



Vendredi 20 Octobre 2017

Réponse à la consultation publique du CSA

Préparer l'avenir de la plateforme TNT

 www.tdf.fr

 Relier partout, plus vite

Propos liminaires

Le 28 juillet dernier, le Conseil Supérieur de l'Audiovisuel a lancé une consultation publique intitulée « Préparer l'avenir de la plateforme TNT ». TDF remercie vivement le Conseil pour cette initiative essentielle.

Dans un univers audiovisuel en pleine mutation caractérisé par la puissance des acteurs du monde de l'Internet et des opérateurs télécoms (FAI), cette consultation revêt non seulement un caractère stratégique pour l'avenir de la plateforme TNT et des acteurs de sa chaîne de valeur mais elle s'avère également fondamentale au regard des enjeux sociétaux portés et défendus par l'écosystème de la télévision numérique terrestre.

L'écosystème TNT porte en effet en lui les attributs d'une politique publique efficace satisfaisant de nombreux objectifs parmi lesquels l'accès universel, anonyme et gratuit des citoyens à des programmes audiovisuels variés et de qualité, le développement de la production et de la création audiovisuelles nationales, la défense de la langue et de la culture françaises, l'indépendance, le pluralisme et l'honnêteté de l'information, la cohésion sociale et la lutte contre les discriminations, le respect de la diversité de la société française, le rayonnement de la France d'outre-mer ou encore le respect des droits des femmes.

La poursuite de ces objectifs fondamentaux est rendue possible d'une part, par l'architecture technique et réglementaire de la télévision numérique terrestre - utilisation des fréquences hertziennes terrestres, rareté de la ressource, système d'autorisation, etc. - qui est la seule en mesure de favoriser la mise en œuvre de politiques de régulation adaptées et d'autre part, par la solidité financière des éditeurs présents sur la plateforme qui s'appuie sur un modèle auto-distribution permettant aux chaînes de conserver la relation directe avec le téléspectateur.

[secret des affaires]

Au regard de ces éléments, **TDF estime qu'il est absolument nécessaire de tout mettre en œuvre afin de moderniser la plateforme TNT, seule plateforme de diffusion en mesure de répondre aux besoins de notre société en termes de politique publique audiovisuelle. Cette modernisation, déjà largement initiée au Royaume-Uni, Italie ou Allemagne, doit permettre un enrichissement certain de l'offre proposée par les éditeurs en termes de qualité technique et d'interactivité** *[secret des affaires]*

Aussi, TDF s'efforce, dans le présent document, de répondre de manière détaillée à chacune des questions posées par le Conseil afin d'accompagner au mieux sa réflexion sur l'identification et la mise en œuvre des axes de modernisation de la plateforme TNT. En particulier, TDF transmet au Conseil une série de recommandations concrètes. TDF souhaite ici mettre en avant trois d'entre elles.

La première recommandation de TDF consiste à mettre en œuvre toutes les conditions d'un déploiement rapide, c'est-à-dire dès 2018, par les éditeurs et via l'utilisation des ressources spectrales disponibles au sein des multiplex, de nouveaux services interactifs.

Le développement de tels services permettrait à la plateforme TNT d'accompagner l'évolution des usages des téléspectateurs et serait de nature à compléter l'offre linéaire audiovisuelle existante.

La seconde recommandation consiste à s'assurer du lancement, également dès 2018, d'un multiplex précurseur UHD.

Il ne fait en effet aucun doute, au regard du déploiement du parc de téléviseurs, que l'accès à des programmes UHD répond à une attente forte des téléspectateurs. TDF estime qu'il n'est pas envisageable de laisser aux FAI ou à des opérateurs OTT le monopole de l'offre de programmes UHD.

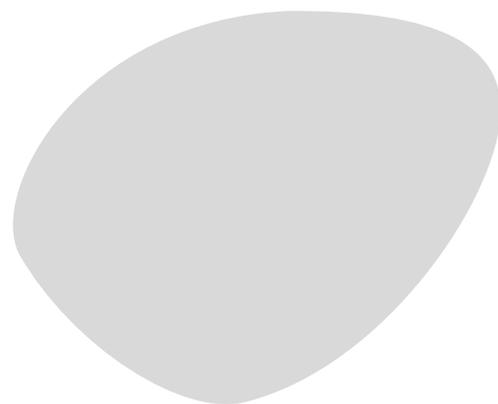
En outre, ce multiplex permettrait de bénéficier d'un premier retour d'expérience absolument nécessaire au regard de la mise en œuvre d'une couverture UHD généralisée telle que visée dans la troisième recommandation de TDF présentée ci-dessous.

Ces deux premiers éléments de modernisation viendraient renforcer la plateforme mais également, de manière logique, la position française lors de la Conférence Mondiale des Radiocommunications de 2019, dans l'hypothèse probable où des pressions s'exerceraient sur les fréquences audiovisuelles.

La dernière recommandation mise en avant ici est relative à la détermination rapide des conditions de généralisation de la technologie UHD en vue d'une couverture nationale de cette technologie à partir de 2023.

La mise en œuvre de ces trois propositions permettrait de disposer à l'horizon 2023 d'une plateforme TNT modernisée participant au rayonnement de la France lors des événements internationaux qui auront lieu ou pourraient avoir lieu à cette échéance (Coupe de Monde de Rugby 2023, Jeux Olympiques 2024, Exposition Universelle 2025) et ce, au bénéfice des téléspectateurs et des citoyens.

Pour que le succès soit total, il sera naturellement nécessaire de stabiliser au plus tôt les normes et profils utilisés et de mettre en œuvre une labellisation pour les équipements terminaux afin de s'assurer que les téléspectateurs puissent bénéficier pleinement de cette expérience audiovisuelle enrichie.



REPONSES AUX QUESTIONS

1. Introduction : la plateforme TNT et son environnement

1.1 La plateforme TNT actuelle est le fruit d'innovations successives

1.2 La plateforme TNT reste essentielle à court et moyen termes

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 ?

La plateforme TNT est actuellement, pour les téléspectateurs, une plateforme de référence pour l'accès aux programmes audiovisuels.

D'une part, comme en témoigne la figure 4 du document de consultation, elle est perçue comme étant la plateforme offrant la plus grande qualité technique et d'autre part, 45% des français l'utilise sur le poste de télévision principal et près de 70% si l'on intègre les accès indirects ou sur les postes de télévision secondaires. Par ailleurs, elle présente des caractéristiques en termes de couverture (97%), de coût de raccordement par foyer (0,5 € par mois et par foyers) et de débit (144 Mbit/s permanent par foyer) qui la rendent unique en termes de rapport entre son coût et son efficacité technique.

Mais TDF partage pleinement l'analyse du CSA sur les défis auxquels la plateforme TNT est actuellement confrontée et en particulier ceux relatifs à la pénétration rapide des réseaux fixes Très Haut Débit et au développement des offres des FAI et des opérateurs OTT, ou encore ceux relatifs au besoin en fréquences des réseaux télécoms mobiles.

La conjonction de l'accès croissant de tous les citoyens à une plateforme Internet Très Haut Débit permettant l'accès à une offre audiovisuelle enrichie par rapport à l'offre TNT actuelle (UHD, multitude de programmes, vidéo à la demande, télévision de rattrapage, etc.) et la pression que mettront les acteurs de l'écosystème mobile mondial afin de bénéficier d'un transfert de fréquences lors de la CMR 2023 voire de la CMR 2019 créent en effet les conditions d'un risque majeur pour la pérennité de la plateforme.

Face à ces défis et à la rapidité d'évolution des positions dans le monde des technologies et services numériques, les atouts actuels de la plateforme ne garantissent en rien une rente de situation pour l'avenir. L'enjeu est de maintenir l'attractivité de la plateforme vis-à-vis du grand public et des éditeurs. C'est à ces conditions que la plateforme TNT pourra continuer d'être, **sur le long terme**, le levier d'une politique publique efficace satisfaisant de nombreux objectifs parmi lesquels l'accès universel, anonyme et gratuit des citoyens à des programmes audiovisuels variés et de qualité, le développement de la production et de la création audiovisuelles nationales, la défense de la langue et de la culture françaises, l'honnêteté, l'indépendance et le pluralisme de l'information, la cohésion sociale et la lutte contre les discriminations, le respect de la diversité de la société française, le rayonnement de la France d'outre-mer ou encore le respect des droits des femmes.

A défaut, les conséquences d'un affaiblissement de la plateforme TNT seraient multiples et diverses en fonction des acteurs de la chaîne de valeur.

- *[secret des affaires]*

- Pour les téléspectateurs, la première conséquence serait relative à la fin de toute notion de gratuité de l'accès à des offres audiovisuelles de qualité. *[secret des affaires]*
- Pour les citoyens, les conséquences sont nombreuses. La régulation audiovisuelle étant fondée sur la mise à disposition à titre gratuit de fréquences contre un certain nombre d'engagements des éditeurs, l'affaiblissement de la plateforme TNT remettrait en cause l'atteinte des objectifs définis dans la Loi de 1986. Aussi, les notions simples et fondamentales associées à la régulation audiovisuelle d'universalité, de dignité, d'égalité, de diversité, de pluralisme ou encore de création audiovisuelle seraient fortement menacées.

Comme indiqué plus haut, TDF partage les constats du CSA mais estime paradoxal que le Conseil n'en tire pas toutes les conclusions quant à la nécessité d'une modernisation rapide de la plateforme et qu'il s'en tienne à l'indication des échéances fondamentales à venir.

TDF considère que les constats présentés dans le document de consultation ainsi que les éléments développés ci-dessus permettent de conclure sans aucune ambiguïté qu'il est absolument nécessaire de moderniser la plateforme au plus tôt afin d'améliorer l'expérience utilisateur. Il s'agit de la seule voie possible pour assurer le maintien à terme d'une audience suffisante pour offrir un rationnel économique satisfaisant aux chaînes de la TNT.

Selon TDF, cette modernisation doit permettre aux éditeurs de la TNT de lutter dans des conditions équitables avec les opérateurs FAI et OTT en termes de qualité technique et d'interactivité. Aussi, elle doit être articulée autour de deux axes forts : une nouvelle amélioration de la qualité avec le lancement de programmes UHD et l'arrivée sur la TNT de services interactifs offrant une expérience TNT non linéaire aux téléspectateurs.

Dans ce contexte, TDF recommande donc au Conseil :

- **De lancer, dès 2018, en parallèle des six multiplex existants, un nouveau multiplex multi-villes permettant d'introduire des programmes UHD et d'initier le déploiement d'un parc de téléviseurs DVB-T2 / HEVC / UHD conformément aux exigences communes qui devront être définies au plus tôt.**
- **De lancer, également dès 2018, une offre enrichie disponible sur l'ensemble de la plateforme. En effet, l'état de l'art des téléviseurs qui constituent le parc français et la bande passante disponible sur les multiplex (DVB-T, HD, HbbTv 1.x) permettent ce lancement. Dans le cas particulier du multiplex multi-villes, cette offre pourrait être enrichie de fonctions permises par ce multiplex (par exemple de la bande passante dédiée pour des services de type « push » de contenus). L'objectif est de rendre accessible cette nouvelle offre le plus largement possible dès son lancement.**
- **De préparer dès à présent, notamment grâce à l'expérience acquise via le lancement d'un nouveau multiplex multi-villes, la généralisation de la diffusion de programmes UHD dans l'ensemble des multiplex en 2023.**

Ce schéma permettrait de limiter au maximum les impacts sur les téléspectateurs qui ont déjà été très sollicités ces dernières années (switch-over analogique, nouvelles chaînes HD, passage au tout-HD, ...), grâce à une normalisation du parc de téléviseurs suffisamment rapide au regard de l'échéance de 2023.

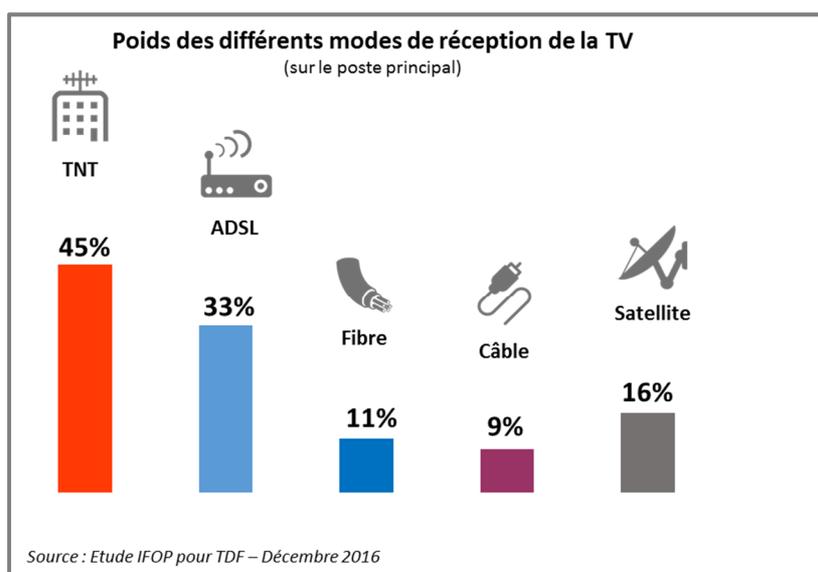
1.3 La plateforme TNT évolue dans un écosystème qui se complexifie

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

TDF partage les principes tels qu'exposés par le CSA mais souhaite lui transmettre des informations additionnelles, notamment sur la concurrence entre plateformes ainsi que le besoin croissant de services non-linéaires, complémentaires de l'offre linéaire actuelle.

La concurrence entre plateformes s'accélère

Depuis son lancement en 2005, en même temps que l'IP TV et après la numérisation du câble et du satellite, la TNT est une plateforme de référence en France (et en Europe), position qu'elle a su conquérir et maintenir malgré d'immenses changements tant au niveau de la demande (nouveaux usages de consommation audiovisuelle) que de l'offre de distribution media (généralisation de l'internet haut débit, OTT, nouveaux terminaux) et des contraintes techniques qui lui ont été imposées (réduction régulière de la ressource spectrale qui lui est affectée).



Même si cette situation que le CSA souligne lui-même démontre les atouts de la TNT, il serait imprudent de se contenter d'un statu quo : les défis pour la période à venir restent entiers, du fait des évolutions de la technologie et des usages, de la concurrence entre plateformes de télévision et des contraintes sur le spectre.

Malgré la multiplication et l'évolution des modes de consommation des écrans, l'écran traditionnel du poste de télévision reste bien l'écran préféré des Français pour la consommation audiovisuelle et donc le siège de la bataille à livrer.

Les écrans secondaires (tablettes, smartphones, PCs) ont joué un rôle crucial dans la naissance et la croissance des nouvelles habitudes de consommation (YouTube, Netflix, ...) mais de nombreuses études montrent que l'écran de télévision traditionnel reste l'écran préféré des français (et des téléspectateurs en général dans les autres pays).

Ainsi, il semble clair que l'enjeu pour les éditeurs est bien de conforter leur présence, notamment pour les nouveaux services comme le non-linéaire sur cet écran principal qui a été longtemps leur domaine réservé, bien plus que de tenter de dominer le paysage très concurrentiel, très fragmenté et très volatile des écrans secondaires, ce qui pourrait s'avérer très délicat.

Les usages non-linéaires deviennent un complément attendu du mode linéaire

Malgré la forte croissance de l'accès à des contenus vidéo, la durée d'écoute individuelle de la télévision est et restera largement prédominante, avec une moyenne de 3h43 par jour en 2016¹. Toutefois l'accès plus souple au contenu devient une exigence forte puisque 53% des français souhaitent l'accès à la TV de rattrapage et 50% à la fonction enregistrement².

Les usages en mobilité étant différents de ceux sur le poste principal, la consommation de vidéo sur mobile ne remplacera pas la consommation de télévision en TNT, de même que les expériences de télévision sur mobile n'ont pas rencontré le succès escompté.

L'écosystème TNT évolue favorablement grâce à l'émergence de nouveaux services chez nos voisins européens, dont les approches pourraient constituer une inspiration intéressante pour la plateforme TNT française

L'analyse de la plateforme TNT française présentée au §1.3 de la consultation est tout à fait pertinente et juste, et il peut être utile de constater à quel point la situation s'avère différente chez nos voisins européens, comme par exemple le Royaume-Uni, l'Italie et dans une moindre mesure, l'Allemagne.

[secret des affaires]

Dans le cas du Royaume-Uni et de Freeview, les chaînes ITV, BBC et Channel 4 ont créé avec Arqiva *[secret des affaires]* une société *[secret des affaires]* dédiée au pilotage de l'offre de TNT connectée grand public, dénommée Freeview Play. La structure commune, en étroite association avec ses quatre actionnaires, focalise son action sur les missions suivantes :

- La création et la promotion de la marque, y compris le CRM³
- La création et le pilotage (notamment dans la relation avec les constructeurs de téléviseurs, ce qui est une des fonctions les plus critiques du système) de la norme technique qui permet de recevoir les services Freeview Play ; cette norme a comme socle la norme européenne HbbTV.
- Le pilotage de l'offre consommateur, qui est fondamentalement une intégration intelligente et conviviale des offres individuelles des chaînes.

Le système Italien est très analogue, avec la différence que la société (Tivu) comporte deux actionnaires, la RAI (audiovisuel public) et Mediaset (audiovisuel privé), s'appuyant sur le diffuseur technique. Conçu plus récemment, il est également un peu plus avancé dans l'offre au consommateur, avec une attention plus forte à la data et à la publicité et une plus grande homogénéité dans le « portail » qui est présenté au téléspectateur.



L'Allemagne s'est orientée vers un modèle (Freenet TV) qui a des points communs avec ces modèles mais aussi des différences importantes, notamment celle de l'actionnariat, puisque les chaînes allemandes ne participent pas au capital du distributeur que détient à 100% l'opérateur de diffusion (Media Broadcast).



Le cas de l'Allemagne est un peu particulier, mais très symptomatique et intéressant ; en effet, en Allemagne, à l'inverse des cas France, Royaume-Uni ou Italie où la TNT est la plateforme phare, la TNT se trouve dans une position de challenger, mais elle s'est néanmoins engagée dans cette démarche de marketing de la plateforme pour assurer sa survie.

[secret des affaires]

¹ CSA guide des chaînes numériques 2017, page 25

² Sondage IFOP pour TDF

³ Customer Relationship Management ; relation client

2. Principaux axes d'amélioration de la TNT au bénéfice des téléspectateurs

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 ?

TDF partage la vision du CSA sur les principaux axes d'amélioration qui pourraient bénéficier aux téléspectateurs et à l'ensemble des acteurs du secteur audiovisuel, à savoir :

- **La qualité de l'image, notamment avec l'Ultra Haute Définition couplée au HDR (High Dynamic Range)**
- **La qualité du son**
- **L'intégration de nouveaux services interactifs**

TDF est convaincue que ces améliorations devraient être proposées dans les meilleurs délais aux téléspectateurs, et c'est pourquoi de nombreuses expérimentations (notamment depuis la Tour Eiffel – autorisations UHD et B-Cache) ont été lancées depuis quelques années par TDF afin de :

- Proposer aux éditeurs de tester leurs contenus (technos, chaîne de production, réception sur les téléviseurs, ...)
- Promouvoir avec tous les partenaires éditeurs et industriels et continuer à sensibiliser au gain de qualité apporté par le format UHD
- Mener des tests au fur et à mesure de l'avancement des normes UHD phase 1, phase 2 (HDR, HFR) sur les équipements industriels ainsi que sur les téléviseurs UHD du parc existant et futur
- En tirer des enseignements pour proposer des évolutions / travaux

De nouveaux services pour compléter et enrichir l'offre TNT

L'une des évolutions prioritaires de la plateforme TNT est celle des services et de l'ergonomie d'accès pour le téléspectateur et ne nécessite pas de travaux techniques lourds.

TDF cherche depuis de nombreuses années à assurer le développement de la plate-forme hertzienne par l'introduction de nouveaux services. A ce titre, TDF a mené de nombreux travaux en matière de TV interactive et a participé activement aux groupes de travail du HD Forum (désormais Forum de l'Audiovisuel Numérique) pour la spécification de ce qui aboutira à HbbTV.

En plus de sa contribution aux spécifications HbbTV, TDF a été moteur sur les expérimentations nécessaires avant le déploiement des services :

- Définition des profils de signalisation
- Réalisation de flux de test pour les industriels
- Diffusion sur des sites pilote pour vérifier l'innocuité de la composante HbbTV

Le lancement des services a ainsi pu se faire grâce à une collaboration étroite entre TDF et les opérateurs qui a engendré la diffusion de services HbbTV sur 15 chaînes de la TNT, notamment avec France Télévision pour le lancement de ses services interactifs :

- Service de news : via le réseau large bande ou de diffusion TNT pour les personnes ne pouvant pas connecter leur récepteur
- Service EPG enrichi
- Enrichissement des programmes par des données complémentaires (ex : C dans l'air de France 5)
- Accès en temps réel aux statistiques lors des Internationaux de France de tennis

TDF a aussi développé ses propres services, en particulier **restart** qui a été adopté par France Télévision (**Salto**) et LCP. TDF a par ailleurs largement contribué au développement des spécifications TNT2.0 pour

faciliter le développement de services de Catch-up/VoD via HbbTV, et a été un acteur majeur pour faire évoluer la norme : prise en charge des formats DASH en broadband et définition des interfaces pour faire de la DRM. TDF continue à travailler sur les versions actuelles de la norme, sur des solutions de Push de contenus audiovisuels et sur l'utilisation de HbbTV pour l'introduction de l'UHD en France (sujet qui sera développé ultérieurement dans la réponse à la question 21).

Ainsi, **les prérequis techniques de la mise en œuvre d'une plateforme TNT enrichie semblent largement disponibles.** *[secret des affaires]*

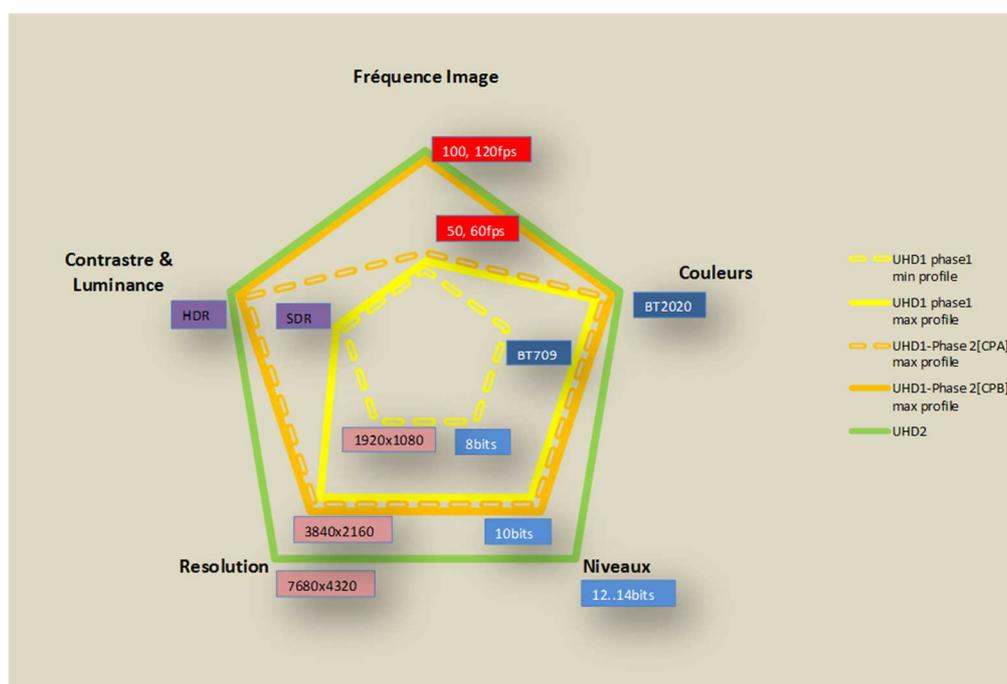
1.1 Enrichir la qualité d'image et de son sur la plateforme TNT pour améliorer l'expérience utilisateur

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 ?

- Ces différentes fonctionnalités sont-elles rétrocompatibles avec les écrans qui ne les supportent pas ?
- Avez-vous des tests et des expérimentations en cours ? Quels enseignements en tirez-vous ?
- Les pouvoirs publics doivent-ils fixer les normes appelées à être utilisées en UHD-1 phase 2 ?

Les expérimentations menées par TDF sur la plateforme UHD depuis la Tour Eiffel (autorisations CSA successives depuis 2014) ont permis de voir l'émergence de ces nouvelles technologies mais aussi d'analyser leur interopérabilité avec le parc des terminaux qui ne cesse d'évoluer plus ou moins rapidement selon chacune des technologies. Ces expérimentations ont également permis de mesurer le gain réel de ces technologies pour l'utilisateur.

Ces différentes technologies peuvent être représentées sous une forme graphique. Les caractéristiques de chacune sont listées ci-après dans le document pour donner plus de détails techniques et de rétrocompatibilité, et donner pour chacune la position de TDF.



Les sommets de ces polygones représentent les caractéristiques pour chaque axe d'amélioration.

Le mode progressif 50 images par seconde :

Le passage du mode entrelacé 50 demi-images (ou 25 images) au mode progressif 50 images par seconde constitue le premier avantage de l'UHD qui permet à la HD de bénéficier d'un format pleine résolution 1920x1080p en mode progressif (option retenue notamment en Allemagne en association avec HEVC), jusqu'avant limité au format 1280x720p dans les téléviseurs.

Le mode entrelacé était avant tout lié à la technologie des tubes cathodiques. Depuis l'arrivée des écrans LCD le mode entrelacé n'apporte aucune amélioration et nécessite des ressources de traitement de signal réalisant le désentrelacement, de plus ou moins bonne qualité selon l'algorithme utilisé dans le téléviseur et les ressources matérielles associées. Les tests de compression en HEVC effectués en normalisation ont montré que le débit nécessaire pour une image progressive n'était pas plus élevé que pour une image entrelacée (à qualité identique).

Les téléviseurs intègrent tous désormais le format progressif de base. En revanche le choix d'un mode HEVC entrelacé en HD crée un risque de dysfonctionnement sur une partie du parc de téléviseurs qui n'ont pas été testés à partir de flux de transport de ce type.

TDF recommande donc d'opter pour un passage en tout-progressif. Ce choix permet d'une part d'assurer une compatibilité forte avec le parc de récepteurs HEVC existant, et d'autre part d'assurer une qualité d'image optimale pour tous les récepteurs du parc en supprimant l'utilisation d'algorithmes de désentrelacement.

La colorimétrie étendue ou WCG (Wide Color Gamut) :

Comme indiqué dans la consultation le WCG, défini dans la norme BT 2020, vise à passer de 1/3 à 3/4 de l'espace de couleurs visibles par l'œil. Le gamut BT 2020 constitue à ce jour un espace de couleurs dans lequel les écrans grand public ne peuvent afficher qu'un sous ensemble intermédiaire de couleurs (compris entre le gamut BT 709 et BT 2020). Le fait que les écrans ne puissent pas encore afficher tout le gamut BT 2020 n'est pas problématique.

Même si la norme prévoit dans le profil UHD Phase 1 de signaler un gamut BT 709, les expérimentations sur la plateforme UHD TNT ont permis de mettre en évidence le besoin de placer tous les espaces colorimétriques dans un unique gamut BT 2020 afin d'être le plus interopérable avec les téléviseurs. La norme DVB TS 101154 dans la phase 2 a simplifié les choses en spécifiant la BT 709 pour les décodeurs HD HEVC et la BT 2020 pour les décodeurs UHD HEVC. Si les signaux en sortie de régie se limitent au gamut BT 709, alors il suffit de les projeter dans un gamut BT 2020.

TDF recommande donc d'opter pour une projection systématique de l'espace colorimétrique dans un gamut BT 2020. Ce choix a l'avantage de maximiser l'interopérabilité avec les téléviseurs, notamment en supprimant les changements d'espace couleur qui, s'ils ne sont pas bien pris en compte, peuvent entraîner une forte dégradation de la qualité de l'image (saturation ou désaturation des couleurs).

Profondeur d'encodage ou quantification 8 ou 10 bits :

Depuis 2015, la majeure partie des dalles UHD sont dotées d'une résolution de 10 bits par pixel. De fait, depuis la phase 2, la norme DVB spécifie uniquement le mode 10 bits qui n'entraîne aucun surdébit par rapport à un échantillonnage sur 8 bits. Ceci s'explique par le fait que la différence entre l'image source et l'image interpolée de sortie de codeur est plus faible en 10 bits qu'en 8 bits et donc que l'image résiduelle (issue de la différence entre le signal et sa prédiction) à encoder contient moins d'informations. Les extensions à 12 ou 14 bits ne sont ni spécifiées, ni nécessaires avec les technologies des dalles actuelles.

TDF recommande d'opter pour une profondeur d'encodage systématique de 10 bits. Ce choix semble judicieux car il n'entraîne pas de surdébit et est en phase avec l'exigence des formats WCG et HDR en termes de profondeur d'encodage.

La Dynamique de luminance ou HDR (High Dynamic Range) :

Cette technologie constitue l'avancée la plus visible pour le grand public grâce à l'arrivée des nouvelles technologies de dalles, qu'elles soient OLED ou LCD, qui affichent depuis 2016 des pics de luminance de 1000 nits ou au-delà, alors qu'en 2014 on disposait de 300 à 400 nits pour les meilleurs écrans SDR (Standard Dynamic Range). Depuis la phase 2, la norme TS101154 (V2.3.1) prévoit la possibilité d'utiliser un des deux modes HDR suivants (norme BT.2100) :

- Mode HLG10 qui est rétrocompatible avec les écrans dits SDR (à noter que la rétrocompatibilité du mode HLG10 se traduit par une baisse de luminance et une légère dérive chromatique du signal HDR-HLG sur un téléviseur SDR / UHD-1 phase 1)
- Mode PQ10 qui n'est pas rétrocompatible avec les écrans dits SDR (une partie du parc 2014 à 2016)

Cette augmentation de la dynamique du signal impose un passage en 10 bits pour la profondeur d'encodage, ce qui s'accompagne de l'élargissement du gamut de couleur. Le gain en luminosité et en contraste s'accompagne donc de couleurs plus riches (voir WCG).

Les dernières observations ont mis en évidence que pour certains constructeurs TV, la mise à jour a permis l'affichage des images HDR PQ10 sur des téléviseurs SDR de la gamme 2015 à 2016 théoriquement non compatibles HDR10. Pour la gamme 2017, les TV – qu'ils soient SDR ou HDR – doivent intégrer la norme UHD Phase 2 avec des signaux HDR PQ10 ou HLG10. Si la conversion est bien réalisée, le rendu de cette conversion de courbe EOTF PQ10 vers SDR est de meilleure qualité qu'un signal HDR-HLG10 non retraité dans le TV et affiché sur une dalle SDR. Cela montre que la rétrocompatibilité du PQ10 sur écran SDR est possible dès lors que les fabricants choisissent de mettre à disposition une mise à jour automatique du TV ou facile à faire par les usagers.

Des solutions additionnelles pour le HDR sont actuellement en cours d'étude au sein du groupe DVB. Les technologies proposées permettent la distribution de métadonnées dynamiques pour le HDR (ex. Dolby Vision). Ces métadonnées permettent d'adapter chaque scène aux capacités d'affichage de chaque écran, améliorant ainsi la qualité HDR10 tout en préservant l'intention artistique. Ces métadonnées, de faible débit (quelques dizaines de kbits/s), peuvent déjà être transportées de façon privée dans le flux. Ceci a été démontré sur la plateforme TNT-UHD dans le cadre d'une diffusion en UHD-HDR en Dolby Vision lors des internationaux de France de tennis 2017.

Pour le moment DVB n'a pas tranché. Cependant la position de TDF est que les métadonnées additionnelles devront être rétrocompatibles et ne devront pas impacter la qualité du signal HDR10 ou HLG10 et a fortiori ne pas impacter le parc existant SDR et HDR. De plus ces solutions devront pouvoir s'appuyer sur le même signal de base et ne pas être exclusives afin de laisser ouverte la décision aux chaînes de produire des contenus HDR améliorés à destination de plusieurs technologies HDR dynamiques, si la décision DVB était d'introduire ces formats additionnels.

Dans la mesure où une grande partie du parc est déjà et sera compatible du format HDR10, TDF recommande d'opter pour le choix d'un système HDR10. Ce système a également l'avantage de laisser la possibilité d'insérer des métadonnées dynamiques déjà supportées de façon privée en UHD Phase-2, les contenus non-SDR peuvent tout à fait être placés dans un conteneur HDR10 afin de ne pas perturber les récepteurs lors du changement de format.

Fréquence d'affichage ou HFR (High Frame Rate) :

Le mode SFR (Standard Frame Rate) correspond à 50p (50 images par seconde en mode progressif). Il a été introduit dans la norme TS101154 dès la phase 1 pour les formats HEVC HD et UHD. Côté récepteur, le profil HEVC Main10@4.1 est défini pour la HD 50p et HEVC Main10@5.1 pour l'UHD 50p.

Le mode HFR (High Frame Rate) correspond à 100p (soit 100 images par seconde en mode progressif). Il a été introduit dans la phase 2, c'est-à-dire à partir de la version 2.3.1 de la norme TS101154. Côté récepteur, le profil HEVC Main10@5.1 est défini pour la HD 100p et HEVC Main10@5.2 pour l'UHD 100p.

Le bénéfice apporté par le mode HFR 100p s'observe principalement sur des contenus sportifs lors de mouvements rapides d'objets (ballon, palets, balle, ...) ou de la caméra (panoramique ou traveling latéral) dans lequel le second plan apparaît plus net (exemple du joueur de football que la caméra suit avec les tribunes en second plan). Même si le coût en termes de débit est négligeable si l'on ne tient pas compte de la rétrocompatibilité avec le parc en 50 images par seconde (50p en Phase 1), il ne l'est pas aux extrémités, c'est-à-dire côté production et stockage où tout est doublé, mais aussi côté décodeur où le chipset doit traiter 100 images par seconde au lieu de 50 par seconde.

Les essais de diffusion en TNT en HD HFR sur les contenus fournis par le projet 4EVER2 ont montré que le parc de terminaux UHD de 2014 à 2017 n'était pas conçu pour décoder des contenus HD HFR. Les meilleurs d'entre eux affichent des images au rythme de 50 images par seconde avec un léger effet saccadé sur des mouvements rapides, ce qui est normal étant donné qu'ils ne prennent qu'une image sur deux. Pour les fabricants, ces comportements aléatoires ne sont pas hors norme puisque cette dernière prévoit que pour assurer la rétrocompatibilité, il est nécessaire de mettre le complément HFR (50 images) dans un PID supplémentaire, ce qui correspond à une « scalabilité » temporelle SFR/HFR. Aucun test n'a pu être fait étant donné l'absence de codeur SFR/HFR scalable.

L'absence de cette fonction dans les terminaux de 2017, malgré les prototypes démontrés en 2016, laisse penser que l'introduction du HFR n'apparaîtra au mieux que sur la gamme de TV 2018 voire 2019 si le marché des contenus HFR ne démarre pas. Comme déjà indiqué précédemment, la production HFR représente un surcoût car la quantité d'information à traiter et à stocker est doublée en passant de 50 images à 100 images.

Par ailleurs, et contrairement au HDR, le retrofit du parc n'est pas envisageable car il touche le hardware c'est-à-dire les chipsets et la mémoire. Ainsi, en tenant compte du parc existant, le mode HFR ne pourra être introduit en TNT qu'en mode Dual PID. Dans ce schéma le surdébit du signal HFR encodé dans un PID supplémentaire pour assurer une rétrocompatibilité sera supérieur au débit d'un programme encodé directement en HFR non rétrocompatible. A ce jour, il est estimé que le surdébit du HFR en mode rétrocompatible serait de l'ordre de 15% maximum par rapport au débit SFR.

La recommandation de TDF sur le HFR est d'opter pour un mode HFR rétrocompatible (dual PID). Cette option présente l'avantage de ne pas perturber les récepteurs actuels en conservant un mode SFR dans un premier PID, et une couche additionnelle HFR dans un second PID pour utilisation par des récepteurs compatibles si besoin.

En synthèse :

Les normes vont continuer d'évoluer en intégrant toujours plus d'extensions.

- La norme HEVC en est à sa version 4 et devrait continuer d'évoluer pour intégrer de nouvelles extensions de la norme.
- La norme DVB TS 101 154 a évolué à chaque phase de l'UHD mais sera aussi amendée si de nouveaux formats HDR+ sont introduits

La combinaison UHD – HDR est pour TDF la combinaison gagnante, en optant pour une option HFR en dual-PID quand les contenus le nécessiteront.

TDF demande au CSA de monter un groupe de travail CSA/éditeurs/diffuseurs/industriels du secteur chargé de définir le profil minimal de la HD et UHD en DVB-T2 afin d'installer un parc de récepteurs compatible.

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 ?

TDF considère que les améliorations de la qualité sonore doivent être traitées avec soin en complément de celles qui concernent l'image, car les études montrent que ces deux dimensions ont un potentiel d'impact sur le téléspectateur du même ordre.

Depuis le lancement de la TNT en 2005, hormis le débit, la qualité sonore n'a pas vraiment évolué, on pourrait même dire qu'elle a régressé puisqu'au démarrage de la TNT, la diffusion du son Dolby 5.1 a progressivement été abandonnée au profit d'autres services audio 2.0 comme l'audio description.

Ce non succès auprès des téléspectateurs puise sans doute sa source dans la complexité de placer et relier les enceintes dans un espace réservé à la télévision. On peut espérer que l'introduction des barres de son facilitera définitivement l'émergence des services audio multicanaux pour peu que le rendu spatial soit au rendez-vous.

Sans faire d'hypothèses sur les nouveaux services, le minimum que l'on puisse attendre des nouvelles technologies de codage audio est une réduction de débit de l'ordre de 50%, laissant de fait plus de débit pour des données associées ou un peu plus de qualité d'image.

Comme l'indique la consultation, le profil NGA apporte une nouvelle dimension dans les services audio, puisque l'on peut à partir du même flux audio proposer différents profils audio mis à disposition par les éditeurs mais aussi personnalisables côté téléspectateur à condition que l'IHM soit très simple, ce qui constitue encore une source d'innovation à explorer par les chaînes et fabricants de TV. On peut par exemple imaginer toute sorte de services audio avec des tablettes ou smartphones synchronisés sur la TNT avec un son personnalisé différent de celui du poste TNT principal.

Comparé au format AC4, le format MPEG-H présente l'avantage d'intégrer le format ambisonique HOA qui de manière simplifiée est à l'audio ce que la VR360 est à la vidéo. Ce format permet d'enregistrer toute une scène audio 360° et de restituer un point de vue et d'écoute personnalisés, ce qui peut ouvrir de nouveaux services, comme par exemple choisir sa position dans un stade de foot.

Côté terminaux, l'AC4-Part2 est disponible sur les gammes LG, SAMSUNG et SONY. Lors de l'IBC2017, nous avons pu voir que LG intègre dans ses terminaux TV un décodage MPEG-H. Côté production, il semble que les outils soient aussi prêts sur ces deux formats NGA.

En synthèse :

Comme pour la vidéo dans la question précédente, il nous apparaît urgent de définir le(s) profil(s) pour l'audio afin d'installer un parc compatible pour les formats audio & vidéo, car à ce stade les nouveaux formats Audio NGA peuvent exclure toute une partie du parc des TV UHD qui bien que compatible en matière vidéo ne le serait pas encore pour l'audio, sauf à continuer à diffuser en E-AC3 pendant une période transitoire.

TDF, dont la position reste neutre concernant la technologie, souhaite que des améliorations de la qualité audio soient engagées et pour cela, recommande au CSA de lancer un groupe de travail à ce sujet. Par ailleurs, l'IRT B-COM, dont TDF est le partenaire et soutien, travaille actuellement sur le MPEG-H.

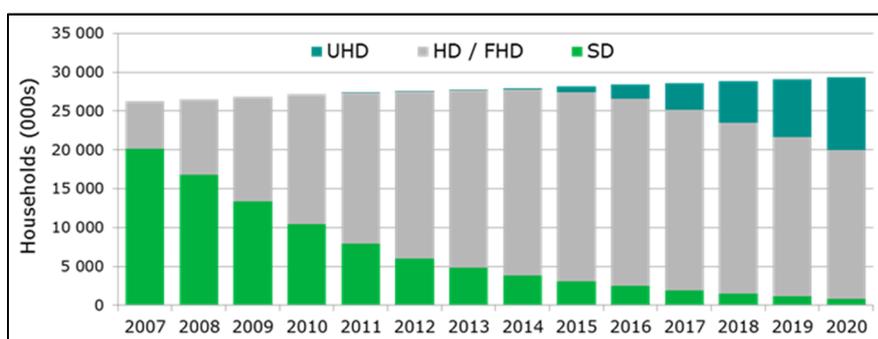
Question 6 : A quel rythme estimez-vous que l'UHD va se généraliser industriellement, à la fois dans les téléviseurs, la chaîne de production et la distribution ?

L'UHD se généralise

L'innovation technologique est indispensable dans le domaine des services audiovisuels. La taille des écrans augmente régulièrement ce qui nécessite une amélioration de la résolution d'image. Les fabricants de téléviseurs ont pris le parti de lancer dès à présent l'Ultra Haute Définition en France et en Europe et en font une promotion intense, qui est relayée par les opérateurs et les éditeurs de contenu. Selon Orange, 30% des abonnés fibre sont d'ores et déjà équipés d'écrans 4K, et l'offre en 4K constitue un moteur puissant de recrutement. Des opérateurs de service OTT comme Netflix font aussi un marketing actif sur leur offre et leurs contenus en 4K.

Le marché des téléviseurs UHD en expansion

Compte tenu du cycle de renouvellement des téléviseurs qui est d'environ 8 ans, le parc en France sera constitué d'une forte proportion d'écrans UHD dès 2020 et ces derniers seront majoritaires en 2023.



Estimation parc d'écrans UHD en France (source IHS Markit)

Le marché des téléviseurs UHD est déjà une réalité pour les tailles d'écran de 40" et plus. En moyenne 50% des téléviseurs proposés sur ce segment appartiennent à la catégorie UHD, mais présentent des caractéristiques fonctionnelles qui les classent encore pour la plupart comme des équipements UHD-1 Phase 1. Compte-tenu du ralentissement des ventes en 2017, il faudra probablement attendre 2018 pour voir se généraliser des équipements sortis d'usine 100% conformes aux spécifications de la phase 2 (HDR, WCG). Les gammes de 2017/2016 nécessiteront une mise à jour logicielle pour être 100% conforme HLG10 et HDR10.

La fonctionnalité HFR ne semble pas encore être une priorité [*secret des affaires*], sans doute car elle ne produit pas l'effet « Whaou » observé en HDR et n'est pas disponible sur le parc UHDTV existant, qu'il

soit HD ou UHD, SDR ou HDR. De plus le mode HFR entraîne un surcoût de production (stockage, table montage, caméras, ...). Les services HFR seront sans doute associés à des contenus premium payants déployés sur un parc de récepteurs maîtrisé.

Il subsiste aujourd'hui une incertitude pour les téléviseurs dont la taille d'écran est inférieure à 40", qui ne tirent évidemment pas partie de l'UHD. Pour ces derniers, en l'absence d'obligations sur l'aptitude des téléviseurs à traiter un signal UHD, il est difficile d'appréhender quelle sera la position des constructeurs sur l'évolution de cette gamme. Rappelons qu'elle couvre la plupart du temps le segment du "deuxième téléviseur" (cuisine, chambre, résidence secondaire ...). Par extension et comme cela est souligné dans la réponse à la question 12, il existe quelques adaptateurs externes de type T2/UHD, mais cela reste encore marginal au plan international. L'adoption par d'autres pays européens de la diffusion UHD terrestre, serait bien sûr un facteur d'accélération pour la mise à disposition massive d'équipements compatibles.

Mais encore peu de contenus UHD

Si les contenus UHD ont fait leur apparition sur les services internet et OTT, le coût de production « live UHD » reste un frein au développement rapide de celui-ci. *[secret des affaires]*

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 oeuvre de services en HD améliorée en TNT ?

- La mise en oeuvre de tels services est-elle compatible avec les développements industriels qui semblent plutôt s'orienter vers l'UHD ? Est-il possible de convertir facilement des contenus UHD en HD améliorée en vue d'une diffusion, le cas échéant, sur la TNT ?

La qualité de l'image plébiscitée par les téléspectateurs

L'apport des fonctions HDR, WCG et HFR apportera une amélioration de la qualité actuelle du format HD 1920x1080i50 en MPEG 4. Toutefois la qualité vidéo des chaînes HD upscalées sur les dalles UHD ne cessera de se dégrader avec l'augmentation de la taille moyenne des écrans (1,5" par an) et la généralisation du parc des dalles 4K. On peut d'ailleurs le constater actuellement avec les dernières chaînes SD sur les écrans full HD. Cette diminution constante de la qualité amplifie le besoin de proposer les nouveaux formats UHD adaptés à ces nouvelles technologies.

TDF a mené fin septembre 2017 une campagne de tests subjectifs de comparaison de formats, en réalisant les tests sur un panel de 3x25 personnes et sur trois types d'écrans (entrée de gamme, haut de gamme LED et haut de gamme OLED), pour comparer :

- Un service HD MPEG4 encodé au débit moyen de 5 Mbit/s correspondant à ce qui existe en TNT
- Avec un service UHD-HDR encodé à trois débits 12,5 ; 17,5 et 22,5 Mbit/s

A noter que les encodages ont été réalisés à l'aide d'encodeurs professionnels réglés en mode « très haute qualité », sur des séquences variées représentatives des services diffusés (sport, documentaire, cinéma) et à des distances de visionnages non théoriques représentatives de la réalité.

Les conclusions de ces tests montrent, sur des contenus moyennement difficiles à difficiles, que :

- La qualité de l'UHD HEVC avec HDR est qualifiée de meilleure de +1.5 points en moyenne sur une échelle de 9 comparée à la HD SDR en MPEG4 au débit correspondant à celui de la TNT
- Le débit pour l'UHD HEVC entre 12,5 et 17,5 Mbit/s n'apporte au maximum qu'1/2 points en plus et peu de différence entre 17,5 et 22,5 Mbit/s
- Sur les autres séquences peu difficiles, comportant des détails avec pas ou peu de mouvement, et dont la captation n'est pas parfaite (mise au point peu précise et bruit de caméra) l'écart entre la HD et l'UHD est négligeable sur un écran de technologie LED et de l'ordre de 1/2 à 1 point en plus sur un écran OLED.

La conclusion de cette campagne de tests subjectifs réalisée par TDF met en lumière le gain significatif de qualité perçue par le téléspectateur lors de la diffusion de contenus UHD-HDR comparativement à leurs versions HD-SDR, dans des conditions de visionnage et de débit réalistes, dès lors que le signal UHD a été capté de façon adéquate. Les tests subjectifs connus à ce jour, dont certains extraits figurent dans la consultation, montrent bien une amélioration de la qualité apportée par les technologies HDR et WCG sur des contenus HD et UHD. Comme indiqué précédemment, l'amélioration apportée en HFR ne concernera principalement que les contenus sportifs et le surcoût de production des contenus limitera sans doute cette amélioration aux chaînes payantes ou à des services de type VOD.

Restreindre la TNT à la résolution HD mise à l'échelle sur des dalles UHD (qui deviennent la norme) risquerait de faire ressentir un retour en arrière et ainsi lui être fatale. En effet la fonction de mise à l'échelle d'un contenu HD atténue la sensation de netteté que l'on retrouve sur une image native UHD et qui a été démontrée lors des tests subjectifs TDF présentés précédemment dans la réponse à la question 6.

En observant les chaînes HD de la TNT diffusées sur certains TV 4K, on peut noter que la qualité de cette fonction d'upscaling est très variable d'un équipement à l'autre et pourrait au fil des nouvelles gammes de téléviseurs se dégrader si le marché de la HD devenait mineur. Cet effet est encore plus marqué lorsque l'on s'habitue à visualiser des images UHD et que l'on revient sur des images HD. On peut comparer cet effet au passage HD vers SD que l'on peut observer en TNT. L'évolution des technologies que l'on observe avec l'arrivée des nouvelles dalles OLED ultrafines que l'on « colle » au mur accentue la taille des écrans, ce qui nous rapproche de la distance idéale de visualisation d'une image UHD offrant ainsi une sensation d'immersion avec un angle de vision de l'ordre de 110 degrés. Ces nouvelles dalles de grande taille ne feront qu'accentuer la perte de qualité subjective d'une image HD « upscalée » sur une dalle UHD.

En synthèse :

TDF estime à ce stade que certaines conversions pourront se faire sans atteinte à la qualité, sans impact négatif pour le téléspectateur :

- Conversion SDR vers HDR qui a déjà fait l'objet de nombreux travaux de recherche et commence à se traduire par des solutions industrielles en 2017, solutions qui restent perfectibles mais combleront des opérations qui ne pouvaient se faire que manuellement lors de l'étalonnage
- Conversion de Gamut BT709 vers BT2020 puisqu'elle existe depuis le début de l'UHD et est intégrée aux équipements de codage
- Conversion SFR vers HFR qui existe chez quelques rares constructeurs mais demeure encore chère vu le faible marché concerné.

En revanche, certaines conversions, elles, pourraient avoir un impact sur le ressenti des téléspectateurs, comme cela a pu être démontré ci-dessus, notamment la conversion HD vers UHD dans le téléviseur.

1.2 L'introduction ou la réactivation de services interactifs sur la plateforme TNT

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 oeuvre HbbTV ?

La norme HbbTV et ses évolutions sont appelées à jouer un rôle central et essentiel dans l'évolution impérative de la plateforme TNT vers plus de services, d'ergonomie et de personnalisation.

Comme expliqué aux questions précédentes, **TDF considère prioritaire l'évolution de la TNT vers une plateforme riche en services, notamment interactifs ou liés à l'accès aux contenus de manière non-linéaire, ou encore intégrant des fonctions qui permettront les nouveaux modèles de marketing digital et de publicité ciblée.**

Une telle évolution, majeure au plan des services et du profil de la plateforme, peut très largement se concevoir en s'appuyant sur le socle technique HbbTV, technologie et norme qui existe, et se développe en Europe avec une dynamique très vive, à l'inverse de ce qui peut être perçu en France *[secret des affaires]*

La France se distingue à l'heure actuelle par la faible proportion de TV connectées (qui sont toutes compatibles HbbTV en général) ; environ 30-35% des ventes annuelles, alors que c'est entre 70 et 80% dans des pays comme l'Italie, l'Allemagne, le Royaume-Uni, *[secret des affaires]*.

Entre temps, la norme a continué de progresser dans l'étendue de ses fonctions, et dans son adoption ; HbbTV est ainsi maintenant le socle technique de la spécification anglaise Freeview Play (en remplacement de MHEG) et de celle de Tivuon! (en remplacement de MHP), et de nombreux éléments de HbbTV sont repris dans la norme américaine ATSC 3.0 ; la Smart TV Alliance, qui regroupait différents fabricants pour une plateforme alternative à HbbTV a fusionné avec HbbTV en 2016 ; la norme HbbTV s'impose donc au niveau mondial comme la référence pour les services de TV connectées.

Dans l'analyse de TDF, il existe toutefois certaines limites (qui ne la remettent pas en question) à l'utilisation de HbbTV comme socle technique au service de la transformation de la plateforme TNT :

- Toutes les fonctions techniques que TDF considérerait comme nécessaires à cette nouvelle TNT ne sont pas présentes dans HbbTV, ou y ont un statut optionnel (par exemple ; téléchargement de fichiers en mémoire en vue de réaliser des services de « push » ou de pré-chargement de publicités); la sécurisation de ces fonctions demande soit des évolutions de la norme (qui ne seront pas toujours acceptées ou supportées), soit des accords additionnels directs avec les fabricants (c'est l'approche italienne par exemple)

[secret des affaires]

En conclusion, dans le cadre de la transformation de la plateforme TNT, TDF considère que l'utilisation de la norme HbbTV s'impose et devra évoluer pour rendre permanent ce qui est optionnel à ce stade.

L'écosystème, comme évoqué dans les questions précédentes, doit se doter d'un véritable opérateur à même de promouvoir les nouveaux services proposés auprès du public et concrétiser un dialogue complet avec les constructeurs de télévision type Freeview.

En ce qui concerne les débits descendants, une utilisation simple de HbbTV peut commencer avec une allocation très modeste (à l'extrême quelques kbit/s), mais si l'on veut assurer une bonne expérience

utilisateur (par exemple affichage rapide et rotation rapide des menus) il est bon de prévoir quelques centaines de kbit/s par multiplex réservés aux données HbbTV ; ces débits seraient à additionner aux ressources allouées aux fonctions de push (voir question 9).

En ce qui concerne les débits de la voie de retour (connexion internet), on peut estimer que l'accès aux nouveaux services de la plateforme pourrait (et devrait, pour lui conférer une très grande éligibilité, bien au-delà de ce que permet l'IPTV ou la fibre) se concevoir avec des débits modestes (de l'ordre de 2 Mbits/s); avec de tels débits bien sûr il y aurait lieu de prévoir des mécanismes de pré-chargement et de mémoire tampon pour assurer une bonne fluidité de l'expérience client (mécanismes déjà utilisés par les acteurs OTT comme Netflix, Molotov, AppleTV, ...). L'intégration de mécanismes de « push », qui est préconisée par TDF (voir ci-dessous la réponse à la question 9), jouerait à cet égard un rôle clef pour permettre virtuellement d'accéder aux nouveaux services de la plateforme TNT avec zéro ou quelques kbit/s de débit de la voie de retour (échange d'informations de service, clefs, ...).

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 ?

- Quelles seraient les modalités de mise en oeuvre d'une telle solution (volume poussé quotidiennement, plage horaire utilisée...) ? Comment le téléspectateur pourrait-il accéder à cette solution ? Existe-il déjà une interface dédiée ou pourrait-on passer par une interface déjà existante (celle offerte par HbbTV, par exemple) ?

L'intégration progressive de fonctionnalités de « push » dans la nouvelle plateforme TNT paraît souhaitable. TDF est convaincue depuis plusieurs années de la pertinence de ces fonctionnalités.

La consommation de contenus à la demande est en forte croissance et l'intégration de ces services est l'un des enjeux majeurs de transformation de la plateforme TNT.

Si l'intégration des contenus à la demande ne pose pas de problème important au niveau des plateformes d'émission (serveurs de replay) ou du récepteur (norme HbbTV par exemple), elle peut être limitée par le débit internet disponible en France, dont l'augmentation pourrait être plus lente que celle des usages, surtout quand ceux-ci s'individualisent et démultiplient d'autant la charge appliquée à la connexion Internet.

A l'inverse, le pré-positionnement (souvent aussi dénommé « push ») des contenus à la demande les plus populaires (et donc les plus susceptibles d'être demandés par un utilisateur donné) sur un dispositif de stockage local placé au domicile de l'utilisateur final, via le réseau TNT, permettra d'optimiser la situation sur différents aspects :

- Meilleure expérience utilisateur dans le visionnage : accès immédiat, absence de coupures, ce qui contribuera à renforcer l'affinité avec l'usage des services de la TNT et à conforter son image de qualité et de fiabilité
- La bande passante IP reste disponible pour d'autres usages, par exemple le « vrai » trafic internet qui n'est pas lié à la consommation TV
- Plus grande éligibilité, à l'extrême la même que celle de la TNT, permettant de donner une audience plus large (totale) aux services à la demande, en cohérence avec les objectifs d'égalité territoriale qui est au centre de la TNT
- *[secret des affaires]*

Une bande passante TNT de quelques Mbits/s allouée au service de « push » permettrait une mise en oeuvre aux effets déjà significatifs

[secret des affaires]

La mise en œuvre pratique d'un système de « push » pourrait s'envisager assez facilement dans le contexte d'une plateforme TNT enrichie

Au plan technique, la facilité de mise en place d'un système de « push » a été démontrée par TDF notamment dans l'expérimentation B-Cache menée en 2017 (audition par le CSA du 25 Septembre 2017). Cette expérimentation a, par exemple, mis en évidence la possibilité d'accéder de façon simple aux contenus cachés (sur un volume de stockage ad-hoc, non raccordé au téléviseur) transparent par l'application HbbTV installée sur le téléviseur.

L'optimisation de la chaîne de bout en bout d'un tel système de « push » pourrait passer par l'élaboration d'une norme internationale qui standardiserait différents aspects de cette chaîne (publication du manifeste et du catalogue des contenus poussés, ...). Un groupe de travail ad-hoc du DVB dénommé « Filecasting », *[secret des affaires]* travaille en ce sens, et a conclu de manière préliminaire que le standard HbbTV constituait là aussi un socle utile.

[secret des affaires]

Des aménagements minimes à la réglementation en vigueur seraient requis pour permettre le déploiement d'une capacité de « push » dans le réseau TNT

L'analyse de TDF est que le cadre législatif et réglementaire permettrait au CSA d'affecter certaines ressources de la plateforme TNT à des usages de type « push », en s'appuyant notamment sur la notion de « service de télévision et de médias audiovisuels à la demande » ou sur la notion de « service de communication audiovisuelle autres que de radio ou de télévision », notions prévues par la loi de 1986.

[secret des affaires]

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 ?

La modernisation de la plateforme TNT doit se penser par rapport à quatre grands objectifs stratégiques qui concernent la satisfaction des téléspectateurs et la pérennisation des éditeurs, acteurs essentiels de l'écosystème culturel, à savoir :

- 1- Proposer au grand public une offre de service riche et attractive, accessible facilement et en particulier sur tout le territoire, s'appuyant largement sur (i) les offres de services linéaires et non linéaires des éditeurs des programmes de la TNT et sur (ii) l'infrastructure technique de la TNT.
- 2- Ainsi, permettre que les offres des éditeurs de la TNT et la plateforme technique de la TNT conservent leur place centrale dans la consommation audiovisuelle des Français.
- 3- Pérenniser un accès direct des éditeurs aux téléspectateurs, y compris pour les nouveaux services, *[secret des affaires]*, et en particulier favoriser le renouvellement de leur modèle économique (ex. Freemium).
- 4- *[secret des affaires]*

Pour atteindre ces objectifs stratégiques, la plateforme TNT doit s'enrichir en priorité de nouveaux services interactifs grand public, et également de certaines fonctionnalités interactives.

S'agissant des services interactifs pour le consommateur, les services qui apparaissent comme prioritaires sont :

- L'accès large aux offres de TVR (Replay) des éditeurs de la TNT, sur le poste de télévision, en mode gratuit ou payant, qui pourrait être modulé par chaîne et par qualité ou quantité (par exemple, une formule gratuite permettrait un accès limité en qualité SD)
- Des services de « Preplay » qui permettraient le visionnage à l'avance, gratuit ou payant selon le choix de l'éditeur, de programmes (par exemple épisodes de série)

- Start-Over : la possibilité de reprendre au début un programme dont on commence le visionnage (en direct) en cours de diffusion
- Un guide intelligent, personnalisable et interactif de programmes (EPG) ; ce guide serait disponible sur la télévision comme sur d'autres terminaux ; il contiendrait des fonctions de recommandation, découverte, recherche, ...
- Des fonctions de CRM, qui permettront à chaque utilisateur d'être identifié et le cas échéant aidé dans l'usage de son service TNT
- Enregistrement dans le nuage (NPVR)
- Vidéo à la demande (VAD), avec les options : abonnement ou transaction

S'agissant des services à proposer aux éditeurs, les fonctionnalités prioritaires devant être introduites, identifiées par TDF sont :

- Opt-in / log-in unique
- Collecte des données d'usage
- Remplacement dynamique de publicités
- PUSH
- Supervision temps réel de la qualité de réception / diffusion (et notamment identification des émetteurs afin de pouvoir le cas échéant identifier précisément l'origine d'une perte de qualité)

Même si l'introduction de ces nouveaux services dépend largement de l'initiative des acteurs de la TNT, les pouvoirs publics et en particulier le CSA ont un rôle clé à jouer pour en faciliter l'émergence et moderniser la plateforme TNT.

Cette action devra concerner principalement, dans le cadre du développement de services enrichis :

1. Des allocations significatives et flexibles de ressources dans les multiplex TNT pour les services HbbTV et pour le « push ».
2. La modification, ainsi qu'esquissée par la consultation en cours de la DGMIC, des règles applicables à la publicité télévisée, vers plus de souplesse, en particulier pour permettre (i) la réalisation dans le contexte de la TNT de publicités ciblées, y compris de manière individuelle, et (ii) la promotion large par les chaînes de télévision des services associés à la plateforme TNT sans que cela grève leurs quotas publicitaires. Dans ce domaine de la publicité, les pouvoirs publics devront également confirmer ou créer les mesures permettant de garantir qu'un acteur non autorisé par un éditeur de télévision ne vienne pas, au moyen de différents dispositifs techniques qui sont maintenant facilement envisageables, perturber, remplacer ou supprimer les messages publicitaires intégrés par les éditeurs à leurs programmes.
3. Une application réaliste et modérée, sans durcissement qui serait propre à la France, du cadre européen de protection des données personnelles. Dans le même esprit, il conviendrait que les pouvoirs publics, et éventuellement le CSA lui-même, veille (bien) à une application homogène et équitable de ces nouvelles règles, par exemple pour éviter que celles-ci soient strictement imposées et appliquées aux chaînes de télévision, tandis que d'autres acteurs majeurs du numérique s'y soustrairaient systématiquement.
4. Une très grande vigilance, passant par exemple par la conduite sous l'autorité du CSA, de tests techniques et de mesures appropriées d'information du grand public et des professionnels, sur les nouvelles règles de câblage résultant de la modification du code de la construction en août 2016, modifications qui pourraient avoir un effet très négatif sur la réception de la TNT et donc rendre largement inopérants les efforts consentis par ailleurs pour sa modernisation (cf. audition le 10 Octobre 2017 du Forum des Médias Mobiles au CSA) ; à l'extrême, le CSA pourrait devoir se mobiliser en faveur du maintien d'un câblage coaxial « traditionnel » en parallèle d'un câblage de type « Ethernet » dès lors que la capacité de ce dernier à acheminer correctement les signaux hertziens de la TNT ne serait pas garantie.
5. La vigilance sur le fait, et le cas échéant la mise en place de mécanismes garantissant, que le consommateur puisse accéder de manière facile et à un prix équitable à une offre de haut-

débit « double-play » lui permettant ainsi de disposer d'une connexion à haut débit sans nécessairement souscrire à l'offre « triple-play » c'est à dire incluant des services de télévision.

[secret des affaires]

6. La surveillance, pouvant demander certaines mesures d'obligation, afin que les opérateurs de télécommunication proposant des services de type IPTV n'empêchent pas le fonctionnement des mécanismes, basés sur HbbTV, que les éditeurs ajouteront à leurs programmes pour le fonctionnement les nouveaux services interactifs de la TNT, lesquels ont vocation à être disponibles sur toutes les plateformes.
7. *[secret des affaires]*

Question 11 : Quels gains pourraient retirer les éditeurs de la mise en oeuvre 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) ?

Même si cette question concerne avant tout les éditeurs, TDF pense que les gains qui peuvent résulter de la modernisation de la plateforme TNT sont très substantiels, et pourraient dans une large mesure être déterminants sur leur capacité à maintenir leur leadership malgré les bouleversements du secteur et à ainsi pouvoir continuer à soutenir la création française.

[secret des affaires]

3. Préparer l'introduction des futures normes de la TNT et le paysage audiovisuel à venir

1.1 Quelles normes pour faire évoluer la TNT ?

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 ?

En l'état actuel, TDF estime que la norme DVB-T2 est la seule réponse pertinente à une évolution en douceur de la plateforme TNT en France :

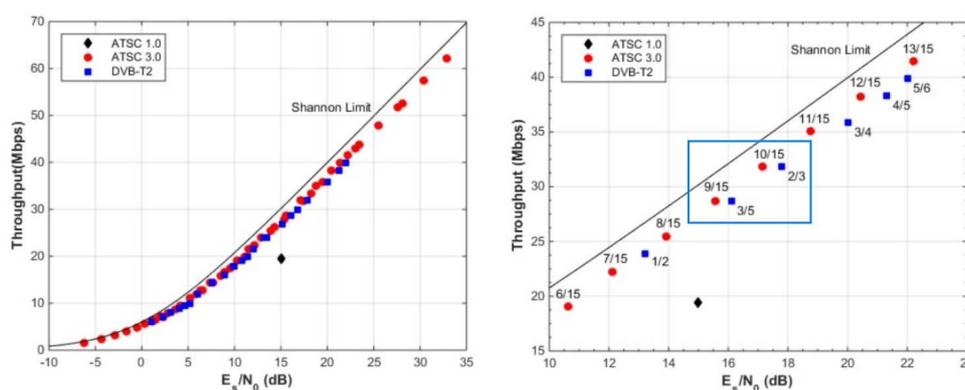
- La norme DVB-T2 est normalisée au niveau ETSI depuis plus de 10 ans, avec des révisions et des ajouts réguliers.
- Elle est largement stabilisée et mise à profit au titre de la diffusion hertzienne au Royaume-Uni depuis 2008. Du fait du marché tiré par des services existants (Royaume-Uni, Finlande, Suède, Serbie, Russie, ...) ou en cours de déploiement (Allemagne, Autriche, Italie), les produits proposés sur le marché français sont fréquemment compatibles DVB-T2/H264, et dans une moindre mesure DVB-T2/HEVC. Il existe donc un large écosystème européen autour de cette norme DVB-T2.
- Un chipset de réception DVB-T2 assure la compatibilité de réception DVB-T, ce qui permet d'envisager un scénario de migration s'appuyant sur le lancement d'un multiplex précurseur multi-villes, suivi à une échéance à déterminer d'une bascule complète de la plateforme vers DVB-T2.

Les autres normes de diffusion existantes (ATSC 3.0, ISDB-T, DTMB), même si elles sont compatibles avec la canalisation à 8 MHz utilisée en Europe (ou pourraient l'être moyennant adaptation), ne bénéficient ni de l'écosystème européen adéquat, ni d'une quelconque adoption dans l'un des pays de l'Union, ni de la rétro-comptabilité avec DVB-T qui assurerait la transition en douceur vers une plateforme plus moderne.

L'ATSC3.0, une norme performante comme DVB-T2 mais techniquement non discriminante et sans écosystème établi

La norme qui bénéficie des fondements technologiques les plus récents est l'ATSC 3.0. L'accroissement relatif des performances de la couche physique (débit vs robustesse) par rapport à DVB-T2 reste toutefois modeste, et sans incidence significative sur l'ingénierie de réseau. Dans un cas comme dans l'autre, les performances de ces deux systèmes se rapprochent de la limite théorique de Shannon⁴.

Les relevés ci-après illustrent les performances des systèmes ATSC 3.0 et DVB-T2 dans une largeur de bande de 6 MHz (contexte Etats-Unis, source des mesures IEEE). Le graphe de droite est un zoom reposant sur des hypothèses communes de modulation (256QAM), de codes correcteurs (LDPC et BCH), de longueur de blocs FEC (64800 bits). L'encadré bleu se rapporte à des valeurs de rendement de code à 3/5 et 2/3 qui associées à la modulation 256QAM sont représentatives de ce qui est envisageable pour un profil français. Ramené à une largeur de canal de 8 MHz, les valeurs de débit résultantes seraient en adéquation avec celles des profils précédemment définis par TDF.



Le différentiel de performances entre ATSC 3.0 et DVB-T2 est compris entre 0,5 dB et 0,6 dB, ce qui est assimilable à une valeur d'incertitude autour d'un bilan de liaison. En d'autres termes pour une même ingénierie sur le réseau de diffusion, il n'y aurait aucune différence sur la qualité de la couverture procurée par ces deux systèmes.

L'autre caractéristique de ATSC 3.0 se situe au niveau des couches hautes et applicatives. L'utilisation du transport IP et des protocoles identiques ou similaires à celui du Broadband sont ici adoptés. Bien que cette approche "tout IP" soit considérée comme importante pour faciliter la convergence et générer de nouveaux revenus, il n'est pas possible d'identifier un cas d'utilisation ATSC 3.0 (par exemple annonces personnalisées, mesure d'audience) qui ne serait techniquement pas couvert avec la mise en œuvre de DVB-T2 couplé à HbbTV 2.0. DVB a examiné cette approche, mais n'a pas donné de signe positif pour s'orienter vers une démarche similaire.

Le WiB, un concept embryonnaire, ne faisant pas l'objet d'un consensus du secteur audiovisuel

A ce jour, la proposition de WiB consiste en un catalogue de techniques dont les capacités théoriques prometteuses (débit, robustesse, absence de brouillages, gains en coûts, ...) doivent être vérifiées d'une part, et dont l'agencement et le paramétrage pour fournir un service de télévision numérique terrestre doivent être complètement spécifiés d'autre part. Par ailleurs, les performances élevées attendues de WiB sont atteintes au prix de contraintes techniques qu'il ne faut pas omettre : utilisation de la même modulation /

⁴ Cette dernière se définit comme la limite physique sur la capacité de transmission (C) par rapport aux caractéristiques du niveau de signal (S), de la largeur de bande (B) et du niveau de bruit (N) : $C = B \log_2 (1 + S/N)$

codage sur l'ensemble des sites du réseau, synchronisation de tous les signaux, besoin de planification de l'utilisation des porteuses pilotes pour l'annulation d'interférence. Enfin au niveau opérationnel, des aspects sont totalement absents aujourd'hui des préoccupations de WiB, tels que la réémission des signaux UHF par les sites du réseau complémentaire. WiB est également disruptif par rapport à l'actuelle gestion des services par multiplex, ainsi que sur les aspects planification de fréquences des réseaux. Une remise à plat de la réglementation, du modèle d'opérateur de multiplex et une importante révision de l'architecture des réseaux existants seraient également à prévoir.

La 5G, technologie émergente qui n'apparaît pas comme une alternative technico-économique pour distribuer efficacement la TNT

Dans l'opinion de TDF, le recours aux technologies 5G / 4G en substitution des technologies « naturelles » à savoir T2/HEVC/HbbTV n'est absolument pas réaliste, compte tenu (i) de leurs caractéristiques techniques (pour autant qu'on puisse les deviner à ce stade de très faible maturité) et (ii) du niveau très élevé d'incertitude qui plane sur leur calendrier et modalités de déploiement et (iii) des implications massives que cela aurait quant au renouvellement du parc de téléviseurs et des installations de transmission et de réception et des coûts associés.

[secret des affaires]

HEVC, la norme de codage vidéo à adopter

Même si le MPEG4 actuel permet la diffusion de programmes avec des résolutions supérieures à la Haute Définition, cette norme ne bénéficie pas des enrichissements offerts par HEVC (espace colorimétrique étendu, HDR, ...), ni des performances de codage (déjà très efficient) permettant de disposer de programmes de qualité à débit raisonnable.

En synthèse :

HEVC allié à DVB-T2 est donc la réponse naturelle au besoin de modernisation de la plateforme TNT en France, permettant d'améliorer qualitativement l'offre actuelle et de générer une réelle incitation au changement pour les consommateurs.

1.2 Le paysage audiovisuel envisageable à moyen terme grâce à l'introduction des normes DVB-T2 et HEVC

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

En l'état actuel, les différentes hypothèses retenues par TDF selon les types de services sont les suivantes (débit vidéo uniquement, sans multiplexage statistique) :

- HD 1080/50p HEVC SDR : 3.5 Mbits/s
- HD 1080/50p HEVC HDR-WCG (rétrocompatible ou non avec les écrans SDR): 3.9 Mbits/s
- UHD-1 phase 2 (dès 2017) : 12 Mbits/s
- UHD-1 phase 2 (à partir de 2021) : 9.1 Mbits/s

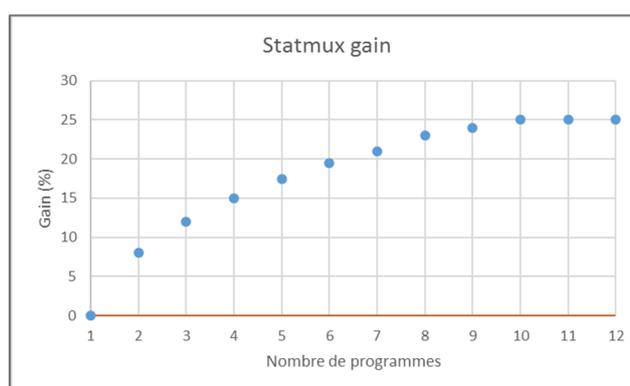
Pour chaque service, en moyenne pour l'audio et les données associées, un débit de 0.7 Mbits/s peut être envisagé : il permet de disposer d'un signal audio 5.1 et deux composantes 2.0 en E-AC3 plus les données associées. Dans l'hypothèse où l'on opterait pour un codage audio de profil NGA, en se basant sur les

débits observés en AC4-part2, on peut envisager un gain de l'ordre de 150 kbits/s pour un signal 5.1.2 et deux à trois objets audio (commentaires par exemple).

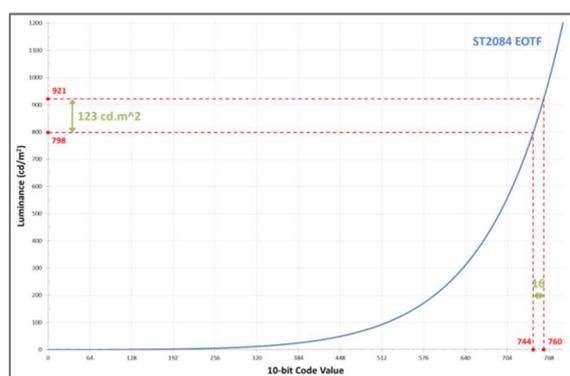
Au global, le débit nécessaire (hors multiplexage statistique) pour un service de télévision s'établit donc comme suit :

- HD 1080/50p : 4.2 Mbits/s
- HD 1080/50p HEVC HDR-WCG (rétrocompatible ou non) : 4.6 Mbits/s
- UHD-1 phase 2 (dès 2017) : 12.7 Mbits/s
- UHD-1 phase 2 (à partir de 2021) : 9.8 Mbits/s

Concernant le multiplexage statistique (effectif sur la partie vidéo uniquement), le débit unitaire par programme dépend de la quantité de programmes présents dans le mux et bénéficiant de ce type de multiplexage. La figure suivante illustre les gains communément admis concernant le multiplexage statistique.



Concernant l'encodage des signaux HDR, un surdébit est nécessaire mais il ne dépasserait pas 10% du débit SDR. L'image contenant plus d'informations nécessite plus de débit pour éviter des trop brusques variations de luminance donnant des effets de plaques ou macro blocs de luminance différente. Ceci s'explique bien dans l'exemple ci-dessous sur la courbe EOTF (Electrique vers Optique). On peut noter qu'une légère imprécision de quantification de 16 niveaux sur 1024 (1,5%) peut par exemple se traduire par une variation lumineuse très visible de 123 Nits (soit 10% sur un écran de 1000 Nits) ce qui est très visible sur l'image.



En synthèse :

A moyen terme (post 2021), en tenant compte des gains en compression des années à venir (asymptote en 2023-205), le débit nécessaire par programme (vidéo, audio et données associées) est estimé à 9.8 Mbits/s pour un programme UHD-1 phase 2 et 4.6 Mbits/s pour un programme HD-HDR, hors prise en compte du multiplexage statistique, en mode progressif 50 images par seconde.

La signalisation globale au niveau du multiplex est estimée à 300 kbits/s, et la mise en œuvre d'un contrôle d'accès nécessiterait un débit additionnel de 200 à 350 kbits/s. Comme indiqué en réponse à la question 4, l'introduction du HFR (100 images par secondes) pour certains programmes pourrait nécessiter un débit additionnel de 15% environ.

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 ?

Dans une perspective de modernisation de la plateforme TNT, TDF estime indispensable d'offrir un contenu de la meilleure qualité visuelle et auditive possible compte tenu des contraintes de débit, de façon à retenir les utilisateurs existants et en attirer de nouveaux.

Le mouvement actuel au niveau industriel porte sur la production en majorité de téléviseurs UHD et HDR : la plateforme TNT doit donc accompagner ce mouvement pour offrir aux consommateurs la possibilité d'exploiter pleinement leurs équipements. La première priorité pour la plateforme à court et moyen terme est donc d'offrir des contenus de type UHD-1 phase 2.

Par ailleurs, pour les programmes qui ne pourront pas bénéficier de cette montée en gamme dans leur diffusion du fait des contraintes de débit, un alignement au minimum sur les standards de diffusion adoptés à l'étranger (Allemagne notamment) est nécessaire, pour ne pas rendre obsolète la plateforme. Cela signifie en particulier la diffusion des programmes restants en HD 1080/50p, voire en HD 1080/50p HDR-WCG.

Avec la disparition des TV à tubes cathodiques, TDF conseille de ne pas prendre en compte le format entrelacé qui n'a plus de raison d'être avec les technologies des écrans plats pour lesquels le format progressif est plus adapté. Les gains en débit sur le format entrelacé sont discutables, selon certains constructeurs l'écart de débit entre les deux formats est négligeable à qualité constante (test PSNR). Par ailleurs l'abandon du format entrelacé qui se généralise en HEVC se traduit par l'absence de travaux d'optimisation sur ces formats et de facto défavorise le format entrelacé qui risque donc d'être décodé avec des algorithmes de moindre qualité.

Que le mode HDR soit rétrocompatible (HLG10) ou non (HDR10), le surdébit est équivalent ce qui laisse le choix entre les deux technologies. Un choix définitif pourra s'appuyer sur la connaissance du parc UHD-1 phase 1 impacté mais aussi sur la base de tests en conditions réelles à l'occasion du déploiement du multiplex multi-villes.

Pour un scénario de non rétrocompatibilité vis-à-vis du parc existant de téléviseurs UHD et HD/HD Ready, on pourra prévoir l'utilisation d'un adaptateur externe. Outre la prise en charge de signaux RF à la norme DVB-T2, il devra être en mesure de réaliser certains traitements spécifiques (downscaling, HDR-WCG, AC4 ...) afin de délivrer un signal en bande de base correctement interprété et restitué par un téléviseur actuel UHD ou HD/HD Ready.

Dans un objectif de continuité de diffusion des 32 services temps complet existants et du maintien des 6 multiplex actuels, plusieurs scénarios peuvent être élaborés. TDF retient à ce stade les trois scénarios suivants, qui peuvent être déclinés selon les besoins :

- **Scénario 1 :** maximisation du nombre de services passant en UHD-1 phase 2, tout en assurant un passage en HD-HDR de l'ensemble des services restants
- **Scénario 2 :** maximisation du nombre de services passant en UHD-1 phase 2, tout en assurant un passage en HD-HDR de l'ensemble des services restants et en permettant l'émergence de services additionnels type push disposant d'un débit « suffisant »
- **Scénario 3 :** généralisation des services UHD-1 phase 2 et HD-HDR, tout en offrant la possibilité de bascule de certains programmes UHD-1 phase 2 vers des services HD-HDR lorsque le contenu

n'exige pas de l'UHD et en allouant une partie des ressources disponibles à des services innovants type push

Le scénario 3 rend possible une flexibilité d'utilisation de la capacité au sein de chaque multiplex, en permettant la coexistence de services UHD-1 phase 2 et HD-HDR dans le même multiplex, charge à l'opérateur de multiplex et aux programmes diffusés de s'accorder sur un partage temporel des ressources.

[secret des affaires]

En synthèse :

Selon les choix éditoriaux, commerciaux, techniques, ... il est possible de configurer les 6 multiplex existants selon des arrangements très flexibles entre les types de programmes proposés, tout en bénéficiant d'une nette amélioration de l'offre qualitative sur la plateforme TNT, voire en introduisant des services innovants disposant d'une ressource dédiée conséquente. **A ce stade, TDF privilégie le scénario 2 qui permet de garantir une évolution de l'offre actuelle en améliorant la qualité de l'image, la qualité du son et en offrant des débits importants pour permettre de développer des services enrichis.**

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.

TDF estime que des bandes passantes significatives, sans être majoritaires, devraient être allouées aux nouveaux services interactifs et qu'une gestion souple, multi-éditeurs de ces capacités doit être installée.

Comme expliqué en réponse aux questions 8 et 9, TDF pense sur cette question qu'il serait raisonnable d'allouer :

- Quelques centaines de kbits/s par multiplex réservées pour l'acheminement des données interactives et de la signalisation (HbbTV). Ces capacités devront faire l'objet d'une gestion souple, combinant des allocations « verticales » réservées à chaque chaîne, mais laissant à celle-ci une grande souplesse sur l'usage qu'elle en fait, et une allocation « transversale » avec des données non spécifiques d'une chaîne donnée, mais supportant les services transversaux de la plateforme
- Une capacité de quelques Mbits/s (pouvant être répartie sur plusieurs multiplex ou pas, avec cependant l'inconvénient dans cette approche de nécessiter le recours à plusieurs tuners) pour les services de « push ». TDF fait le même commentaire que le CSA sur la nécessité d'avoir des modalités très flexibles de gestion de cette capacité de telle sorte qu'elle joue son rôle de ressource banalisée de transport au service de la consommation non linéaire, sans contraintes fortes sur la priorisation des contenus l'utilisant (lesquels peuvent s'avérer très fluctuants dans le temps, même à l'échelle de deux jours successifs).

4. Mise en œuvre opérationnelle de ces évolutions sur la TNT

1.1 Modalités d'introduction des évolutions de la plateforme TNT

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.

TDF partage les scénarios proposés par le CSA, en termes de modalités techniques de basculement de l'ensemble des services et des multiplex vers les normes DVB-T2 et HEVC. Le choix sera dicté par les contraintes se rapportant à la reconfiguration des infrastructures de diffusion (émetteurs, équipements de métrologie et de supervision, têtes de réseaux), ainsi que les modalités de réinitialisation du parc de téléviseurs. Ci-après sont recensés les trois principaux scénarios, avec pour chacun d'eux les avantages et inconvénients associés :

1. Migration nationale en une seule étape et pour l'ensemble des multiplex

Il s'agit d'un scénario comparable à celui mis en œuvre pour la migration vers la TNT HD le 5 Avril 2016. La différence essentielle réside en sus de la recomposition des multiplex et des services (HEVC), à basculer simultanément sur un nouveau mode de diffusion (DVB-T2).

Avantages :

- Une seule étape de réinitialisation du parc de téléviseurs, dans un contexte où le plan de fréquences sera inchangé.
- Aucun simulcast en termes de codages audio et vidéo à prévoir, sous réserve d'une anticipation au niveau des têtes de réseau régionales.
- Une seule action à réaliser par les téléspectateurs (comme pour le 5 Avril 2016)

Inconvénients :

- La complexité des opérations à mener simultanément sur tout le territoire, et dans un laps de temps relativement court.
- Un risque lié à l'imbrication de deux évolutions majeures.

2. Migration nationale en deux étapes et pour l'ensemble des multiplex

Une première étape consisterait à faire évoluer la diffusion DVB-T vers DVB-T2, sans changement au niveau des multiplex (conservatif sur le codage H264). Une deuxième étape relativement rapprochée (quelques semaines à un mois) serait ensuite consacrée à la recomposition des multiplex et au passage H264 vers HEVC.

Avantages :

- Une plus grande souplesse pour la mise à niveau des infrastructures de diffusion, de par la segmentation des travaux en deux étapes.
- La disponibilité d'un premier jalon propice à l'analyse et à la résolution des difficultés rencontrées, notamment sur le réseau secondaire.
- Une pré-initialisation élargie à la plus grande partie du parc de téléviseurs, et permettant d'identifier en avance de phase, ceux qui s'avèreraient incompatibles à l'issue de la deuxième étape (cf. proposition plus bas).
- Aucun simulcast en termes de codages audio et vidéo à prévoir, sous réserve d'une anticipation au niveau des têtes de réseau régionales.

Inconvénients :

- Entre une et deux actions à réaliser par le téléspectateur : une première pour acheter un équipement adapté T2, une seconde pour rescanner ses chaînes
- Deux étapes de réinitialisation du parc de téléviseurs, avec un risque d'initialisation lors de la première étape de téléviseurs DVB-T2/H264, qui seraient ensuite exclus lors du passage de H264 vers HEVC. Des difficultés de communication vers les téléspectateurs seraient alors à prévoir.

- Par rapport à cette problématique il serait proposé d'insérer un service de test au format HEVC cible dans un des multiplex H264, permettant au téléspectateur de définitivement valider la compatibilité de son téléviseur. Cette approche serait techniquement réaliste, dans la mesure où la première étape de réinitialisation aboutit à une reconfiguration globale du téléviseur et par conséquent des services. Elle serait également facilitée de par le fait qu'une capacité de l'ordre de 8 Mbit/s par multiplex serait temporairement disponible.

3. Migration par zones géographiques, en plusieurs phases

Il s'agirait comme pour le scénario n°1 de procéder à une migration simultanée vers DVB-T2/HEVC, mais suivant un phasage géographique. La délimitation géographique est alors celle imposée par les plaques SFN et les multiplex associés. C'est l'approche choisie par l'Allemagne. Cela correspondrait à ce qui est actuellement mis en œuvre dans le cadre du plan d'évolution 700 MHz. Temporellement ce phasage pourrait être une contraction de ce qui se pratique pour le projet 700 MHz en cours en 13 phases, avec la possibilité par exemple de migrer simultanément deux ou plusieurs zones géographiques pour aboutir à un phasage plus serré (4 phases par exemple).

Avantages :

- Une charge des travaux liés à la migration mieux répartie dans le temps.
- Une seule étape de réinitialisation du parc de téléviseurs, mais à répéter sur chaque zone géographique.
- Une meilleure maîtrise technique, de par une capitalisation acquise sur les différentes phases successives.
- Une seule action à réaliser par les téléspectateurs (comme pour le 5 Avril 2016)

Inconvénients :

- Un risque lié à l'imbrication de deux évolutions majeures, mais contenu comparativement à une opération d'envergure nationale.
- Un étalement de la migration sur une plus longue période, avec une organisation à mettre en place pour chaque phase. Dans le cadre d'un objectif de migration défini à début 2024, cela obligerait donc à démarrer plus tôt la migration, ce qui laisserait moins de marge temporelle à une initialisation du parc sur le 7ème multiplex.
- Une incertitude sur la tenue d'un échéancier, par rapport à une cible tout T2/HEVC à Janvier 2024.
- Un simulcast en termes de codages audio et vidéo à prévoir (H264+HEVC), pour les têtes de réseau nationales.
- *[secret des affaires]*

Par ailleurs, il reste encore des travaux importants pour évaluer la compatibilité des équipements existants du réseau secondaire, pilotés à partir d'émetteurs du réseau principal.

Ainsi, chacun des scénarios de migration présente des avantages indéniables mais ne sont pas exempts de difficultés dans la mesure où ils constituent une source de complexité et de coûts pour la plupart des Français. Pour que la future opération de migration soit comprise et se déroule au mieux, il est donc essentiel de ne pas les sous-estimer mais de les anticiper.

Un préambule indispensable et commun à l'ensemble de ces scénarios est la mise en œuvre au plus tôt d'un multiplex multi-villes permettant d'initialiser le parc et d'affiner l'ingénierie du réseau de diffusion en vue de la bascule de l'ensemble de la plateforme. Ce multiplex diffusera nécessairement les signaux avec la norme DVB-T2 en utilisant le codage HEVC, en utilisant les profils et paramètres cibles correspondantes dès le départ. Au-delà de l'initialisation du parc, ce multiplex permettra de démontrer la vivacité et l'attractivité de la plateforme (à condition de disposer d'une couverture suffisante / non frustrante), et d'amorcer une phase transitoire.

Pour cela, TDF considère qu'il est nécessaire de définir dès que possible les paramètres du DVB-T2 et les profils UHD-1 phase 2 et HD-HDR à mettre en œuvre sur la plateforme TNT, à la fois dans le cadre d'un multiplex précurseur et à la fois dans le cadre d'une migration à plus long terme de la plateforme.

La définition au plus tôt de ces paramètres pourrait avoir lieu dans le cadre d'une reprise des activités du GT2 Réception. Elle permettrait :

- De figer des options pour le canal physique portant sur le choix d'un intervalle de garde, et d'un niveau de robustesse (exigence C/N).
- De définir l'organisation de la diffusion : mono PLP ou multi PLP. Pour ce dernier scénario une configuration des PLP est nécessaire et les usages associés doivent être définis : segmentation des services (même niveau de robustesse, deux flux TS indépendants) ou moins probable segmentation des usages (1 PLP pour adresser la réception fixe et 1 deuxième pour la réception portable ou mobile). A noter que la segmentation des services sur deux PLP avec un même niveau de robustesse ne fait pas perdre de capacité, contrairement au deuxième scénario.
- D'affiner l'ingénierie de réseau, mais aussi le choix des équipements et leur localisation (passerelle T2-MI), l'architecture pour le réseau de transport et la régionalisation.
- De définir le profil complet supporté par les téléviseurs pour la réception UHD-1 phase 2 : HEVC et options associées concernant le mode HDR retenu, le codage de l'audio, ...
- D'organiser la communication vers les fabricants de terminaux, d'élaborer une labellisation des offres de réception pour la plateforme DVB-T2 française (communication vers les téléspectateurs), de légiférer sur les obligations de prise en compte dans les récepteurs, ...

En synthèse :

En termes de réalisme technique et économique, et compte tenu de l'expérience accumulée sur les diverses évolutions passées de la plateforme, TDF estime que le scénario 1 « Migration nationale en une seule étape pour l'ensemble des multiplex » représente le meilleur compromis, aidé en cela par le déploiement au plus tôt d'un multiplex multi-villes, permettant l'initialisation du parc

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 ?

TDF propose d'introduire dès à présent un nouveau multiplex utilisant de nouvelles normes de codage de canal et de source afin de développer de nouveaux usages. Il est d'ores et déjà réaliste d'inclure trois services UHD dans un multiplex en espérant passer à 4 services par multiplex au-delà de 2020 grâce aux améliorations de performances de codage.

En comparaison, le lancement de la Haute Définition a été amorcé fin 2008 (40% de la population au lancement) pour déboucher en avril 2016 à sa généralisation, soit un peu plus de 7 ans dévolus à l'initialisation du parc.

Pour un objectif de modernisation de la plateforme à l'horizon des Jeux Olympiques de 2024, cela justifie donc pleinement le lancement au plus tôt du multiplex multi-villes, pour bénéficier d'un délai suffisant d'initialisation (même si on sait pertinemment que certains utilisateurs ne feront pas le choix de s'équiper dans l'intervalle par habitude de s'équiper au dernier moment et/ou manque d'incitation du fait de l'absence du multiplex multi-villes sur leur zone de résidence).

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 ?

L'introduction de services interactifs et le développement des services existants n'a pas de lien avec une migration technologique. L'introduction de services interactifs sur la plateforme TNT, accessibles par le plus grand nombre des téléspectateurs, revêt désormais un caractère urgent tant pour sécuriser l'audience que pour permettre aux éditeurs de valoriser ces nouveaux usages sans intermédiaire. L'introduction de services interactifs sur l'ensemble de la plateforme et la création d'un multiplex multi villes DVB-T2 / HEVC, sont deux sujets essentiels qui doivent être traités en parallèle mais aussi distinctement que possible.

En effet, concernant le point technologique, l'introduction de services interactifs peut et doit se faire à partir de la technologie HbbTV dans ses versions 1.1 ou 1.5, déjà largement disponibles dans les téléviseurs des foyers français et fonctionnellement suffisantes pour lancer un grand nombre de services attendus (exemple : la télévision de rattrapage). Il n'y pas (ou peu) d'adhérence entre HbbTV d'une part, et DVB-T2 et HEVC d'autre part, ces deux dernières technologies nécessitant par contre une mise à niveau du parc de téléviseurs qui justifie leur introduction par le biais d'un multiplex multi-villes ad hoc.

Le point clé concerne le débit disponible pour l'introduction de ces services. En l'état des six multiplex, il y a très peu de débit disponible. C'est un facteur limitant mais non bloquant. En effet, quelques dizaines de kbit/s du canal broadcast suffisent pour permettre l'utilisation des tables AIT et des 'stream-event' HbbTV de façon à signaler au téléspectateur l'existence d'un service interactif et l'accompagner dans le lancement de celui-ci (connexion du téléviseur à Internet notamment), le service lui-même s'exécutant ensuite en hybride via le canal broadband. Il est donc possible d'introduire ce type de services rapidement, sur une audience la plus large possible, sans revenir (significativement) sur la configuration des multiplex existants.

Pour autant, en écho aux réponses aux questions 9 et 14, **TDF rappelle que l'allocation de débit broadcast dédié aux services enrichis comme le replay ou la « push » est souhaitable pour permettre une meilleure expérience utilisateur, plus fluide, en pré chargeant, via les carrousels de données HbbTV, tout ou partie de l'application interactive, a minima l'interface utilisateur, voire des contenus audiovisuels (pour les récepteurs HbbTV2.x), ce dernier cas permettant d'envisager des services purement broadcast sans recours au canal broadband. Le multiplex multi-villes est aussi l'occasion de mettre en oeuvre ce type de services plus avancés.**

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 parait-il possible et souhaitable de lancer un appel aux candidatures pour l'introduction de nouveaux services innovants sur la plateforme TNT ?

Comme évoqué plus haut, **l'introduction de services interactifs devrait être réalisée dès 2018 en permettant de manière simple et rapide l'utilisation des ressources disponibles au sein des multiplex par les éditeurs de services. Dans ce cadre, un appel à candidatures ne semble pas nécessaire à court terme.**

La question du lancement et des modalités d'un appel à candidatures spécifique pour l'introduction de nouveaux services à l'horizon 2023 pourrait faire l'objet de travaux ad hoc dès 2018.

1.2 Le lancement d'un multiplex multi-villes précurseur

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

TDF mène depuis de nombreuses années des réflexions et des études sur les possibilités d'étendre la capacité de la plateforme TNT en termes de contenus et de service. Dès l'annonce du projet de libération de la bande 700 MHz, TDF s'est penchée sur la problématique du nombre de multiplex, et alors que le consensus s'établissait sur une fourchette basse de 6 multiplex en France de façon à faciliter la coordination aux frontières, un 7ème multiplex est dès à présent envisageable. Le déploiement de ce 7^{ème} multiplex permettrait aux téléspectateurs, moyennant l'achat d'un écran TV compatible ou d'un adaptateur, d'accéder à de nouveaux services.

Depuis 2014, TDF a mené des études préliminaires sur la base des projets de plans de fréquences à 6 multiplex nationaux et un multiplex de locales pour la France. Ces études ont montré qu'il était possible, moyennant une replanification page blanche et en prenant en compte les contraintes de coordination, de mettre en œuvre un 7ème multiplex dont la desserte pouvait atteindre 89% de population, avec un impact négligeable sur les 6 multiplex constituant l'offre actuelle, et en réalisant de nombreux réaménagements et mises en SFN.

Depuis lors, de façon à s'inscrire dans la démarche de protection de l'existant, TDF privilégie des travaux de planification d'un 7ème multiplex à impact minimal sur les 6 multiplex existants, ainsi que sur le multiplex de locales. Sur la base du projet de plan de fréquences à 6 multiplex du CSA de septembre 2017, des fréquences sont identifiées sur une centaine de zones (pouvant comprendre plusieurs sites). Ce plan de fréquences permet actuellement de couvrir environ 70% de la population. Il ne nécessite pas de réaménagements majeurs sur les réseaux existants, en dehors de sites du réseau complémentaires potentiellement affectés par les nouvelles fréquences, et du dégagement de canaux existants sur quelques sites du réseau principal (Laval, Alençon par exemple).

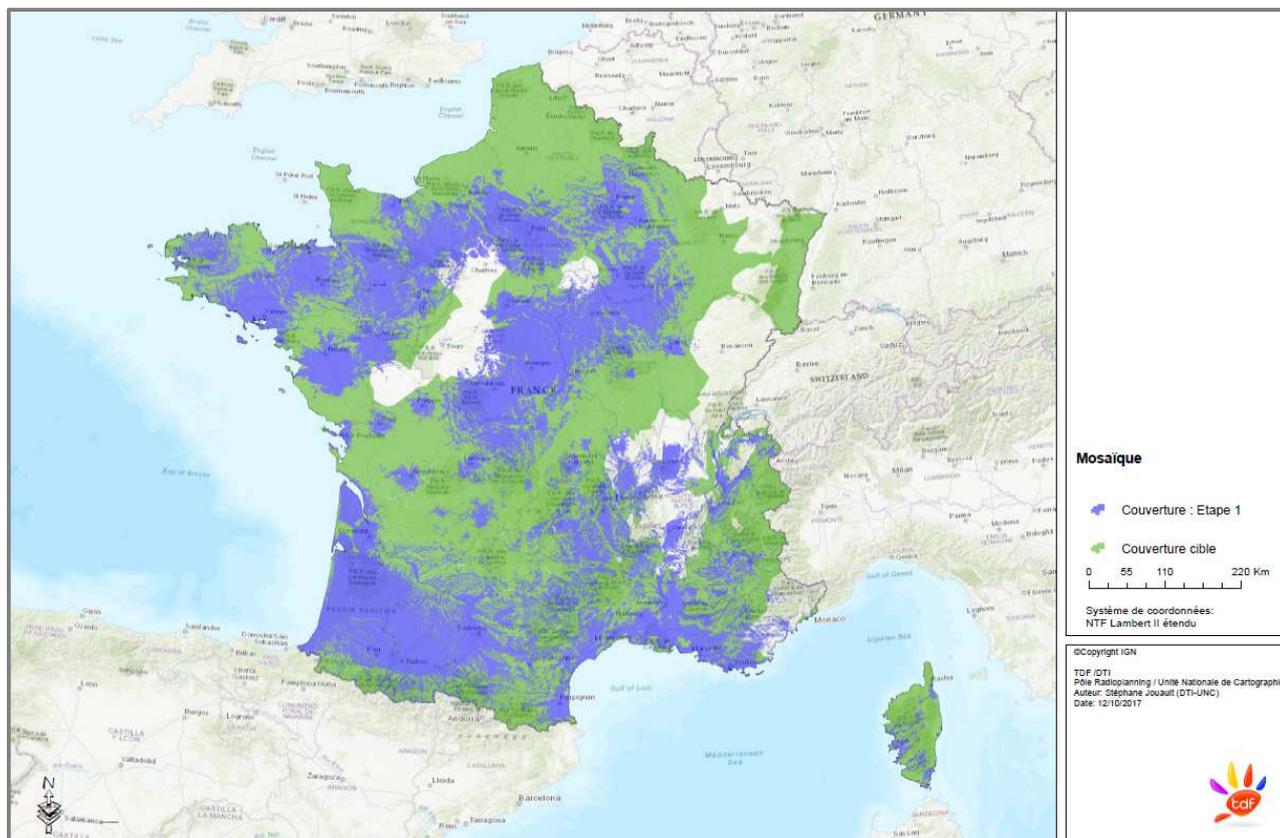
La proposition actuelle de plan de fréquences repose au maximum sur les infrastructures existantes (antennes notamment), en tenant compte des contraintes internes (préservation des 6 multiplex existants, de leur mise en réseau, ...) et des contraintes externes (coordination, avec des postures très variées entre nos voisins, depuis l'Espagne avec laquelle 8 multiplex sont négociés, jusqu'à l'Allemagne qui ne souhaite pas négocier plus de 6 multiplex, en passant par le Royaume-Uni avec lequel un 7ème multiplex aux caractéristiques peu avantageuses est en cours de négociation). Ainsi, une partie des fréquences identifiées par TDF nécessiteront quelques travaux antennaires ou une réduction de la puissance diffusée, voire une utilisation exclusivement locale du canal identifié.

Une première étape envisageable rapidement pour lancer le mouvement

En cohérence avec la démarche en deux étapes proposées par le CSA, il est possible d'extraire de cette proposition globale un plan de fréquences « 1^{ère} étape » qui ne nécessite pas de coordinations additionnelles aux frontières, ni de travaux majeurs d'ingénierie sur les sites de diffusion. A date, une ressource fréquentielle pour cette proposition « 1^{ère} étape » est identifiée et utilisable sur 126 sites (dont 40 sites principaux) permettant de desservir plus de 52% de la population, incluant les couvertures partielles de Paris, Marseille, Lyon, Toulouse, Bordeaux, Nantes, Grenoble, mais aussi Montpellier, Auxerre, Bourges, ...

La prise en compte des propositions fréquentielles au-delà de cette première étape (i.e. sites nécessitant une ingénierie d'antenne spécifique, sites nécessitant une coordination avec les administrations étrangères, voire sites de diffusion spécifiques au plus proche des bassins de population) permet d'ores et déjà la desserte de plus de 67 % de la population, au travers de 155 sites, dont 67 sites principaux.

La figure ci-dessous présente la couverture actuellement envisageable pour cette 1^{ère} étape, pour des paramètres de planification (robustesse du signal / rapport de protection) identiques à ceux utilisés pour le DVB-T⁵. Elle illustre également la couverture résultant des travaux en cours [*secret des affaires*] pour enrichir cette proposition, notamment aux frontières Nord et Est, mais aussi dans les autres zones non encore pourvues. L'objectif est de dépasser nettement les 60% de couverture sur la 1^{ère} étape, de façon à proposer un service le plus universel possible.



Pour mémoire le lancement du multiplex R5 avait été amorcé en deux phases : 40% de la population en octobre 2008, suivi de 20% supplémentaires en mai 2009. Le déploiement s'est poursuivi avec le passage au tout numérique, et lors des phases de déploiement de R7 et R8, avant une suspension des phases de déploiement prévues en juin 2015 en vue de la libération de la bande 700 MHz.

Une seconde étape ambitieuse mais atteignable

Pour rendre ce multiplex multi-villes encore plus attractif en augmentant sa couverture (au-delà des 70% de population couverte), **TDF préconise au CSA de solliciter le concours de l'Agence Nationale des Fréquences :**

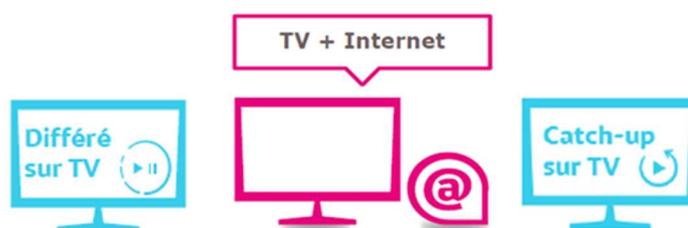
⁵ D'autres choix de planification peuvent s'avérer plus pertinents pour le déploiement de ce multiplex multi-villes avec un compromis à réaliser selon la capacité globale que l'on souhaite allouer à ce multiplex et la couverture en population résultante. Schématiquement, on peut estimer qu'un gain (perte) de robustesse d'un dB se traduit par le gain (perte) d'un pourcent de population couverte. Ce choix de robustesse s'opère en sélectionnant un paramétrage spécifique de diffusion du signal DVB-T2 (paramétrage de nombre de porteuses, modulation et codage), les récepteurs actuels étant en mesure de décoder tous les types de paramétrages permis par la norme. Néanmoins, le choix de départ pour la robustesse du signal conditionnera les possibilités d'évolution de contenu dans un objectif de conserver les téléspectateurs initialisés sur le multiplex multi-villes. Autrement dit, il ne sera pas possible de diminuer la robustesse du signal si l'on souhaite préserver l'initialisation du multiplex.

- Dès à présent pour les zones où des ressources négociables ont été identifiées (Lille, Strasbourg, Amiens en particulier), de façon à pouvoir les intégrer au plus tôt à l'offre multi-villes.
- Au fur et à mesure de l'identification des nouvelles ressources, sur les zones non encore pourvues à ce stade.
- Et afin de signer des accords temporaires avec nos pays frontaliers pour utilisation de ces fréquences multi-villes

Compte tenu de la nature de ce multiplex multi-villes, l'utilisation des fréquences coordonnées pourrait être limitée dans le temps, et dès lors faire l'objet d'accords spécifiques aux frontières qui permettraient une négociation plus aisée, soit de ressources exclusives à la France (lorsque les ressources sont identifiées comme compatibles avec les accords de coordination présents ou à venir sur la diffusion de la TNT hors bande 700 MHz, mais pourraient faire l'objet de demandes de contreparties pour des raisons d'équité d'accès au spectre), soit de ressources partagées avec les administrations voisines (typiquement dans le cas de ressources négociées par lesdites administrations voisines, mais non utilisées et sans perspectives de l'être à moyen terme).

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 ?

Une première priorité pour la plateforme TNT à court et moyen terme est d'offrir des contenus de type UHD-1 phase 2 pour accompagner le mouvement actuel au niveau industriel (production en majorité de téléviseurs UHD/HDR) ce qui permettra aux consommateurs d'exploiter pleinement leurs équipements. Une seconde priorité est d'offrir des services audiovisuels modernisés accessibles en mode linéaire comme en mode non linéaire avec une ergonomie cohérente permise par une plateforme hybride.



Plusieurs modèles sont envisageables à ce stade pour couvrir les coûts de diffusion et de production associés, modèles qui pour certains devront faire l'objet d'une analyse CSA en termes d'autorisation (canal partagé, canal événementiel, ...):

- **Classique** avec éventuellement création de chaîne ;
- **Dynamique** mutualisant les programmes nativement en UHD (films, séries, sport...) de plusieurs chaînes avec basculement sans couture de la chaîne HD regardée vers le multiplex UHD quand le programme regardé y est disponible ;
- **Freemium** en simulcast HD/UHD avec contribution du téléspectateur en fonction des services proposés (contrôle d'accès simple) comme par exemple la HD en Allemagne.

L'objectif est avant tout de constituer une offre attractive en UHD/HDR sans bouleverser les équilibres économiques et y associer un fonctionnement hybride fluide permettant de valoriser l'offre non linéaire.

En écho au scénario 3, développé dans la réponse à la question 14, si certaines chaînes peuvent revendiquer une ressource UHD permanente d'autres pourront souhaiter un accès UHD à la demande. Cet accès temporaire au service UHD pourrait se faire en utilisant HbbTV, sur un téléviseur connecté ou non. Ce service pourrait donner accès à la version UHD d'un programme diffusé. Ce fichier serait soit téléchargé

localement par exemple après avoir été distribué en « push » par la voie broadcast, soit accédé en streaming sur le réseau large bande.

Exemple de service

Chaque chaîne peut réserver un créneau qui lui permet de proposer en simulcast une alternative au programme principal sur la TNT. Cette alternative peut se traduire par une ou plusieurs déclinaisons possibles du programme principal diffusé sur le MUX principal en TNT. La ressource DVB-T2 présente l'avantage d'offrir le choix de basculer en qualité UHD sur certains programmes comme des films ou bien de proposer des contenus HD alternatifs comme dans les exemples ci-après :

- *Déclinaison d'une même émission à des publics différents, adultes sur la chaîne principale et enfants sur la chaîne alternative*
- *Choix d'un téléfilm, épisode d'une série ou film parmi un mini-catalogue*
- *Lors d'une soirée du championnat choix parmi plusieurs matchs de celui que l'on veut suivre et à tout moment changer de stade comme un multiplex de football mais personnalisé ou interactif*
- *Idem lors d'un tournoi de tennis ou l'on peut choisir la rencontre ou le terrain*

Grace à HbbTV, le choix de basculer vers une autre chaîne peut être programmé à l'aide des touches de couleurs ou bien un menu de type pop-up. A noter que ce service ne nécessite pas obligatoirement de connexion au réseau internet. L'appui sur une touche déclenche le saut vers une chaîne du 7^{ème} multiplex et à la fin du programme, un trigger HbbTV permet un retour vers la chaîne principale. Des essais en laboratoire ont permis de montrer la faisabilité de ce mode de fonctionnement sur des téléviseurs déjà commercialisés. En parallèle à ces services de télévision linéaire à ressource variable, la ressource peut être partagée avec des services de type « push » occupant la ressource libérée.

Question 22 : Dans l'éventualité du lancement d'un multiplex multi-villes 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.

Comme développé dans la question 20, TDF travaille depuis plusieurs années sur le plan de fréquences actuel afin d'identifier une ressource fréquentielle supplémentaire pour un 7^{ème} multiplex multi-villes.

Le calendrier de déploiement de ce 7^{ème} multiplex pourrait être réalisé par phase de la manière suivante :

- 1^{ère} phase : dès fin 2018 avec une priorité pour le déploiement des sites les plus couvrants en population sur les 4 plus grandes agglomérations (Paris, Lyon, Toulouse et Marseille), afin d'initialiser au plus tôt le parc de téléviseurs – une diffusion supplémentaire sur une ou plusieurs zones rurales pourrait être lancée afin de réaliser un échantillon marketing représentatif pour les services enrichis
- 2^{ème} phase : début 2019 avec poursuite du déploiement des sites les plus couvrants et ne nécessitant pas d'ingénierie complexe, pour lesquels les fréquences sont d'ores et déjà identifiées
- 3^{ème} phase : fin 2019 avec poursuite du déploiement de sites principaux nécessitant une ingénierie spécifique, ainsi que des sites du réseau complémentaire
- 4^{ème} phase : en 2020 avec un déploiement dans les zones soumises à coordination

L'anticipation des réaménagements dès les phases de libération de la bande 700 MHz doit être réalisée par le CSA si possible. Dans le cas où les identifications de fréquences arriveraient tardivement et donc ne pourraient être intégrées aux réaménagements de fréquences issus de la Bande 700 MHz, les modifications pourraient alors être réalisées au plus tard lors du déploiement du multiplex multi-villes.

En ce qui concerne le coût de diffusion, la mutualisation que permettra l'arrivée sur les sites de ce nouveau multiplex générera des gains d'efficacité qui bénéficieront au final à l'ensemble des éditeurs.

1.3 Des travaux sont nécessaires préalablement au lancement de ces nouvelles évolutions sur la plateforme TNT

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 ?

Concernant le paramétrage du DVB-T2 pour la plateforme TNT, TDF a proposé dès fin 2011 au GT2 Réception du CSA des éléments d'analyse et de mesure permettant de définir un ensemble de paramètres possibles pour le DVB-T2, notamment :

- Novembre 2011 : Choix et définition de profils de diffusion DVB-T2, contexte de réception fixe
- Mai 2012 : DVB-T2 Diffusion Multi PLP, principes, scénarios et impacts
- Février 2013 : DVB-T2 Réception fixe TNT, évaluation des performances RF de terminaux T/T2 pour différents profils de diffusion
- Avril 2013 : DVB-T2 réception fixe dans un contexte SFN, problématique posée par la valeur de l'intervalle de garde

Deux profils DVB-T2 (C1 et C2, cf. tableau ci-dessous) sont identifiés en particulier dans ces contributions. Ces profils reposent sur un mode DVB-T2 à 32k porteuses étendues, une modulation 256-QAM (avec un code de rendement 3/5) et un intervalle de garde identique (112 μ s) voire doublé (224 μ s) par rapport au mode de diffusion DVB-T actuel. Ces profils sont destinés à une réception fixe et offrent une robustesse équivalente au mode de diffusion DVB-T actuel, pour un débit en nette augmentation (33.1 à 34.9 Mbits/s) dans le multiplex. En outre, un troisième profil (B2, cf. tableau ci-dessous), légèrement en retrait au niveau robustesse, est également proposé. Celui-ci permet d'atteindre un débit de 36.9 Mbits/s par multiplex.

Paramètres	France					
	DVB-T	DVB-T2	DVB-T2	DVB-T2	DVB-T2	DVB-T2
Référence de profil étudié		B2	C1	C'1	C2	C'2
iFFT	8k	32k ext				
Occupation spectrale	7,61 MHz	7,77 MHz				
Constellation - Rotation	64QAM	256QAM-R	256QAM-R	256QAM-R	256QAM-R	256QAM-R
Rendement de code externe	2/3	2/3	3/5	3/5	3/5	3/5
Longueur LDPC	-	64800 bits				
Motif pilotes	-	PP4	PP4	PP4	PP4	PP2
Nombre de symboles (Lf)	-	62	58	60	62	64
Intervalle de garde	1/8	1/16	1/32	1/32	1/16	1/16
Durée intervalle de garde	112 μs	224 μs	112 μs	112 μs	224 μs	224 μs
Taille de cellule résultante	34 km	67 km	34 km	34 km	67 km	67 km
Topologie de réseau	SFN	SFN	SFN	SFN	SFN	SFN
SISO / MISO	-	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO
TR-PAPR	-	Non	Non	Non	Non	Non
ISSY	-	Non	Non	Non	Non	Non
DNP	-	Non	Non	Non	Non	Non
BB Mode	-	HEM	HEM	HEM	HEM	HEM
Débit utile	24,882 Mbit/s	36,917 Mbit/s	34,908 Mbit/s	34,271 Mbit/s	33,177 Mbit/s	31,823 Mbit/s
Capacité relative	Ref	+48%	+40%	+38%	+33%	+28%
C/N Rice	18,6 dB	20,5 dB	18,0 dB	18,6 dB	18,6 dB	19,0 dB
Eb/No résultant	13,5 dB	13,7 dB	11,5 dB	12,1 dB	12,3 dB	12,9 dB
Efficacité spectrale	3,27 bit/s/Hz	4,75 bit/s/Hz	4,49 bit/s/Hz	4,41 bit/s/Hz	4,27 bit/s/Hz	4,10 bit/s/Hz

B2 : configuration 256QAM 2/3 apport de capacité, taille SFN = 67 km, **perte de couverture en population de l'ordre de 1%**, vs C1, C'1, C2, DVB-T

C1 : configuration 256QAM 3/5 la plus pertinente pour taille de réseau SFN = 34 km

C2 : configuration 256QAM 3/5 la plus pertinente pour taille de réseau SFN = 67 km

Dans le cadre d'une migration à terme de la plateforme vers DVB-T2 (et HEVC), et afin d'assurer un maintien de la réception pour tous les usagers actuels de la plateforme, il est nécessaire de maintenir notamment le niveau de robustesse des signaux et la durée d'intervalle de garde lors de la transition de la norme DVB-T vers DVB-T2. **Par conséquent, le choix se porterait plutôt sur les profils C1 ou C2, en fonction d'une préférence de débit pour les multiplex à l'issue de la migration.**

TDF participera activement aux futurs groupes de travail organisés par le CSA sur ce sujet et pour définir avec l'ensemble des acteurs du secteur les futurs profils. Le profil C1 qui offre le meilleur compromis débit/robustesse⁶ reste à valider par des tests terrains en environnement SFN, mais pourrait être remplacé le cas échéant par le profil C'1.

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 ?

Lors des réponses aux questions précédentes, TDF a fait part de l'éventail de choix possibles disponible pour les différentes normes mentionnées par le CSA, notamment pour HEVC.

Grâce à son rôle de maître d'ouvrage, le CSA, en lançant différents groupes de travail avec l'ensemble des acteurs du secteur Audiovisuel (éditeurs, diffuseurs, industriels, associations, forums, ...), pourra être en mesure de fédérer autour d'un projet commun, afin de définir pour la France, les recommandations et profils de signalisation.

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 ?

Ainsi que déjà mentionné dans les réponses à plusieurs questions ci-dessus, **l'accès aux services de la plateforme TNT rénovée devrait être aidé, conforté et encadré par la labellisation des équipements de réception (décodeurs, téléviseurs) dans l'intérêt du téléspectateur et du secteur Audiovisuel**, ainsi que cela a été fait avec succès dans les exemples étrangers (Italie, Australie, Royaume-Uni, Nouvelle Zélande, Allemagne, ...).

Une labellisation pour les téléviseurs, pour toutes les tailles d'écran et avec des fonctionnalités a minima pour les adaptateurs TNT

Un tel label est indispensable d'abord pour informer et rassurer le consommateur sur la compatibilité de l'équipement qu'il va acheter avec les services de la plateforme auxquels il désire accéder ; ensuite, l'installation de ce label participe de la nécessité de promotion et de marketing de la plateforme, et constitue également un des éléments essentiels de la relation qu'il faudra créer avec les constructeurs. C'est l'existence de ce label, et sa capacité à stimuler les décisions d'achat d'équipement des consommateurs en étant associé à un univers identifié et riche de services, qui permettra d'influencer les constructeurs dans le sens souhaité.

⁶ Sur le plan des services et du débit, le choix du profil C1 caractérisé par un débit de 34.9 Mbits/s serait pertinent car il permettrait de disposer d'emblée de la valeur maximale de débit. En phase d'exploitation du réseau multi-villes, le retour d'expérience permettrait d'évaluer s'il existe une latitude pour migrer ou non sur le profil à débit minimal (C2). Le processus inverse qui consisterait à débiter la diffusion avec le profil C2 n'est pas recommandé, car il ne serait plus possible par rapport à des contraintes de planification d'envisager une migration vers le profil C1 ou C'1.

A notre connaissance, dans les exemples étrangers, les labels respectifs instaurés dans chaque pays n'ont pas de caractère contraignant. **TDF estime prématuré de préjuger qu'un tel label devrait avoir un caractère contraignant, même si cette possibilité doit être intégrée à la réflexion et au dialogue avec les constructeurs. Il semble à TDF plus important d'aider à créer l'élan positif de cette nouvelle plateforme, par la richesse de son offre vers le grand-public et la promotion qui en sera faite, avec l'adhésion de tous les éditeurs.**

Comme évoqué à la réponse à la question 10, TDF pense que les pouvoirs publics et le CSA devront rester vigilants à ce que les offres et les équipements des opérateurs télécoms (box) soient sinon compatibles avec un tel label a minima transparent à celui-ci, afin de ne pas bloquer l'accès aux services.

Une labellisation de la connectivité numérique des logements (« DNO »), intégrant en particulier de leur capacité à recevoir les signaux TNT nous paraîtrait tout autant justifiée.

Dans l'accès du grand public aux services de la plateforme, une condition tout aussi déterminante que celle de la compatibilité de l'équipement de réception est celle de la disponibilité des signaux, avec le bon niveau de qualité, dans le logement.

Or cette question ne cesse de se complexifier, notamment avec la modification récente du code de la construction qui rend obligatoire un réseau de type Ethernet/RJ45 et suggère ainsi fortement (sans l'imposer) que celui-ci soit le réseau domestique unique, en charge d'acheminer le signal TNT notamment. Dans la pratique le transport des signaux radiofréquences sur ce type de câblage est beaucoup plus compliqué qu'avec un câblage coaxial (affaiblissement des signaux, susceptibilité aux brouillages...), et il risque d'en résulter in fine une situation d'une grande incertitude sur le fait qu'un logement peut ou ne peut pas recevoir les signaux de la TNT, ce qui apparaissait comme une évidence il y a encore peu de temps.

Bien évidemment, lorsqu'une carence éventuelle (soit aucun signal, soit signal trop dégradé) sera constatée, la rectification sera loin d'être simple et l'occupant pourrait n'avoir d'autre choix que de se livrer à des travaux coûteux de reconstruction de l'installation

Des questions similaires se posent d'ailleurs pour les autres réseaux/services, et cela a ainsi amené récemment certains organismes de certifications à mettre en place un concept de Diagnostic de Performance Numérique (DPN) qui permet de labelliser un logement selon sa performance en termes de très-haut débit.

Dans ces conditions, et pour favoriser la disponibilité effective de cet accès technique au réseau TNT comme aux autres services et réseaux numériques, **TDF propose que les pouvoirs publics, notamment avec l'impulsion du CSA, mettent progressivement en place le principe d'un Diagnostic Numérique Obligatoire (« DNO ») qui imposerait, que lorsque qu'un particulier va acquérir ou louer un logement, neuf ou ancien, le vendeur ou le bailleur soit obligé de lui communiquer un certificat qui ferait un état précis de la connectivité disponible dans le logement.**

Il serait en effet très paradoxal que le consommateur soit in fine moins bien informé sur les capacités numériques du logement qu'il va acquérir ou louer que sur la consommation en eau de son lave-vaisselle, le niveau sonore de son réfrigérateur, les émissions de CO2 de son véhicule, ou la performance énergétique de son logement, alors que la connectivité numérique (ou l'absence de celle-ci) aurait un impact majeur et probablement plus important sur son quotidien que ces autres informations qui sont, elles, obligatoires.

S'agissant de la TNT, le DNO confirmerait la disponibilité (ou afficherait clairement l'absence) d'un système de distribution interne au logement avec un niveau de qualité normé permettant l'accès au signal TNT et de la présence ou non d'une antenne de réception de la TNT

On pourrait prévoir que la totalité de ces DNOs soit progressivement, sur une base volontaire ou obligatoire, centralisée dans une base de données publique (crowd sourcing) permettant ainsi de suivre la situation

de connectivité des logements, notamment pour ce qui concerne la TNT, au plan national et de prendre toute action corrective

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 ?

TDF estime qu'il n'y a pas d'obstacle juridique majeur qui pourrait freiner ou empêcher la modernisation de la plateforme TNT, à condition que les différents sujets de vigilance ou en cours de révision soient traités favorablement et rapidement.

TDF a identifié notamment dans ses réponses aux questions N° 9, 10 et 25 les sujets d'action publique, pouvant notamment incomber au CSA, qui lui semblent déterminants pour favoriser et permettre la modernisation de la plateforme TNT. TDF souhaite donc souligner l'importance de traiter ces points favorablement et au plus vite.

TDF se réjouit à cet égard que le gouvernement par l'intermédiaire de la DGMIC a d'ores et déjà entamé le processus visant à réviser le régime de la publicité TV, notamment en réponse aux études et interventions que le CSA, observateur avisé de l'économie du secteur, avait publiquement fait sur le sujet depuis quelques mois.

Toutefois, si les pouvoirs du Conseil s'avéraient insuffisants, le CSA pourrait proposer une évolution du cadre législatif ou réglementaire dans des délais raisonnables.

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.

Bien que l'introduction de ces nouveaux services dépende largement de l'initiative des acteurs de la TNT, les pouvoirs publics et en particulier le CSA joueront un rôle clef pour faciliter l'émergence de ces nouveaux services et donc la modernisation de la plateforme.

TDF renvoie aux réponses faites à la question 10.

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

Les travaux spécifiques pourraient être menés par l'ensemble des acteurs de la TNT pour déterminer les conditions d'une valorisation commune de la plateforme en particulier par la sphère publique.

Au regard des enjeux sociétaux portés par la plateforme, il pourrait être envisagé qu'une communication publique, équivalente à celle relative aux réaménagements de fréquences, soit mise en place pour présenter de manière claire aux téléspectateurs-citoyens les innovations qui seront introduites au fil de l'eau dans l'offre TNT.

Il manque à la plateforme TNT, dans sa situation actuelle et indépendamment de l'introduction future de nouveaux services, un dispositif moderne de gestion de la qualité.

Au-delà de tous les points introduits par TDF dans ses réponses ci-dessus aux différentes questions de la consultation du CSA, TDF souhaite faire une suggestion qui concerne la possibilité de créer, par exemple sous la houlette du CSA, un observatoire permanent de la qualité de la réception télévisuelle en France, allant éventuellement au-delà du périmètre de la TNT.

S'agissant de la TNT, l'enjeu serait de faciliter la réception et le traitement des signalisations par des téléspectateurs (ou des gestionnaires d'habitat collectif, ou des municipalités) des éventuelles pannes ou problèmes de réception, ainsi que l'information directe et proactive des téléspectateurs lorsque certaines pannes techniques perturbent temporairement la diffusion.

Différents dispositifs - notamment celui du service de protection de la réception télévisuelle cogéré par le CSA et l'ANFR, dispositifs mis en place par TDF, ainsi que par certaines chaînes - existent mais en analyse préliminaire, aucun ne semble complètement répondre aux enjeux, actuels et à venir, et il n'y a pas d'articulation ou de complémentarité claire entre eux.

Un tel système rénové et renforcé permettrait d'améliorer le service rendu au public, d'aider au pilotage de la plateforme en identifiant mieux ses facteurs de fragilité, et également d'aider les opérateurs de diffusion et les éditeurs à améliorer conjointement la couverture du territoire et sa qualité.

Si un tel dispositif était mis en place, il pourrait gagner à surveiller également (sans toutefois recevoir et traiter les signalisations des utilisateurs, ce qui resterait de la responsabilité des opérateurs) la qualité du service de télévision rendu sur les autres plateformes.

TDF souhaite enfin aborder ici la question de l'avenir de la TNT dans les territoires ultra-marins.

TDF souhaite en effet souligner l'écart de traitement entre le territoire métropolitain et les territoires ultra-marins quant à la diversité de l'offre TNT disponible et aux standards techniques utilisés.

En ce qui concerne l'offre, il est aisé de constater que depuis 2010, année de lancement de la TNT à l'Outre-mer, aucune évolution de la plateforme hertzienne n'est intervenue. Les ultramarins ne disposent que d'une dizaine de chaînes publiques gratuites (selon les zones). Ils n'ont ainsi accès à aucune chaîne privée généraliste historique et à aucune nouvelle chaîne de la TNT.

En ce qui concerne la qualité, les programmes ne sont disponibles qu'en SD alors même que les populations ultra-marines ont réalisé un effort d'investissement significatif dans des téléviseurs et adaptateurs MPEG4/HD et que la qualité HD est maintenant le standard en France métropolitaine.

Cette situation a pour effet de limiter l'attrait de la plateforme TNT dans les territoires ultra-marins – taux de pénétration de l'ordre de 20 % bien en deçà de la situation sur le territoire métropolitain – et d'imposer aux populations locales de souscrire des abonnements à des bouquets satellite pour un montant de l'ordre de 20 à 100 € par mois afin d'accéder à un nombre de programmes satisfaisant à un niveau de qualité aujourd'hui aisément accessible sur le territoire métropolitain. Ainsi, préparer l'avenir de la plateforme TNT pour l'Outremer consisterait a minima à faire bénéficier les ultramarins des mêmes avantages que ceux dont disposent les métropolitains.

TDF estime que si cette question ne pouvait être traitée dans le cadre des travaux en cours, une consultation ad hoc sur l'avenir de la TNT à l'Outre-mer devrait être lancée au plus tôt.



Siège Social

155 bis, avenue Pierre Brossolette

92541 Montrouge

France

Tel : 33(0)1 55 95 10 00