand le contenu est accompagné de métadonnées dynamiques le décrivant scène par scène, voire image par image. On peut alors afficher à l'écran l'image qui contient le maximum d'informations. Les métadonnées dynamiques ont été incluses en option dans la spécification du Blu-ray UHD, de DASH-IF et dans HDMI. Elles peuvent être transportées dans un flux broadcast compatible DVB. Plusieurs solutions utilisent ce principe, à l'origine porté par Dolby dans le Dolby Vision normalisé dans SMPTE 2094-10. Technicolor et Samsung portent leurs propres solutions basées sur des métadonnées dynamiques, que nous ne détaillerons pas ici.

IV. Dolby Vision

RESPECT DU CONTENU CREE

Le processus de mise en œuvre du Dolby Vision est très proche de ce qui se fait déjà aujourd'hui pour l'étalonnage colorimétrique. Le but est de restituer les images capturées par la caméra avec la plus grande exactitude possible et de limiter les compromis artistiques lors de la phase d'étalonnage et de mastering.

L'étalonnage de référence de Dolby Vision est créé de manière traditionnelle, sauf que les données d'imagerie sont spécifiées dans l'espace PQ. Un moniteur de référence HDR (pouvant atteindre une intensité lumineuse de 4000 nits aujourd'hui) est utilisé pour les réglages de couleurs et de luminosité afin de créer l'image la plus saisissante possible, tirant ainsi complètement avantage de la plage dynamique disponible. Lorsque l'étalonnage est terminé, le système Dolby Vision analyse l'image et sauvegarde les métadonnées dynamiques décrivant toutes les décisions créatives concernant la restitution de l'image. Le système permet également de décliner une version SDR dont les paramètres sont aussi enregistrés dans les métadonnées.

Les images et les métadonnées peuvent alors être exportées. Les métadonnées dynamiques générées peuvent ensuite être utilisées pour adapter le master HDR à des écrans offrant large une plage de performances.

Dans le cas d'une diffusion en direct, un système permet d'analyser le contenu en temps réel et de créer les métadonnées dynamiques juste avant l'encodeur vidéo. C'est ce qui a été expérimenté pour la première fois en direct et en public avec France TV lors de Roland Garros 2017.

Avec ces informations reflétant les décisions artistiques du créateur, le gestionnaire d'affichage Dolby Vision dans les récepteurs est en mesure d'adapter de manière beaucoup plus précise le contenu diffusé aux propriétés graphiques de l'affichage. Les nuances sont ainsi parfaitement conservées, ce qui est essentiel notamment pour reproduire fidèlement les teintes de peau. Même avec les téléviseurs à rétroéclairage périphérique (*edge*) grand public, la perception globale des couleurs est bien mieux préservée. Les métadonnées permettent également une gestion avancée du contraste dynamique pour les systèmes de rétroéclairage global (*global dimming*), permettant aux appareils dénués de rétroéclairage local d'offrir une qualité HDR honorable pour leurs performances. Il est ainsi possible d'amener le HDR aux modèles entrée de gamme. Par exemple, cette année TCL sort un TV UHD avec HDR Dolby Vision à 500€.

DIFFUSION DU CONTENU

Dolby Vision est aujourd'hui déployé au cinéma, dans le Blu-ray UHD, en streaming (Vudu, Netflix, Amazon...) et en cours chez certains opérateurs de TV payante. Il existe plusieurs méthodes pour distribuer un contenu en Dolby Vision. Celle qui convient le mieux à la diffusion sur un marché « horizontal » est basée sur PQ10 + métadonnées dynamiques SMPTE 2094-10. Ce flux est également rétro-compatible avec tous les TV UHD-1 Phase 2 (qui comprennent le PQ10). Cela signifie que les diffuseurs ont le choix d'utiliser ou non cette technologie et les fabricants ont également le choix de l'implémenter ou non. Les organismes de statistiques prévoient une généralisation rapide du HDR dans les modèles UHD-1 phase 2, voire à certains modèles HD.

Aujourd'hui, la plupart des grands studios de cinéma créent leurs masters en Dolby Vision (Warner, SPHE, Lionsgate, Universal, MGM...). 10 des principaux fabricants de TV embarquent également la technologie (LG, Sony, TCL, Vizio, HiSense,...). Apple a annoncé le support du Dolby vision dans la nouvelle AppleTV 4K, ainsi que Google dans Chromecast Ultra. Cela participe largement à la prise de conscience du grand public sur le HDR.

Question 5 : L'amélioration de la qualité sonore sur la TNT a-t-elle le même degré de priorité que l'amélioration de l'image ? Par l'emploi de quelles technologies ? Doit-elle nécessairement accompagner l'amélioration de la qualité de l'image ? Est-il nécessaire de rendre possible l'introduction de composantes sonores ou d'accessibilité supplémentaires sur la TNT ?

I. Qualité du son

Lorsque nous regardons la TV, nous tolérons les macros blocs de temps à autre, les images qui saccadent... Tant que le son continue ! Par contre les interruptions de son sont beaucoup moins bien supportées. Parce qu'il a le rôle de renforcer la narration, de donner du sens, de créer l'atmosphère d'une scène... L'auditeur est fortement perturbé par un arrêt ou une dégradation du son. Soulignons que nous pouvons fermer les yeux mais pas les oreilles, ce qui fait que nous sommes tout le temps en alerte par l'audition.

Sous un angle artistique, le pouvoir narratif et évocateur du son n'est plus à démontrer. Beaucoup de créateurs l'ont compris. Ainsi G. Lucas comme F.F. Coppola expriment l'importance qu'ils donnent au son, en disant qu'il fait au moins la moitié du travail et constitue la moitié de l'expérience.

L'expérience audiovisuelle est constituée de bien plus que simplement l'expérience de l'audio et l'expérience de la vidéo. Des études ont démontré les interactions qui existent entre l'audio et la vidéo. Certaines études montrent que la qualité de l'un influe sur la qualité perçue de l'autre. Par exemple, si la qualité de l'audio se dégrade, nous percevons une image de moins bonne qualité alors qu'elle n'a pas changé. Cela est valable dans les deux sens. Cette interaction mérite d'être connue et exploitée pour tirer parti de cette synergie. Il serait dommage de ne pas accompagner des efforts pour améliorer la qualité d'image par celle de l'audio, au risque de diminuer les premiers.

II. Evolution du sonore

La dernière version de la spécification DVB TS 101 154 a posé un nouveau jalon dans l'histoire de l'audio, révolutionnant le son pour la télévision et accompagnant ainsi l'amélioration de l'image. Connue sous le nom de « NGA » (Next Generation Audio), cette nouvelle génération de systèmes sonores apporte un profond changement à la façon dont l'audio est produit, distribué et consommé dans les foyers.

The infographic is divided into three vertical columns, each with a colored header and a corresponding image and text box.

- REALISTE** (Green header):
 - Text: **L'audio immersif permet au créateur du contenu de raconter des histoires de la meilleure façon qui soit.**
 - Image: A person in a snowy environment with the text "THIS IS DOLBY ATMOS".
 - Image: A lush green forest with the text "FULL 360° SOUND".
- PERSONALISEE** (Teal header):
 - Text: **L'audio personnalisé laisse le choix au spectateur.**
 - Image: A person holding a circular audio icon.
 - Image: A television set with a remote control in the foreground.
- ADAPTATIF** (Black header):
 - Image: A group of people holding smartphones, representing mobile devices.
 - Image: A woman wearing a headset, representing a different audio configuration.
 - Text: **Rendu optimal sur différentes configurations et appareils**

Immersif et personnalisé

Les systèmes audio nouvelle génération (NGA) ne sont pas seulement beaucoup plus efficaces en débit, mais permettent de véhiculer une expérience sonore immersive en ajoutant la dimension de la hauteur afin de créer une scène sonore plus réaliste. Ils donnent également accès à de nombreux contrôles à l'utilisateur pour personnaliser son expérience et choisir entre différents éléments sonores comme d'autres langues, commentateurs sportif, etc...

Un nouveau paradigme pour l'audio

Traditionnellement, on se réfère à l'audio par rapport aux nombres de canaux sur lesquels il est mixé (2.0, 5.1...). Avec le NGA, l'audio est traité différemment et divisé en éléments sonores séparés : les objets sonores. Ce simple changement rend obsolète le besoin d'avoir un mixage unique valable pour tous les usages. A la place, les systèmes NGA permettent à l'audio de s'adapter aux différents environnements d'écoute et aux préférences de l'utilisateur.

Objets, éléments et présentations

Au lieu de délivrer un mixage complet en stéréo ou 5.1, les créateurs de contenu peuvent délivrer des éléments audio séparés qui sont regroupés en une ou plusieurs présentations. Chaque présentation correspond à un ensemble autonome d'éléments et à une expérience utilisateur donnée. L'avantage de cette méthode est de pouvoir mutualiser, échanger, ignorer ou modifier un ou plusieurs éléments sonores indépendamment des autres. Ces multiples éléments peuvent être distribués dans un flux audio unique. Dans l'exemple ci-dessous, il y a une ambiance neutre et les différentes langues séparément. L'utilisateur a le choix parmi plusieurs présentations.



Une révolution pour l'accessibilité audio

Les fonctions d'accessibilité telle l'audiodescription peuvent aussi être envoyées comme éléments sonore séparés et mixés avec le programme lors de la restitution. Cela permet à l'utilisateur de bénéficier de contrôles additionnels sur la façon dont il peut écouter cet élément. Pour le diffuseur, cela permet de gagner du débit en n'envoyant qu'une piste mono supplémentaire. Pour les personnes ayant des difficultés à percevoir les dialogues, il est possible de rehausser l'intelligibilité du dialogue en ajustant l'équilibre entre l'ambiance et la voix

Adaptation au système d'écoute

Les systèmes NGA sont adaptatifs et le même flux est capable de produire un résultat optimal pour chaque récepteur allant du système Home Cinéma aux mobiles en passant par la TV. Cela vient du fait que le moteur de rendu est situé dans le récepteur et connaît ses capacités.

Parmi les systèmes audio nouvelle génération, Dolby AC-4 (ETSI TS 103 190) a été introduit à DVB en 2014. Nous présenterons cette solution plus en détails ci-dessous.

III. Le Dolby AC-4

Dolby AC-4 est la suite d'une longue lignée de codecs audio développés par Dolby. Le Dolby Digital Plus a été adopté par la TNT HD en 2008 et fait aujourd'hui référence dans tous les récepteurs HD et UHD, en France et au-delà. Cependant, comme le montre le tableau ci-dessous, c'est une technologie qui a maintenant presque 12 ans. Dolby travaille déjà depuis plusieurs années pour accompagner la transition technologique vers l'UHD et le HEVC, entre autres. AC-4 a également été développé en tenant compte de tous les retours et les besoins remontés par les diffuseurs, les équipementiers, les créateurs de contenu et les utilisateurs de Dolby Digital (AC-3) et Dolby Digital Plus (E-AC-3) depuis 20 ans.

Codec	Age	Efficiency	Seamless	Accessibility	Dialogue	Loudness	Metadata
MPEG1 L2	1993	-	-	*	-	-	-
AC3 (DD)	1997	-	-	-	-	*	**
AAC-LC	1999	-	-	*	-	-	*
HE-AAC	2003	**	-	*	-	-	*
E-AC3 (DD+)	2006	**	*	**	-	*	**
AC-4	2014	***	***	***	***	***	***

1. L'expérience immersive

Dolby a lancé en 2012 la technologie de son immersif Dolby Atmos, pour la première fois au cinéma. Il était enfin possible d'avoir du son non seulement tout autour de soi mais également au-dessus de soi. Le principe des objets sonores permet de placer un son précisément dans un espace en 3 dimensions, offrant ainsi des possibilités narratives infinies pour les créateurs.



Dolby Atmos a été développé conjointement avec les professionnels de l'industrie du divertissement, afin de répondre au mieux à leurs besoins créatifs. L'accueil par le public et l'industrie a été exceptionnel et pour cause, c'est la nouvelle technologie audio qui a connu la plus rapide adoption dans l'histoire du son. Deux ans après ses débuts au cinéma, Dolby Atmos a débarqué dans nos salons avec les premiers amplis et Bluray, fin 2014. Ont suivi rapidement les services de streaming,

les enceintes spéciales pour l'élévation et les barres de son. Nous assistons maintenant au début d'une phase de « démocratisation » du format avec des appareils de plus en plus abordables et simples d'utilisation. Les fabricants d'électronique grand public jouent de plus en plus la carte de la différenciation sur l'audio, passant ce message au consommateur. Cela favorise une prise de conscience de l'importance de la qualité audio.

Quelques chiffres : Plus de 700 films mixés en Atmos dans le monde, 3200 salles de cinéma équipées (dont 120 en France), 80 références de home cinéma, 40 références d'enceintes Atmos, 12 barres de son, 60 smartphones et tablettes

Le Dolby Atmos a déjà fait son chemin en diffusion. Par exemple les opérateurs anglais BT sport et SKY diffusent plusieurs fois par semaine des matchs de foot en Dolby Atmos. Orange a lancé il y a 18 mois le premier service de VàD UHD avec Dolby Atmos et lancera sa propre barre de son supportant le format d'ici la fin 2017.

Cette expérience immersive que le public identifie sous la marque Dolby Atmos, prend support de diverses solutions technologiques pour être distribuée. Dolby AC-4 a bien sûr été conçu pour transporter le Dolby Atmos nativement et de façon efficace. C'est le seul codec NGA qui permet de délivrer du Dolby Atmos.

2. Les débits

De la même façon qu'HEVC promet d'économiser 50% de bande passante comparé à H264, AC-4 est 2 fois plus efficace en débit qu'E-AC-3. Par exemple, sur la TNT on a du 5.1 à 192 kbps. L'AC-4 permet de transporter du 5.1 pour 96 kbps, ou pour le même débit de faire du son immersif, deux langues et de l'audiodescription par exemple. Ci-dessous un tableau comparatif des débits et des fonctionnalités.

	AC-4	E-AC-3	AC-3
Lowest Stereo Bitrate	32 kbps	96 kbps	192 kbps
Lowest 5.1 Bitrate	96 kbps	192 kbps	384 kbps
Lowest Dolby Atmos Bitrate	144 kbps	384 kbps	
Visually Impaired Audio Description	Multiple	One only	
Personalization / audio presentations	✓		
Dialog Enhancement	✓		
Multi-band dynamic range compression	✓		
Video frame aligned	✓		
Integrated loudness management	✓		
Integrated binaural headphone rendering	✓		
Device-specific down-mixing / rendering	✓		

3. Accessibilité et confort d'écoute

Comme expliqué dans le paragraphe II, la transmission d'objets sonores améliore l'accessibilité. L'audio description peut être transmise sous forme d'une composante mono (24 ou 32 kbps), dans le même flux audio, et mixée avec le programme au volume souhaité par l'utilisateur.

Ce principe est également valable pour le dialogue. On pourrait ainsi faire du multi-langues en transmettant la version internationale et les langues séparément, le tout dans le même flux. Une des

plaintes les plus récurrentes des spectateurs porte sur l'intelligibilité du dialogue. Etant la composante la plus porteuse de sens, il est important qu'elle soit bien intelligible. Les critères d'intelligibilité varient selon les âges, les milieux sociaux-culturels, la langue maternelle, etc. Pouvoir rehausser légèrement le niveau des voix afin d'atteindre un confort optimal est une fonction très appréciée. Dolby AC-4 permet au diffuseur et à l'utilisateur de profiter de ce système. Que le dialogue soit transmis comme un objet séparé ou non, l'intelligence embarquée à la fois dans l'encodeur et le décodeur permettent à l'utilisateur d'agir sur le niveau des voix. Ce contrôle peut être borné par le diffuseur s'il le souhaite (par exemple pour ne pas permettre de supprimer un commentateur).

Un même flux AC-4 sait s'adapter au système de restitution. Selon s'il s'agit d'un home cinéma, d'une TV ou d'un mobile, le rendu va adapter la spatialisation, le niveau moyen et la dynamique du programme.

4. Fonctionnalités système :

Synchronisation audio / vidéo : Aucun système de diffusion audio à ce jour ne permet de transmettre les trames audio et vidéo alignées (sauf le Dolby E, mais c'est un format professionnel). Cela pose des problèmes pour le *splicing*, notamment dans les décrochages régionaux. AC-4 peut aligner les trames audio aux trames vidéo, ce qui facilite les décrochages, les commutations, l'insertion publicitaire, ...

La gestion du niveau sonore (*loudness*) et de la dynamique sonore est intégrée dès l'encodage. Il est possible pour le diffuseur de paramétrer l'encodeur différemment si le programme est déjà compatible avec la norme R128 ou non.

5. Coût de la technologie et disponibilité

Depuis plusieurs années, la quasi-totalité des récepteurs compatibles DVB ont inclus le moteur audio Dolby Multi-Stream (MS1x). Cette plateforme supporte des formats comme AC-3, E-AC-3 et la famille AAC, en faisant une plateforme évolutive et complète adaptée aux besoins du marché. AC-4 est maintenant disponible avec la version actuelle de MS12 et est inclus sans coût supplémentaire pour les fabricants. Il n'y a pas non plus de coût d'usage pour les créateurs de contenus et fournisseurs de services. Comme cela a toujours été le cas, Dolby fournit aux fabricants l'ensemble des éléments nécessaires à l'intégration et au test de leur produits, et délivre une certification pour assurer la qualité et la cohérence du parc déployé.

Samsung, LG, Sony, TP Vision, Sagemcom et VIZIO ont effectué des démonstrations publiques et/ou annoncé dans la presse leur support de l'AC-4 dans leurs produits. Depuis 2017, Samsung et LG commercialisent déjà des TV UHD qui décodent l'AC-4. AC-4 est aussi disponible pour les appareils nomades.

Harmonic, Ericsson, Ateame et d'autres fabricants de matériel professionnel incluent également le support de l'AC-4 dans leurs produits.

6. AC-4 est déjà utilisé

Le tournoi de tennis de la porte d'Auteuil en 2015 a marqué la première transmission en direct d'audio en Dolby AC-4. C'est TDF qui a opéré cette première, sur le multiplexe de test HEVC. Depuis cette date, AC-4 est resté quasiment tout le temps à l'antenne sur UHD1 et/ou UHD 2 en fonction des programmes, en simulcast avec E-AC-3. Durant le tournoi de tennis de 2017 a eu lieu la première transmission en direct de Dolby Atmos transporté dans de l'AC-4 (via TDF et Fransat). Le diffuseur Espagnol RTVE émet de l'AC-4 en monocast sur leur canal de test depuis 1 an et SES Astra sur toute l'Europe depuis IBC 2017. C'est maintenant au tour de la Pologne et de l'Italie (qui a inclus le format dans sa spécification UHD) de faire des tests de transmission. Tous ces tests permettent aux fabricants d'avoir de vrais flux pour tester leurs produits.

Hors d'Europe, l'ATSC 3.0 inclue AC-4 dans le standard et l'association des diffuseurs Nord-Américains (NABA) le spécifie comme format audio nouvelle génération unique pour les services déployés dans cette région (EU, Canada, Mexique). De nombreuses autres spécifications nationales et d'opérateurs verticaux référencent déjà AC-4.

CONCLUSION

Lors d'une transition technologique aussi importante que le passage au HEVC, il est important de faire évoluer l'audio en même temps. L'audio seul ne peut pas engendrer un changement de génération dans les récepteurs. Il est donc crucial de synchroniser ces changements au maximum pour ne pas générer de précédent et s'assurer que l'innovation en audio n'est pas perdue sur une génération entière de récepteurs.

En sélectionnant la meilleure technologie audio disponible il y a 10 ans, la TNT a pu déployer une qualité de service et de récepteurs qui fait référence. Aujourd'hui, il est primordial que les avantages amenés par les NGA comme de diviser le débit par deux, améliorer l'accessibilité, l'intelligibilité du dialogue, la personnalisation, le son immersif et la distribution hybride, fassent partie d'une nouvelle spécification pour le futur de la plateforme TNT. Nous estimons que c'est la seule solution audio qui puisse répondre aux besoins de la diffusion, de l'internet, d'un domaine hybride multiplateformes et pluri-media.

Question 6 : A quel rythme estimez-vous que l’UHD va se généraliser industriellement, à la fois dans les téléviseurs, la chaîne de production et la distribution ?

Concernant l’audio pour l’UHD et en référence à la réponse à la question 5 (III.6), nous estimons qu’AC-4 sera présent dans la majorité des récepteurs UHD d’ici 1 à 2 ans.

AC-4 et Dolby Vision sont d’ores et déjà présents sur le marché Français dans les téléviseurs UHD de plusieurs marques reconnues.

Question 7 : Avez-vous des éléments complémentaires à communiquer concernant le ressenti des utilisateurs en matière de qualité d’image ? Que pensez-vous de la mise en œuvre de services en HD améliorée en TNT ?

Nous ne voyons pas de contre-indication technique à l’emploi du HDR conjointement à la HD. L’apport du HDR est toujours visible et accroît cette sensation de détail dans l’image. Cependant, il est à noter que la grande majorité des ayants-droits à ce jour associent le HDR à l’UHD. La plupart des studios produisant des films à succès interdisent à ce jour aux diffuseurs et opérateurs de TV payante d’effectuer des conversions en HD de leurs titres en UHD HDR. Mais il n’est pas de notre ressort de se prononcer sur l’évolution des stratégies des ayants-droits.

Question 8 : Que permettent les normes actuelles et futures de HbbTV ? Etes-vous intéressés par les fonctionnalités HbbTV ? Quels sont les freins techniques, juridiques ou économiques au développement de HbbTV ? Quel est le débit minimum nécessaire sur la voie de retour pour permettre un bon fonctionnement de HbbTV (le cas échéant, différencier selon les services fournis en HbbTV) ? Quelle est le débit nécessaire sur la TNT pour mettre en œuvre HbbTV ?

Pour ce qui concerne l’audio, HbbTV 2.0 est compatible avec Dolby AC-4.

Lors du congrès HbbTV ayant eu lieu à Rome mi-October, Dolby a démontré du son immersif (Dolby Atmos) délivré en AC-4 par HbbTV, en utilisant des téléviseurs du commerce.

Il est possible d’envisager d’envoyer des flux audio additionnels séparément par HbbTV et de recomposer le tout dans le récepteur. Le débit nécessaire à la transmission d’une composante audio additionnelle est très faible et peut passer sur tout type de connexion internet.

Question 9 : Etes-vous intéressés par des fonctionnalités de « push » ? Quels sont les débits nécessaires pour offrir des services satisfaisants ? Quels sont les freins techniques, juridiques ou économiques au développement de ces fonctionnalités ?

Ne se prononce pas.

Question 10 : Quel type de services enrichis souhaitez-vous voir lancés ou développés sur la plateforme TNT ? Est-ce que cela nécessite une action des pouvoirs publics, et notamment du Conseil ?

Le NGA, grâce à l’audio orienté objet, donne des opportunités de services additionnels permettant de personnaliser l’expérience du spectateur. Ces expériences peuvent être valorisées, sponsorisées... Le NGA permet également une meilleure intégration de la publicité ciblée.

Question 11 : Quels gains pourraient retirer les éditeurs de la mise en œuvre de services enrichis sur la plateforme TNT ? Des initiatives sont-elles envisagées en la matière ? De nouveaux modèles économiques peuvent-ils être envisagés, par exemple avec l’accès à des services supplémentaires (ou en UHD) ?

Ne se prononce pas.

Question 12 : Compte tenu des contraintes exposées ci-dessus et du calendrier dans lequel les évolutions présentées en partie 2 pourraient être introduites sur la TNT, êtes-vous d'accord sur la pertinence du choix des normes DVB-T2 et HEVC pour la modernisation de la plateforme TNT en France ?

OUI. Nous recommandons également de choisir un nouveau format audio par la même occasion, car il est essentiel que toutes les composantes (RF, vidéo, audio) soient modernisées ensemble afin d'éviter un parc hétérogène. Nous recommandons donc AC-4 en tant que nouveau format audio.

Question 13 : Disposez-vous d'autres données sur les débits nécessaires à la transmission de services de télévision en HD améliorée ou en UHD ?

Les débits mentionnés pour le HDR semblent corrects. Le passage de 8 bits en 10 bits correspond en moyenne à une augmentation de débit de 10%. L'ajout de métadonnées dynamiques est négligeable. Les débits audio sont la moitié de l'existant et détaillés à la question 5.

Question 14 : Avez-vous des commentaires sur ces estimations ? Avez-vous une préférence pour un scénario ? Au-delà des scénarios listés ci-dessus, voyez-vous d'autres scénarios de composition des services télévisuels ?

A titre informatif, le HDR n'est pas vraiment compatible avec les formats entrelacés. Aucune implémentation d'encodeur vidéo gérant le HDR ne fait d'entrelacé à ce jour.

Question 15 : Le Conseil souhaite recueillir l'analyse des acteurs sur les débits qui pourraient être nécessaires à la mise en œuvre des nouveaux services interactifs

Dans le cas de services audio additionnels, les débits nécessaires sont réduits de moitié par rapport à l'existant en utilisant le Dolby AC-4. Cela veut dire 32 ou 48 kbps pour une piste stéréo (24 ou 32 kbps pour du mono). Cela permettrait par exemple d'envoyer de l'audio description, ou les commentaires du réalisateur dans un film, ou également un autre commentateur sportif... Le champ des possibles est vaste.

Question 16 : Le Conseil souhaite recueillir l'analyse des acteurs sur la coordination entre l'introduction des deux normes DVB-T2 et HEVC, et sur la possible nécessité de basculer concomitamment l'ensemble des services et des multiplex vers les normes DVB-T2 et HEVC. En particulier, dans quelle mesure une bascule, en une unique opération, vers les normes DVB-T2 et HEVC est-elle réalisable d'un point de vue opérationnel ? Ces questions pourront faire l'objet d'approfondissements ultérieurs dans le cadre des groupes de travail techniques du Conseil.

Ne se prononce pas.

Question 17 : Compte tenu notamment du rythme de développement industriel et de l'équipement des foyers, à partir de quelle date vous paraît-il envisageable de procéder à un basculement généralisé de la TNT vers les normes DVB-T2 et HEVC ?

Dolby ne souhaite pas se prononcer à la place des diffuseurs, mais participe activement aux travaux du FAVN.

La réponse aux questions 5 et 6 apporte des éléments de calendrier concernant le Dolby AC-4. Le FAVN sera à même de trouver la meilleure solution pour qu'une transition de format audio s'effectue sans interruption de service.

Concernant le HDR, la solution de Dolby est déjà compatible avec tous les récepteurs UHD-1 Phase 2 qui supportent PQ10. La réponse à la question 4 apporte également des éléments de calendrier. Les analystes prévoient une forte croissance des ventes de récepteurs compatibles HDR, comme l'explique cette étude : <https://www.broadbandtvnews.com/2017/05/25/hdr-sets-will-surpass-4k-tv-shipments-in-2020/>

Question 18 : L'introduction de services interactifs ou le développement des services existants doit-il être lié à la migration vers les normes DVB-T2 et HEVC ?

Oui, de même qu'à l'introduction du HDR et de l'audio NGA.

Question 19 : Compte tenu de la date à partir de laquelle un basculement vers les normes DVB-T2 et HEVC est envisageable (voir *supra*), de l'ensemble des démarches préparatoires mentionnées ci-dessus, et de vos propres contraintes techniques, financières et opérationnelles, à quel horizon vous paraît-il possible et souhaitable de lancer un appel aux candidatures pour l'introduction de nouveaux services innovants sur la plateforme TNT ?

Ne se prononce pas.

Question 20 : Quelle est la couverture cible minimale à atteindre pour ce multiplex multi-ville ? Avez-vous des commentaires sur la méthode de travail ? Avez-vous une autre estimation de la couverture cible qui pourrait être envisagée ?

Ne se prononce pas.

Question 21 : Avez-vous des commentaires sur les services qui pourraient être proposés au sein du multiplex multi-villes ? Ce multiplex multi-villes devant offrir une vitrine à des innovations qui pourraient être apportées sur la TNT grâce aux normes DVB-T2 et HEVC, faut-il nécessairement proposer des services en UHD ou des services en HD améliorée pourraient-ils également convenir ?

Que ce soit en UHD ou HD, il peut être intéressant de diffuser une composante en audio nouvelle génération, permettant d'amener l'immersion, l'amélioration du dialogue et la personnalisation. Cela permettra aussi aux fabricants de faire évoluer leurs interfaces utilisateurs pour le NGA et aux diffuseurs de tester de nouvelles méthodes de production et distribution du son. Dolby est en tout cas tout à fait disposé à aider les diffuseurs dans cette mise en place.

Question 22 : Dans l'éventualité du lancement d'un multiplex multi-ville précurseur, les acteurs sont invités à se prononcer sur leurs intentions et les modalités de leur participation, le cas échéant, à cette démarche : contenus qui seraient proposés, conditions de mise à disposition, modalités de diffusion du multiplex, coûts de l'opération (en distinguant les coûts liés à la production et l'édition des contenus des coûts de transports et diffusions), calendrier pertinent de lancement, etc.

Ne se prononce pas.

Question 23 : Sans attendre les échanges qui pourront intervenir prochainement dans le cadre de groupes de travail organisés par le Conseil, avez-vous d'ores et déjà des commentaires à apporter à la définition du profil DVB-T2 ?

Ne se prononce pas.

Question 24 : Comme pour le DVB-T2, y a-t-il des paramètres à fixer pour la norme HEVC ? Lesquels ? Quel doit être selon vous le rôle des pouvoirs publics, et notamment du Conseil, en la matière ?

La spécification DVB audio Video TS 101 154 v2.3.1 décrit comment HEVC peut être utilisé en diffusion. Nous suggérons que ces spécifications et recommandations soient appliquées conformément à la section 5.14.1 décrivant « *HEVC HDR UHD TV IRDs and bitstreams* ». Cette section précise également qu'il est possible d'inclure des métadonnées dynamiques pour le HDR dans les messages SEI. Afin d'assurer l'interopérabilité des services et récepteurs en France, et s'il est jugé opportun par le conseil et les diffuseurs de pouvoir utiliser en option certains systèmes HDR à métadonnées dynamiques, nous suggérons que cela soit précisé dans la spécification nationale Française. Cela permettra que les récepteurs qui intégreront ces technologies optionnelles aient été testés en amont, et que ceux qui ne les intègrent pas se comportent correctement en ignorant les données qui ne leur sont pas adressées.

La signalisation audio pour le NGA et l'AC-4 se trouve dans cette même spécification et devrait être utilisée comme base pour une spécification Française. Les groupes NorDig audio et le HD Forum Italien ont également rédigé des spécifications régionales qui peuvent servir de contribution, également en vue d'une cohérence en Europe.

Question 25 : Estimez-vous nécessaire que soit mise en place une labellisation des équipements ? Estimez-vous que le principe d'un label présenté ci-dessus est suffisant ou privilégiez-vous une démarche réglementaire ou législative en vue de préparer la compatibilité du parc d'équipements ?

DVB fournit une boîte à outils de technologies qui peuvent être utilisées. Une spécification locale est utile pour clarifier les outils vraiment indispensables aux besoins des diffuseurs, spectateurs et opérateurs sur toute la durée de vie de la plateforme. Ces informations additionnelles sont très utiles pour assurer l'interopérabilité des équipements, surtout au démarrage de nouvelles technologies qui n'ont pas encore atteint leur point de maturité. Bien sûr des efforts doivent être fait pour s'harmoniser avec nos voisins européens.

Pour l'avènement de la TNT HD, le conseil a publié conjointement avec le HD Forum une spécification nationale à caractère réglementaire. Cette démarche a été fructueuse et a permis l'initialisation d'un parc cohérent en HD, qui a même bénéficié aux pays voisins. En tant que partenaire industriel, Dolby a travaillé avec les diffuseurs et les fabricants pour s'assurer du bon fonctionnement du Dolby Digital Plus (E-AC-3) qui avait été spécifié comme format audio. Cela a également été le cas lors des tests du HD Forum avec le labo FNAC sur la qualité de l'audio et des niveaux sonores dans les récepteurs. Nous nous engageons à apporter tout le support nécessaire au bon déploiement et au bon fonctionnement des technologies audio et vidéo dont nous avons la responsabilité.

Par ailleurs, dans le cas d'une obligation réglementaire imposée aux industriels, nous tenons à souligner que le ticket d'entrée pour l'audio nouvelle génération est négligeable dans le cas du Dolby AC-4. En effet, lorsque l'E-AC-3 est présent dans le récepteur (ce qui est le cas dans tous les récepteurs HD en France), il n'y a pas de coût de licence additionnel pour l'AC-4.

Question 26 : Estimez-vous que certaines innovations qui pourraient être apportées à la plateforme TNT pourraient soulever des difficultés juridiques pouvant freiner voire empêcher leur lancement ou leur développement ?

Ne se prononce pas.

Question 27 : Les acteurs sont invités à indiquer s'ils estiment avoir besoin de l'appui des pouvoirs publics, et notamment du Conseil, pour coordonner l'introduction ou le développement des services interactifs sur la plateforme TNT.

Ne se prononce pas.

Question 28 : En dehors de ceux évoqués dans cette partie 4.3, voyez-vous d'autres travaux à mener

Ne se prononce pas.