

## **Réponse à la consultation publique pour la modernisation de la plateforme TNT**

Version 1.1



I.	Introduction.....	6
1.	Présentation d'ATEME.....	6
2.	Structure du document .....	6
II.	Bilan des premiers travaux préparatoires à la consultation publique .....	7
1.	Chantier 1 : Définir les nouvelles normes techniques et leurs modalités d'introduction sur la plateforme TNT .....	7
1.	<b>Standards d'image et de son .....</b>	<b>7</b>
2.	<b>Les services interactifs .....</b>	<b>9</b>
3.	<b>Définir les paramètres de diffusion et leur impact sur les modalités d'évolution de la TNT.....</b>	<b>9</b>
4.	<b>Réponse à la question 1 .....</b>	<b>10</b>
III.	Les conditions nécessaires au lancement de nouveaux formats d'image et de son (UHD/HD améliorée) sur la TNT .....	12
1.	Disponibilité des contenus HD/UHD .....	12
1.	<b>Upscale des contenus HD en UHD .....</b>	<b>12</b>
2.	<b>Conversion de contenus SDR en HDR.....</b>	<b>12</b>
3.	<b>Réponse à la question 6 .....</b>	<b>13</b>
IV.	Mise en œuvre d'une offre précurseur .....	14
1.	Identification de la ressource radioélectrique pour une offre précurseur .....	14
1.	<b>Identification d'un multiplex national par « repli » de l'offre TNT actuelle sur cinq multiplex au lieu de six .....</b>	<b>14</b>
2.	<b>Réponses aux questions 9, 10 et 11 .....</b>	<b>14</b>
2.	Attribution de la ressource radioélectrique identifiée.....	15
1.	<b>Capacité du nouveau multiplex .....</b>	<b>15</b>
2.	<b>Modalité d'organisation de la ressource du multiplex.....</b>	<b>16</b>
3.	<b>Réponses aux questions 13 et 15.....</b>	<b>16</b>
3.	Accès des téléspectateurs à l'offre précurseur .....	18
1.	<b>La numérotation des chaînes portant les programmes en UHD ou HD améliorée .....</b>	<b>18</b>
2.	<b>L'accès automatisée aux programmes de l'offre précurseur .....</b>	<b>18</b>
3.	<b>Réponses aux questions 16 et 17.....</b>	<b>18</b>
4.	Synthèse et calendrier de modernisation de la TNT .....	19

1.	Mise en œuvre de l'offre précurseur .....	19
2.	Réponses aux questions 19 et 20.....	19
V.	Conclusion .....	20
VI.	Références.....	21

## Table des illustrations

Figure 1 : Expérimentations menées par ATEME sur la base des technologies PQ10 et HLG10 .....	7
Figure 2 : Expérimentations menées par ATEME en métadonnées dynamiques (SL-HDR & Dolby Vision) .	8
Figure 3 : Intégration d'une technologie d' « upscale » SDR vers HDR dans un service diffusé .....	12

## I. Introduction

### 1. Présentation d'ATEME

ATEME a été créée en 1991 en tant que société de service spécialisée dans le traitement vidéo. Dans les années 2000, ATEME s'est spécialisée dans la compression vidéo, puis a rapidement introduit une solution de diffusion vidéo bout-en-bout. En 2014, ATEME s'est introduit en bourse sur le marché Euronext Paris.

ATEME a transformé le domaine de la diffusion vidéo, et ne compte pas s'arrêter là. ATEME fut la première société à commercialiser une solution 4:2:2 10-bit, la première à proposer une solution HEVC et HDR opérationnelle, et récemment, à lancer la première véritable solution logicielle NFV pour la diffusion vidéo, conçue pour accompagner la transition des fournisseurs de service vers les datacenters vidéo. Pour compléter sa technologie de pointe, ATEME est partenaire de fleurons technologiques comme Intel, Apple et Microsoft dans le but de créer les meilleures solutions de diffusion vidéo.

ATEME est un membre actif de groupes et organisations comme le DVB et le SMPTE. ATEME a participé activement aux travaux de l'ITU pour la standardisation du codec HEVC en 2013. En juin 2016 ATEME a rejoint l'Alliance for Open Media pour aider au développement d'un codec vidéo ouvert et libre de droits.

Le siège d'ATEME est situé à Vélizy en Ile-de-France, et l'entreprise dispose de bureaux R&D et de support à Rennes, Denver, Sao Paulo et Singapour. Assurant une présence commerciale dans 14 pays, ATEME est riche de ses 280 collaborateurs, dont 100 des meilleurs experts vidéo au monde. En 2019, ATEME a servi près de 200 clients partout dans le monde, a atteint un chiffre d'affaire de 66 millions d'euros, en croissance annuelle de 31%, dont 91% ont été réalisés à l'export, et a affiché une rentabilité nette de 6%.

### 2. Structure du document

Notre réponse à la consultation publique du CSA pour la modernisation de la plateforme TNT traite uniquement les thématiques entrant dans les domaines d'expertise d'ATEME. Par conséquent nous adressons seulement 11 des 23 questions posées par le CSA. La structure du document est décrite ci-dessous.

La section II discute les aspects relatifs au chantier 1 visant la définition du format d'image et de son, les aspects interactifs et les paramètres de diffusion. La section III aborde la question de la conversion des formats HD actuels vers les format améliorés (HD et UHD). La section IV traite des conditions de mise en œuvre d'un multiplex précurseur. Enfin, la section V conclut ce document.

## II. Bilan des premiers travaux préparatoires à la consultation publique

### 1. Chantier 1 : Définir les nouvelles normes techniques et leurs modalités d'introduction sur la plateforme TNT

#### 1. Standards d'image et de son

Dans ses travaux préliminaires, les technologies identifiées et proposées par le FAVN permettent l'amélioration du signal A/V sur les aspects suivants :

- Couleurs et contrastes via le WCG (Wide Color Gamut) et le HDR (High Dynamic Range).
- La fluidité des mouvements, par augmentation de la fréquence image via le HFR (High Frame Rate)
- L'immersion via le NGA (Next Generation Audio), introduisant la spatialisation du son et une gestion avancée du volume des dialogues.

Pour permettre ces différentes améliorations, les recommandations du FAVN intègrent plusieurs profils s'appuyant sur la spécification Européenne ETSI TS-101-154 [1] (définie par DVB). Ainsi deux profils ont été retenus pour le HDR/WCG, basés sur le HLG ou PQ10. Le codec Dolby AC-4 a été recommandé pour le NGA, avec l'utilisation optionnelle du MPEG-H 3D audio. De nombreuses expérimentations, menés dans le cadre de projets partenariaux (notamment au sein des projets 4Ever & 4Ever-2 ) ont mis en évidence que ces nouvelles technologies améliorent significativement la qualité d'expérience (QoE) pour le téléspectateur.

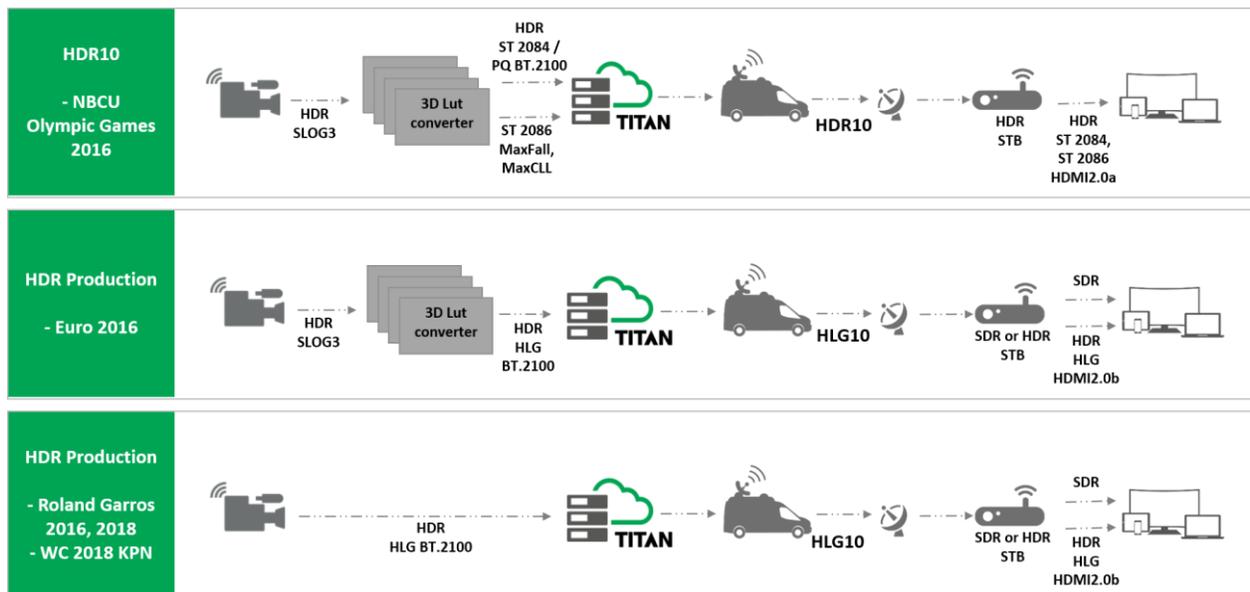


Figure 1 : Expérimentations menées par ATEME sur la base des technologies PQ10 et HLG10

Concernant l'amélioration des contrastes via le HDR, les deux solutions recommandées par le FAVN sont à même de répondre aux besoins des éditeurs. Ces solutions ont été largement éprouvées lors de nombreuses expérimentations auxquelles ATEME a contribué, comme illustré dans la Figure 1.

Par ailleurs, les travaux récemment menés à DVB visant à la spécification de métadonnées dynamiques optionnelles pour le HDR sont également considérées. Ces métadonnées transmises avec le flux vidéo permettent une restitution intacte de l'intention artistique désirée lors de la production sur tous types d'écrans. Ces solutions sont intégrées dans la solution Titan Live d'ATEME, et ont été testées lors de nombreuses expérimentations (quelques exemples dans la Figure 2). Par ailleurs les conversions entre différents formats sont également supportées.

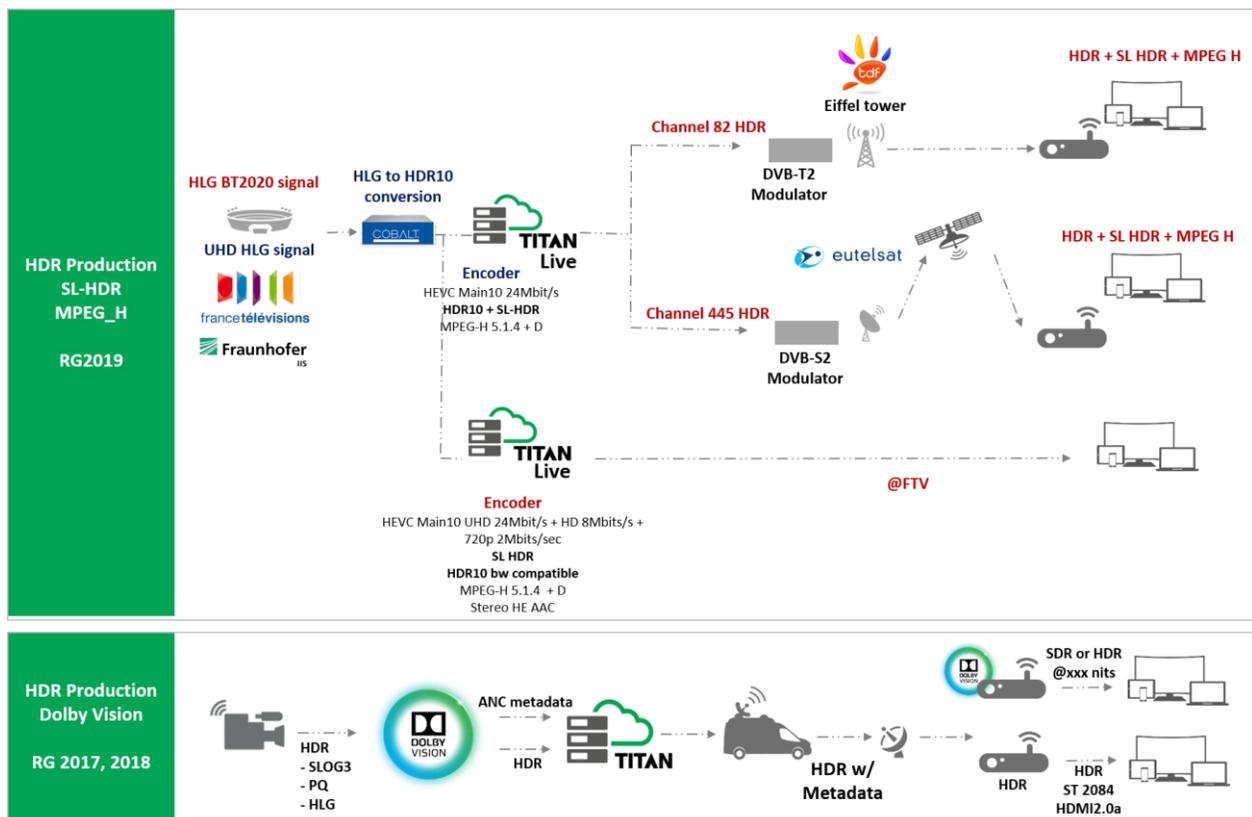


Figure 2 : Expérimentations menées par ATEME en métadonnées dynamiques (SL-HDR & Dolby Vision)

Concernant les technologies audio retenues, l'inclusion de la technologie audio Dolby AC-4 permet indéniablement d'accroître la QoE des services diffusés. Il est cependant dommage que la norme MPEG-H 3D Audio soit simplement optionnelle dans l'état actuel de la spécification proposée par le FAVN, elle devrait selon ATEME être obligatoire, laissant le choix technique final aux éditeurs. Ces deux technologies ont d'ailleurs été testées à de nombreuses reprises par ATEME lors d'expérimentations, un exemple est donné dans la figure 2 (tournoi Roland Garros 2019). Selon nous l'apport du NGA est exceptionnel lorsqu'il est poussé dans ses retranchements, et cela passe par l'inclusion de ces deux technologies.

Pour résumer, les travaux réalisés dans le cadre du chantier 1 ont permis d'identifier clairement les technologies permettant un renouvellement ambitieux de la plateforme en terme de format d'image et

de son. Cependant, nous alertons le conseil sur le fait que le format retenu se doit d'être compétitif à minima avec celui proposé par les plateformes de vidéo à la demande OTT. Par conséquent, nous jugeons important de considérer l'inclusion des technologies suivante :

- De façon optionnelle, les métadonnées dynamiques pour le HDR.
- De façon obligatoire, l'intégration du codec audio MPEG-H 3D Audio au sein des récepteurs (au même titre que Dolby AC-4), afin de laisser le libre choix aux éditeurs en tirant le meilleur de la technologie du NGA.

## 2. Les services interactifs

La modernisation de la plateforme TNT ne peut pas s'accompagner uniquement d'une amélioration du signal audiovisuel. Il est en effet reconnu que la TNT délivre une qualité d'image et de son compétitive par rapport aux contenus proposés par les services de vidéo à la demande disponibles sur internet, voire même une qualité supérieure dans les zones non couvertes en haut débit. L'accélération du déploiement de la fibre sur le territoire et le démarrage prochain de la 5G rendant accessible des débits très important en mobilité va permettre aux fournisseurs de services à la demande disponibles sur internet de combler cet écart de qualité.

Les travaux préliminaires du chantier ont permis d'identifier le développement de services interactifs comme étant un facteur clef permettant de délivrer une offre compétitive et répondant aux attentes actuelles des téléspectateur. Dans cette optique, la norme HbbTV a été identifiée comme étant à même de répondre à ce besoin d'interactivité. Comme indiqué dans la consultation, il est en effet crucial de définir une version harmonisée à l'échelle du parc Français pour éviter de lourds problèmes d'interopérabilité.

Nous pensons que le succès de la future plateforme se fera davantage par l'accès à des services interactifs personnalisables que par la simple augmentation de qualité du signal audiovisuel, qui reste néanmoins indispensable. Par conséquent nous jugeons important de considérer l'utilisation d'HbbTV dans sa version 2.0.2 [2] avec une contrainte forte d'harmonisation à cette version pour les terminaux vendus, afin d'éviter les problèmes d'interopérabilité.

## 3. Définir les paramètres de diffusion et leur impact sur les modalités d'évolution de la TNT

Comme lors de la précédente bascule, l'introduction de nouveaux formats plus gourmands en bande passante est rendue possible par l'introduction de nouvelles normes de diffusion et de compression audio et vidéo. Dans cette optique, les travaux préliminaires menés par le FAVN ont permis d'identifier le couple DVB-T2 et HEVC comme étant la combinaison la plus à même de favoriser le déploiement de nouveaux services sur un parc de terminaux conséquent.

Concernant le standard de diffusion DVB-T2, il répond en effet au besoin d'accroissement de l'efficacité spectrale permettant l'augmentation de bande passante nécessaire au déploiement de nouveaux services. Cependant, les profils techniques retenus adressent principalement un parc de récepteurs de téléviseurs fixes, et écartent la possibilité d'adresser des récepteurs mobiles qui restent aujourd'hui un moyen

important d'accès aux contenus audiovisuels, via la diffusion over-the-top (OTT). Dans cette optique, nous pensons que le conseil devrait se pencher sur les normes DVB-I [3] et DVB-DASH [4] récemment développées au sein de DVB, qui permettraient aux éditeurs d'accroître le parc de récepteurs adressés en ciblant tous les terminaux ayant accès à internet de façon universelle. Il est également important de considérer les travaux menés dans le cadre du développement de la 5G au sein du consortium 3GPP sur la diffusion broadcast/multicast de services audiovisuels.

Concernant la norme de compression HEVC, nous pensons qu'elle permet de répondre au besoin de réduction en bande-passante permettant l'introduction de nouveaux services améliorées. Cependant, nous alertons le conseil sur certains aspects qui pourraient menacer le succès de la future plateforme. Premièrement, les conditions d'octroi de licences HEVC auprès des différents « patent-pools ». A l'heure actuelle trois patent-pools existent : MPEG-LA, HEVC Advance et Vélos Media. Pour les deux premiers, les conditions de licence sont connues. En revanche Vélos Media n'a toujours pas publié sa structure de licence et d'autres détenteurs de propriété intellectuelle d'HEVC n'appartiennent toujours à aucun patent pool. En plus de ces aspects, il est intéressant d'évaluer la pertinence d'autres codecs vidéo existants. Notamment VVC, le successeur d'HEVC dont la publication du Final Draft International Standard (FDIS) est prévue pour fin 2020. Ce nouveau standard est un candidat très intéressant qui permettrait d'adresser le cas d'usage de changement dynamique de format (HD vers UHD et vice versa). En effet, le standard VVC en cours de finalisation inclut des techniques dites de RPR (Pour « Reference Picture Resampling ») permettant nativement le support du changement dynamique de résolution dans un flux vidéo. De plus, la technologie RPR présente aussi l'avantage de supporter nativement la scalabilité spatiale qui laisserait la porte ouverte aux évolutions futures vers la 8K tout en maintenant une rétrocompatibilité au parc de récepteurs UHD. De plus, VVC a été élaboré dans sa construction de la même façon qu'HEVC et sera donc naturellement compatible et adapté aux applications broadcast. Enfin, le standard « royalty-free » AV1, bien qu'intéressant d'un point de vue performance de compression, n'a pas été conçu pour le broadcast et n'est donc pas suffisamment robuste dans ce type de scénario. De la même façon, le standard EVC en cours de finalisation à MPEG est un sous-ensemble de VVC et répond principalement aux contraintes de l'OTT.

Pour résumer, nous recommandons au conseil de prêter attention aux points suivants :

- Définir un format harmonisé avec les services vidéo broadcast rendus possibles par la 5G.
- Considérer l'utilisation de VVC qui semble être un choix plus ambitieux en termes d'évolutivité et de performances.

#### 4. Réponse à la question 1

##### Question 1

**Avez-vous des commentaires sur les travaux menés jusqu'à présent dans le cadre du chantier 1 exposés ci-dessus et sur les préconisations techniques qui ont été formulées dans ce cadre ?**

- NGA : nous recommandons de rendre l'utilisation du codec MPEG-H 3D Audio possible pour les éditeurs en rendant obligatoire son intégration au sein des récepteurs, au même titre que Dolby AC-4. Cela permettrait aux éditeurs d'obtenir le meilleur du NGA.
- HDR : Nous confirmons le choix des technologies PQ10 et HLG, et nous recommandons l'utilisation de métadonnées optionnelles pour le HDR, conformément aux conseils du FAVN et aux profils retenus dans la spécification ETSI TS-101-154.
- Services interactifs : nous recommandons de garantir l'alignement des terminaux sur la version HbbTV 2.0 avec un travail fort sur l'interopérabilité.
- Diffusion sur IP : nous recommandons de définir un format compatible avec la diffusion de services sur internet, afin d'augmenter le parc adressé en incluant les terminaux mobiles adressés par les spécifications DVB-I et DVB-DASH.
- Paramètre de diffusion : nous recommandons au conseil de prêter attention aux possibilités offertes par la 5G-broadcast, et de bâtir un format agnostique à la couche physique et compatible avec les réseaux de diffusion DVB-T2, 5G-broadcast ou purement IP.
- Codecs vidéo : nous validons l'utilisation d'HEVC et conseillons au conseil d'investiguer en plus l'utilisation du standard VVC qui permettra d'économiser davantage de bande passante et de faire évoluer la plateforme vers de nouveaux formats dans le futur (8K).

### III. Les conditions nécessaires au lancement de nouveaux formats d'image et de son (UHD/HD améliorée) sur la TNT

#### 1. Disponibilité des contenus HD/UHD

##### 1. Upscale des contenus HD en UHD

D'un point de vue purement technique, l'« upscale » de contenus legacy HD vers le format UHD est déjà supporté dans les produits ATEME. De plus, de nombreux produits existent côté production pour réaliser ce type d'« upscale », et ainsi alimenter les codeurs avec une résolution augmentée (par exemple auprès des équipementiers AJA, BlackMagic, Spyder, etc...).

Si l'aspect technique ne semble pas poser problème, la qualité du signal obtenu ne vaut pas l'augmentation de débit associée. L'émergence des technologies dites de « super-résolution » basée sur l'intelligence artificielle a permis ces dernières années de réaliser des upscale beaucoup plus performants que ceux basés sur la simple application d'un filtre d'interpolation [5]. Ces innovations ont été transférées récemment dans les téléviseurs 8K (notamment dans les téléviseurs 8K Samsung via la technologie ScaleNet [6]), ainsi il semble plus judicieux de conserver ces méthodes au sein du récepteur et de garder le débit pour délivrer le meilleur signal possible à la résolution native du contenu.

##### 2. Conversion de contenus SDR en HDR

Concernant l'« upscale » de contenus SDR vers HDR, nous pensons que le bénéfice de qualité visuelle vaut la faible augmentation de débit engendrée. De nombreuses solutions ont été mises au point pour intégrer cet « upscale » au workflow de production. On peut citer par exemple les solutions d'ITMO (pour « Inverse Tone Mapping Operator ») de Technicolor ou encore de l'IRT b<>com.

La Figure 3 illustre l'intégration de ce type de solution dans un scénario de déploiement réel. Ici la captation est réalisée en SDR, puis la production est réalisée en HDR à l'aide de la technologie d'ITMO de Technicolor à destination des terminaux desservis par Molotov. Les PU (processing units) associées aux différentes solutions peuvent être implantées dans les produits ATEME afin de faciliter ces conversions.

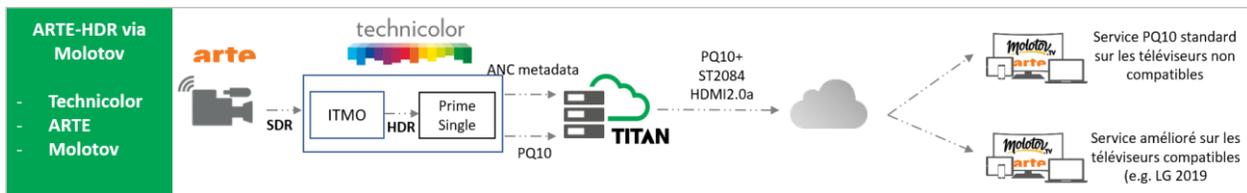


Figure 3 : Intégration d'une technologie d'« upscale » SDR vers HDR dans un service diffusé

Bien que des techniques similaires soient déjà disponibles dans les téléviseurs, nous pensons qu'il est important de garder ce traitement en production afin de garantir la meilleure expérience pour le téléspectateur. En effet, l'impact de ce genre de solution sur l'esthétique de l'image est critique et doit être maîtrisée par les créatifs en charge de la production.

### 3. Réponse à la question 6

#### Question 6

**Disposez-vous de l'ensemble des moyens techniques nécessaires à l'« upscale » de contenus HD en UHD ?**

Nous disposons à l'heure actuelle des moyens techniques nécessaires à l'« upscale » de contenus HD en UHD, que ce soit en production ou côté tête de réseau. Cependant, nous pensons que la hausse de débit associée dans ce scénario ne serait pas justifiée par une augmentation suffisante de QoE. Si le format natif est en HD, il est désirable de laisser l'« upscale » du contenu aux récepteurs

**Quelles sont les problématiques en matière de droits qui se posent pour diffuser sur la TNT de tels contenus « upscalés » ?**

Nous ne disposons pas d'informations sur cet aspect.

**Disposez-vous d'éléments permettant de comparer la qualité d'un contenu HD « upscalé » en UHD en amont de sa diffusion, un contenu « upscalé » par le téléviseur et un contenu en UHD « native » ?**

Il existe de nombreuses études ([7][8][9]) mesurant l'impact de chaque composante de l'UHD sur la QoE et permettant de répondre à ces questions. Nous rejoignons les conclusions de ces études réalisées par l'EBU et dans le cadre de projets collaboratifs (4ever, 4ever2). En général, l'augmentation de QoE apportée par la simple augmentation de résolution est limitée au contraire du HDR qui améliore significativement l'expérience. Ainsi, et comme évoqué dans les questions précédentes, l'upscale de contenus HD en UHD n'est pas forcément nécessaire compte tenu de l'augmentation de débit associée.

**Même question pour la HD améliorée (avec en particulier le sujet de l'« upscale » de contenus SDR en HDR) ?**

Les solutions permettant l'« upscale » de contenus SDR vers HDR existent et permettent d'accroître la qualité d'expérience du téléspectateur pour un surcoût négligeable en terme de débit. Les téléviseurs compatibles HDR intègrent pour la plupart ce type technologie, toutefois il est préférable que cette conversion soit réalisée en production car l'impact sur l'esthétique peut être très important et doit être maîtrisée par les créatifs en charge de la production.

## IV. Mise en œuvre d'une offre précurseur

### 1. Identification de la ressource radioélectrique pour une offre précurseur

#### 1. Identification d'un multiplex national par « repli » de l'offre TNT actuelle sur cinq multiplex au lieu de six

Dans ses travaux préliminaires, le conseil a identifié deux modalités d'introduction d'un multiplex précurseur. La première modalité consiste à introduire un 7ème multiplex à couverture partielle. La seconde prévoit un repli de l'offre actuelle sur un nombre réduit de multiplex et d'occuper la ressource libérée pour diffuser ce multiplex précurseur.

Le second scénario est uniquement viable si l'amélioration des codeurs MPEG-4 depuis 2016 permet de ventiler les chaînes d'un multiplex existant dans les 5 autres. Nous confirmons que l'amélioration du codage MPEG-4 combiné aux optimisations rendues possible par l'introduction d'un programme supplémentaire au sein du multiplex statistique permet de replier l'offre actuelle sur cinq multiplex au lieu de 6 en conservant un niveau psycho visuel similaire.

Concernant le repli sur un nombre réduit de multiplex, il est difficile de considérer qu'un repli sur 4 multiplex est possible sans réduction de qualité visuelle pour le téléspectateur, a moins d'y associer un changement de codec et un passage à HEVC. D'un point de vue technique, la complexité des opérations serait la même que celle d'un repli sur 5 dans la mesure où toutes les têtes de réseaux devraient être reconfigurées.

Le repli sur 5 multiplex nécessiterait de réduire la ressource allouée à chaque chaîne, en redistribuant les millièmes. La proposition du conseil est d'attribuer 160 au lieu de 195 millièmes pour les chaînes HD et 80 au lieu de 95 pour les chaînes SD. La ressource dédiée à la signalisation des multiplex est elle aussi réduite à 30 au lieu de 50 actuellement. Nous pensons que ces réductions sont raisonnables et bien compensées par l'amélioration du codage MPEG-4.

#### 2. Réponses aux questions 9, 10 et 11

##### Question 9

**Confirmez-vous que l'amélioration des codeurs MPEG-4 depuis 2016 permette dès aujourd'hui le repli de l'offre sur cinq multiplex tout en maintenant un niveau de qualité équivalent pour les téléspectateurs ? Sinon, à quel horizon estimez-vous que les codeurs seront suffisamment performants pour autoriser une telle bascule ?**

Nous confirmons que l'amélioration des codeurs MPEG -4 depuis 2016 permet dès aujourd'hui le repli de l'offre sur cinq multiplex, à un niveau psycho-visuel similaire.

**Quelle est votre estimation du coût de la mise à jour de ces équipements et de l'opération de recomposition des multiplex ?**

Non laissons les diffuseurs à même de proposer une offre globale répondre à cette question. ATEME en tant qu'éditeur de logiciel ne fournit pas l'intégralité du système nécessaire à la diffusion des multiplexes.

**Quel serait l'évolution du coût de diffusion pour les éditeurs ?**

Non laissons les diffuseurs à même de proposer une offre globale répondre à cette question. ATEME en tant qu'éditeur de logiciel ne fournit pas l'intégralité du système nécessaire à la diffusion des multiplexes.

**Question 10**

**Peut-on envisager une compression plus importante et ainsi replier l'offre actuelle sur quatre multiplex DVB-T/MPEG-4 ou moins ? À quel horizon ?**

Bien qu'une compression plus importante ne pose pas de problèmes techniques particulier, nous pensons qu'un repli sur 4 multiplex en conservant un codec MPEG-4 AVC est impossible sans réduction de qualité visuelle pour le téléspectateur.

**Question 11**

**La proposition d'allouer 160 millièmes pour une chaîne en HD et 80 millièmes pour une chaîne en SD vous paraît-elle satisfaisante ? Une ressource de 30 millièmes (au lieu des 50 actuels) pour le multiplexage statique sur le multiplex R1 vous paraît-elle suffisante**

Nous pensons que ces propositions sont cohérentes dans le cadre d'un repli sur 5 multiplex.

## **2. Attribution de la ressource radioélectrique identifiée**

### **1. Capacité du nouveau multiplex**

Les différentes expérimentations menées en 2018 et 2019 ont permis de tester les débits nécessaires à la diffusion de services améliorés. ATEME a notamment fourni le multiplex statistique à 3 programmes UHD diffusé par TDF en 2019. Les conclusions de ces expérimentations indiquent qu'un débit de 5.5Mbps est satisfaisant pour de la HD améliorée alors que l'UHD requiert 11Mbps, le tout en tirant parti du multiplexage statistique. En se basant sur ces estimations de débit, le conseil a recommandé la distribution de millièmes suivante : 160 pour la HD améliorée et 330 pour l'UHD.

Compte tenu du fait que le profil DVB-T2 ciblé autorise un débit total de 34Mbps sur la ressource radioélectrique allouée, les configurations suivantes sont possibles pour le multiplex précurseur :

- 3x UHD.
- 2x UHD 2xHD.
- 1x UHD 4xHD.

- 6x HD.

Sur ces aspects, nous rejoignons le conseil sur la distribution en millièmes de 160 et 330 respectivement pour la HD améliorée et l'UHD. En revanche, nous pensons que la composition de ce multiplex devrait être capable de répondre à tous les scénarios possibles avec des changements de composition en fonction de la demande des éditeurs et de la disponibilité en contenus améliorés.

## 2. Modalité d'organisation de la ressource du multiplex

En relation avec les propositions de composition établies dans la section précédente, le conseil a identifié une modalité d'organisation de la ressource du multiplex précurseur ainsi que deux variantes. L'option la plus simple consiste à figer la composition du multiplex (par exemple 2xUHD et 2xHD) et d'attribuer des autorisations à temps complet par chaîne disponible. Deux variantes cumulatives sont également envisageables.

Dans la première variante, les chaînes sélectionnées pourraient choisir dynamiquement leurs formats en coordination avec les autres chaînes du multiplex. Ainsi la ressource serait divisée en quatre créneaux de de ~250 millièmes avec échange dynamique de la ressource selon l'évolution des formats.

Dans la seconde variante un créneau serait partagé entre différents services, avec une répartition selon des plages horaires par exemple ou bien de façon dynamique dans la journée.

Nous pensons que l'option la plus simple n'est pas souhaitable car elle fixe de façon statique l'offre disponible et les formats retenus. Selon nous, la ressource devrait être organisée selon la première variante, avec alignement sur l'offre potentiellement la plus large, c'est-à-dire une répartition en 6 créneaux (  $(1000-X)/6$  millièmes en retirant les X millièmes de signalisation). Ainsi les 4 compositions possibles de multiplex seraient supportées.

## 3. Réponses aux questions 13 et 15

### Question 13

**Partagez-vous l'estimation des débits et des millièmes qui pourraient être nécessaires pour la HD améliorée, d'une part, et l'UHD, d'autre part ?**

Nous partageons ces estimations de débit en millièmes pour la HD améliorée (160) et l'UHD (330).

**Selon vous, quelle configuration du multiplex précurseur est à privilégier parmi les quatre citées ci-dessus ? En voyez-vous d'autres ?**

Nous pensons que la configuration du multiplex précurseur ne doit pas être statique. Elle doit couvrir tous les cas, de celui ou 6 chaînes proposent de la HD améliorée en parallèle jusqu'à celui ou 3 chaînes proposent des services UHD.

### Question 15

**Quels sont les avantages et inconvénients, à la fois pour les éditeurs et pour les téléspectateurs, des options de répartition de la ressource listées ci-dessus (option de base, variante 1, variante 2 ou cumul des variantes 1 et 2) ou de toutes autres options qu'il vous semblerait utile de prendre en compte ?**

Nous pensons que l'option de base ne présente que des inconvénients, pour les téléspectateurs et les éditeurs. Elle force les éditeurs à utiliser une configuration statique et leur retire beaucoup de souplesse dans la gestion de leurs services. Un schéma statique risque également d'appauvrir l'offre pour le téléspectateur, par exemple en forçant un nombre de créneaux UHD qui seraient potentiellement moins utilisés du fait du peu de contenus disponibles.

La première variante est la plus intéressante pour les éditeurs et les téléspectateurs dans la mesure où elle permet une gestion souple de l'offre pour les éditeurs, et elle maximise donc les chances d'avoir des services « on-air » à offrir aux téléspectateurs. Cette variante présente l'inconvénient de complexifier la gestion de la ressource et la coordination entre les chaînes.

La deuxième variante est probablement la plus intéressante pour les téléspectateurs. Elle maximise les chances d'avoir des contenus « on-air » en ouvrant le multiplex à de nombreux éditeurs. Cependant elle complexifie l'aspect technique, la gestion des ressources et la coordination entre éditeurs.

**Dès lors, quelle option de répartition vous paraît-elle devoir être favorisée ? A contrario, y a-t-il des options à écarter d'emblée ?**

Nous pensons que l'option de base devrait être écartée, elle est beaucoup trop contraignante pour les éditeurs et ne bénéficiera probablement pas aux téléspectateurs car elle risque de favoriser la raréfaction des contenus.

**Combien de créneaux « équivalents temps plein » (entre trois et six) faudrait-il prévoir dans le multiplex ?**

Nous pensons que le multiplex devrait être conçu pour parer à tous les scénarios possibles, donc avec une répartition en 6 « équivalents temps plein ».

**Faut-il prévoir un nombre maximum d'acteurs par canal partagé ? Si oui, lequel ? Comment choisir les acteurs partageant un même canal ?**

Nous n'avons pas de recommandations à faire sur ce point.

### 3. Accès des téléspectateurs à l'offre précurseur

#### 1. La numérotation des chaînes portant les programmes améliorés

Le conseil évoque trois options pour la numérotation des chaînes permettant d'adresser différemment les options évoqués (option de base et ses deux variantes). Nous pensons que l'accès au service amélioré doit venir en complément naturel du service diffusé sur la chaîne classique et donc que le téléspectateur ne devrait pas avoir à taper le numéro de la chaîne pour y accéder. Par conséquent nous pensons que le choix du système de numérotation devrait être guidé par la facilité de mise en œuvre du système.

#### 2. L'accès automatisé aux programmes de l'offre précurseur

Concernant l'accès automatique aux programmes du multiplex précurseur, le conseil évoque deux façons de procéder. La première technique est similaire à celle déjà utilisée pour le simulcast de services SD et HD, avec l'utilisation d'un descripteur permettant la permutation des numéros de chaînes sur les téléviseurs compatibles. La seconde option repose sur l'utilisation d'HbbTV et l'apparition d'une fenêtre de type « pop-up » indiquant la présence du service amélioré et proposant d'y accéder en pressant un bouton de la télécommande.

Nous suggérons au conseil d'opter pour l'option automatique basée descripteur, similaire à celle utilisée pour le simulcast SD/HD.

#### 3. Réponses aux questions 16 et 17

##### Question 16

**Avez-vous des commentaires sur ces options de numérotation ? D'autres options sont-elles envisageables ? Y a-t-il une option à privilégier ?**

Nous pensons que l'accès aux services améliorés doit se faire de façon automatique, sans interaction du téléspectateur avec sa télécommande ni considération sur le numéro de chaîne. Nous recommandons de choisir la solution la plus simple et économique à mettre en œuvre.

##### Question 17

**Avez-vous des commentaires sur l'accès des téléspectateurs à l'offre précurseur, en particulier sur les modalités de bascule automatique ? Y a-t-il une modalité à privilégier ?**

Nous pensons que la bascule doit se faire de façon automatique, sans interaction du téléspectateur avec sa télécommande. Il est donc préférable de réutiliser une technique similaire à celle utilisée pour le simulcast SD/HD.

## 4. Synthèse et calendrier de modernisation de la TNT

### 1. Mise en œuvre de l'offre précurseur

Compte tenu d'un renouvellement du parc compatible DVB-T2/HEVC insuffisant pour motiver une bascule totale en 2024 le conseil suggère le déploiement d'un multiplex précurseur permettant d'équiper le parc en attendant une bascule dont la date n'a pas encore été clairement définie.

La première option consiste à conserver l'offre actuelle et à ajouter un multiplex supplémentaire à couverture partielle jusqu'à la bascule. La seconde option consiste à replier l'offre actuelle sur 5 multiplex et à utiliser la ressource disponible pour la diffusion du multiplex précurseur. La troisième option est une combinaison des deux options précédentes, avec dans un premier temps le démarrage du multiplex à couverture partielle puis dans un second temps à un repli de l'offre actuelle associé à l'introduction du multiplex précurseur dans la ressource libérée.

Nous pensons que la couverture du multiplex précurseur devrait être la plus large possible, par conséquent la seconde option semble la plus pertinente.

### 2. Réponses aux questions 19 et 20

#### Question 19

**Quel scénario (3.1.1, 3.1.2, mixte, autre) vous paraît le plus opportun pour le lancement d'une offre précurseur ?**

Nous pensons que le scénario 3.1.2 est à privilégier. Elle permet de tirer parti de l'intégralité du spectre disponible tout en conservant l'expérience actuelle des téléspectateurs mais aussi de rajouter un canal UHD sur le long terme ce qui est bénéfique pour l'offre Terrestrielle en France de plus en plus en concurrence avec les offres OTT et Satellites.

#### Question 20

**Avez-vous des précisions à apporter sur les délais relatifs aux opérations techniques ?**

ATEME en tant qu'éditeur de logiciel a déjà ces solutions de disponible et prêtes à être mise en œuvre. Nous serions donc en mesure de de déployer nos encodeurs auprès du ou des diffuseurs sélectionné au plus tôt.

## V. Conclusion

Ce document apporte des réponses à certaines questions posées par le CSA dans sa consultation pour l'avenir de la plateforme TNT en France. Les questions rentrant dans le domaine d'expertise d'ATEME sont traitées.

L'aspect technique est d'abord discuté, notamment le choix des standards de codage et de diffusion. Bien que les technologies identifiées par le conseil répondent au besoin, nous pensons que certains choix ne sont pas suffisamment ambitieux dans l'optique d'établir une plateforme à même de rivaliser dans le futur avec les services de vidéos à la demande. Le déploiement progressif de la 5G et l'accroissement de la couverture du territoire en très haut débit risquent de menacer l'émergence de cette nouvelle plateforme. Nous avons identifié plusieurs points qui selon nous méritent l'attention du conseil, tels que la définition d'un format de diffusion agnostique à la couche physique utilisée (DVB-T2, 5G-broadcast, broadband) et permettant d'adresser un parc de terminaux large (allant des récepteurs fixes aux mobiles), dans la philosophie de ce qui a été réalisé lors de la construction d'ATSC-3.0.

Concernant la mise en œuvre d'une offre précurseur, nous pensons que le choix de la configuration doit se faire au bénéfice des éditeurs et des téléspectateurs. L'utilisation d'une configuration statique et immuable (e.g. 3xUHD) risquant d'appauvrir la qualité de l'offre et de ne pas mettre en avant les nouveaux formats. Nous pensons que la configuration de ce multiplex doit offrir la souplesse nécessaire aux éditeurs, permettant un bon partage de la ressource et une variation des formats proposés dans le temps. La sensibilisation du public à ces nouveaux formats devrait se faire selon nous en maximisant la couverture dès lors que ce multiplex sera déployé. Dans cette optique, le repli de l'offre actuelle sur un nombre réduit de multiplex et l'utilisation de la ressource libérée pour la diffusion du multiplex précurseur paraît être la meilleure option.

## VI. Références

- [1] <https://dvb.org/?standard=specification-for-the-use-of-video-and-audio-coding-in-broadcast-and-broadband-applications>
- [2] [https://www.hbbtv.org/wp-content/uploads/2018/02/HbbTV\\_v202\\_specification\\_2018\\_02\\_16.pdf](https://www.hbbtv.org/wp-content/uploads/2018/02/HbbTV_v202_specification_2018_02_16.pdf)
- [3] <https://dvb.org/?standard=service-discovery-and-programme-metadata-for-dvb-i-services>
- [4] <https://dvb.org/?standard=dvb-mpeg-dash-profile-for-transport-of-iso-bmff-based-dvb-services-over-ip-based-networks>
- [5] W. Shi, J. Caballero, F. Huszar, J. Totz, A. Aitken, R. Bishop, D. Rueckert and Z. Wang, “Real-Time Single Image and Video Super-Resolution Using an Efficient Sub-Pixel Convolutional Neural Network”, Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, <https://arxiv.org/abs/1609.05158>
- [6] <https://news.samsung.com/global/developing-ai-scalenet-enabling-seamless-high-resolution-8k-streaming>
- [7] [https://tech.ebu.ch/docs/events/webinar061\\_uhd/presentations/EBU\\_UHD\\_Features\\_and\\_Tests\\_Driesnack.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/events/webinar061_uhd/presentations/EBU_UHD_Features_and_Tests_Driesnack.pdf)
- [8] <https://tech.ebu.ch/publications/presentations/production-technology-seminar-2015/hdr-hfr-and-bt2020>
- [9] <https://tech.ebu.ch/uhdtv>