

**Les Conférences de l'ANFR**



# **Spectre & Innovation**

**Quelles fréquences  
pour les réseaux de demain ?**

8 décembre 2015

Ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique, Paris

**SYNTHÈSE DE LA CONFÉRENCE**

La troisième édition de la Conférence Spectre & Innovation de l'Agence nationale des fréquences a eu lieu le 8 décembre 2015 au Centre Pierre Mendès-France du ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique.

Ces conférences, tournées vers les nouveaux usages, sont l'occasion d'échanger autour des thèmes qui seront au cœur de la gestion du spectre à l'avenir. L'édition 2015 a réuni une vingtaine d'intervenants et plus de 200 participants sur une matinée. Un large éventail d'acteurs du numérique était présent.

Nos remerciements vont à toutes les personnes – intervenants, participants et organisateurs – qui ont contribué au succès de la Conférence 2015, notamment à François Rancy, Directeur du bureau des radiocommunications de l'UIT, et à Anthony Whelan de la Commission européenne. Nous souhaitons tout particulièrement remercier Madame Axelle Lemaire, secrétaire d'Etat chargée du Numérique, qui nous a fait l'honneur de sa présence et dont l'allocution a mis l'accent sur le besoin de mettre le spectre au service de l'innovation.

Dans un contexte de demande en fréquences en forte croissance, une gestion efficace du spectre est indispensable. L'Agence nationale des fréquences met tout en œuvre pour concilier innovation et gestion rigoureuse du spectre.

Le présent document est une synthèse des débats de la Conférence 2015. Les échanges portaient notamment sur les besoins en spectre des réseaux de demain et des transports du futur.

**Jean-Pierre Le Pesteur**

Président du Conseil d'administration, Agence nationale des fréquences

**Gilles Brégrant**

Directeur général, Agence nationale des fréquences

## CHIFFRES

À l'horizon 2020, on pourrait compter entre **20 et 100 milliards** d'objets connectés. Quel que soit le chiffre exact, ce développement posera des problématiques variées en matière de débit (transmission d'un signal d'alarme, envoi de contenus vidéo, compteurs à faible consommation, voitures connectées avec des contraintes élevée de sécurité en temps réel...) et de connectivité (réseaux cellulaires, connexion Bluetooth ou Wifi...).  
*AFNUM*

D'ici à 2019, à peu près **60%** de la connectivité mobile se fera sur les réseaux 4G LTE et LTE Advanced. Actuellement, au niveau mondial, plus de **60%** de la connectivité se fait à travers les réseaux 2G, à peu près **30%** sur les réseaux 3G et uniquement **5%** sur les réseaux 4G. Pour développer la 4G, près de **1 000 milliards** de dollars seront investis au niveau mondial sur une période de **5 ans**.  
*GSMA*

En Europe, chaque utilisateur consomme environ **1 Go** par mois sur les réseaux mobiles. D'ici 4 ans, ce sera **6 Go** par mois, dont une partie croissante de contenus vidéo.  
*GSMA*

Le passage à la TNT Haute Définition concernera toutes les chaînes gratuites. Dès le **5 avril 2016**, les téléspectateurs bénéficieront de progrès importants en matière de qualité de l'image.  
*CSA*

Faire passer tout le contenu audiovisuel des réseaux de radiodiffusion vers les réseaux fixes et mobiles représenterait un **triplément** du trafic internet fixe et mobile, soit **cent mille péta-octets**, et coûterait **10 fois** plus cher que la diffusion hertzienne d'aujourd'hui.  
*TDF*

D'ici à 2017, **3 000** voitures connectées seront vendues en Europe par Renault et Peugeot. Les protocoles d'échange pour les systèmes de transport intelligents (*ITS*) doivent fournir une latence très faible, être très peu sensibles à la vitesse de déplacement et au phénomène de congestion et surtout être extrêmement sécurisés.  
*Renault*

Les réseaux de sécurité nécessiteront un spectre dédié, dont des fréquences en-dessous de **1 GHz** qui ont des propriétés de propagation particulières.

*Hub One*

Le marché des drones devrait **quintupler** entre 2015 et 2020. Il y aura alors environ **12 millions de drones** grand public et **170 000** drones commerciaux.

*IDATE*

Si les drones ont jusqu'à aujourd'hui eu principalement recours au Wifi, la phase suivante serait de passer à la 4G ou à une hybridation entre les deux. La 4G présente cependant des limites, notamment du fait de la multiplicité des fréquences utilisées dans le monde pour cette technologie. Il y aurait environ **40 bandes de fréquences** disponibles dans le monde pour faire de la 4G.

*Parrot*

Début 2022, **50%** de la zone prioritaire de déploiement (**18%** de la population et **63%** du territoire) doit être couverte par les réseaux mobiles en s'appuyant sur les fréquences de la bande 700 MHz. Une innovation majeure de la vente aux enchères de la bande 700 MHz aux opérateurs mobiles en 2015 a été de fixer des obligations de couverture des voies empruntées par les trains du quotidien, qui portent sur quelques **22 000 kilomètres**. *ARCEP*

## Résumé - Table ronde 1

5G, bande 700, Internet des objets, réseaux de sécurité :  
quelles fréquences pour les réseaux numériques de demain ?

La **bande 700 MHz** a fait beaucoup parler d'elle récemment. A compter du 5 avril 2016, commencera son transfert du secteur de la diffusion de la télévision numérique terrestre (TNT) au secteur des communications électroniques. L'opération d'attribution de la bande aux opérateurs mobiles a été menée par l'ARCEP fin 2015. Les objectifs de la procédure étaient triples : permettre aux opérateurs de développer leurs services et faire jouer le marché (objectif d'animation concurrentielle), valoriser le patrimoine de l'Etat et assurer l'aménagement du territoire. On retrouve des obligations de couverture similaires à celles qui existent pour la bande 800 MHz aux niveaux métropolitain et départemental et pour la zone de déploiement prioritaire. Cette zone, qui avait été introduite à l'occasion de l'attribution de la bande 800 MHz en décembre 2011, couvre 18% de la population et 63% du territoire. Les objectifs d'aménagement du territoire fixent des calendriers anticipés par rapport à ceux que suivraient les opérateurs dans une pure logique commerciale. A titre d'exemple, il est prévu 50% de couverture de la zone prioritaire avec les fréquences de la bande 700 MHz début 2022. Une innovation majeure de l'opération de 2015 a été de fixer des obligations de couverture des voies empruntées par les trains du quotidien, soit quelques 22 000 kilomètres.

La bande 700 MHz sera importante pour permettre aux opérateurs mobiles de faire face à **l'augmentation du trafic de données**, notamment du fait des smartphones qui intègrent cette bande. En termes de consommation, en Europe, chaque utilisateur consomme environ 1 Go par mois sur les réseaux mobiles. D'ici 4 ans, ce sera 6 Go par mois, dont une partie croissante de contenus vidéo. L'accès à la bande 700 MHz devrait contribuer à une meilleure couverture mobile en zone rurale et pour les réseaux de sécurité.

On estime que d'ici à 2019, environ 60% de la **connectivité mobile** se fera sur les réseaux 4G LTE et LTE Advanced. Actuellement, au niveau mondial, plus de 60% de la connectivité se fait à travers les réseaux 2G, près de 30% sur les

réseaux 3G et uniquement 5% sur les réseaux 4G. Au niveau européen, c'est près de 20% de connectivité sur les réseaux 4G LTE et LTE Advanced. Près de 1000 milliards de dollars au niveau mondial seront investis sur une période de 5 ans pour développer la 4G. Celle-ci sera une base fondamentale pour l'évolution des réseaux et pour le passage à la 5G.

Une utilisation encore plus efficace du spectre sera un enjeu majeur pour le **développement de la 5G**, qui sera très importante pour de nombreux secteurs économiques, dont ceux de l'automobile et de la manufacture. Les opérateurs mobiles devront revoir l'architecture de leurs réseaux dans les zones rurales, semi-urbaines et urbaines avec toutes les problématiques d'environnements confinés (métro, centre commerciaux...). Une des technologies les plus poussées aujourd'hui est le *massive MIMO*, qui permet une densification des réseaux. Elle ne peut pas se réaliser uniquement avec des fréquences basses et dépend d'un accès aux bandes hautes. L'UIT commence déjà des études sur ces bandes. Le partage de fréquences, qu'il soit temporel, géographique ou fréquentiel, deviendra également de plus en plus important. Des expérimentations de partage dynamique LSA ou *Licensed Shared Access* sont en cours, notamment dans la bande 2,3 GHz. La présence française et européenne dans les débats internationaux sera indispensable dans tous les cas pour assurer le développement de solutions adaptées à son industrie. Il sera également important de faire partie de la discussion internationale sur le futur de la bande UHF.

Le **passage à la TNT Haute Définition** concernera toutes les chaînes nationales gratuites. Le CSA et le secteur de l'audiovisuel ont dû mener dans un calendrier serré les opérations qui permettront la libération de la bande 700 MHz. Il s'agit de « déménager dans un appartement plus petit » mais avec des « meubles » permettant de recaser les chaînes de télévision dans de meilleures conditions. En effet, dès le 5 avril 2016, les téléspectateurs bénéficieront de progrès importants en matière de qualité de l'image. L'audiovisuel cèdera à peu près un tiers de ses fréquences, gardant cependant le reste de la bande UHF qui s'étend de 470 MHz à 694 MHz jusqu'en 2030, conformément à la loi française. En dépit d'une forte pression de certains pays lors de la CMR-15, l'attribution de la bande UHF en-dessous des 700 MHz au secteur audiovisuel ne sera pas réexaminée par la CMR avant 2023. Le CSA est satisfait de ce compromis. Il s'agit d'un *optimum de pareto* qui donne de la visibilité au secteur pour la prochaine décennie et qui se rapproche du calendrier fixé par le rapport « Lamy » de septembre 2014. Les opérateurs

de radiodiffusion, notamment TDF, ont un travail considérable à faire avant le 5 avril. A cet égard, TDF met l'accent sur l'importance de la visibilité de la stratégie industrielle pour permettre aux acteurs de s'y préparer. TDF souligne également l'importance de la bande UHF pour le secteur audiovisuel : « *pas d'UHF, pas de TV hertzienne donc pas de TV dans les campagnes* ». Le secteur commence d'ores et déjà à réfléchir à la prochaine étape de la modernisation de la TNT : après le passage généralisé à la HD, viendra sans doute le lancement de la télévision en ultra HD, ou 4K, d'ici à la fin de la décennie.

Pour certains, la bande UHF pourrait d'ores et déjà faire l'objet d'un usage plus intense afin de permettre à de nouveaux usages de cohabiter avec les usages actuels. Il serait notamment question, en respectant les usages audiovisuels actuels, d'examiner la possibilité d'un usage SDL dans les espaces qui ne sont pas effectivement utilisés par la télévision, à l'instar par exemple de ce qui a été fait en Allemagne dans la bande 700 MHz. Pour Nokia, il s'agit d'une démarche technique prometteuse.

Une grande convergence entre réseaux filaires et hertziens et entre réseaux fixes et mobiles se profile. Ainsi, selon le CSA, d'ici à 2040 par exemple pourrions-nous voir se dresser un *continuum* de ressources techniques qui seraient attribuées de façon flexible et dynamique aux différents usages et un *continuum* de contenus sur des plateformes intégrées. La frontière entre l'audiovisuel et les contenus vidéo sur internet pourrait être conduite à disparaître à la faveur d'un « **océan** » **numérique de contenus sans coutures**. Cet océan réunirait à la fois les grands acteurs dits OTT (Google, Apple...) et les acteurs domestiques. Cette convergence n'empêche cependant pas une complémentarité entre le broadcast et le broadband. En effet, faire passer tout le contenu audiovisuel des réseaux de radiodiffusion vers les réseaux fixes et mobiles représenterait un triplement du trafic internet sur ces derniers, soit cent mille péta-octets, et coûterait 10 fois plus cher que la diffusion hertzienne d'aujourd'hui.

Les **réseaux de sécurité** pourraient à l'avenir s'appuyer sur des technologies grand public pour autant en faisant état de règles d'ingénierie spécifiques. Pour ces réseaux, une continuité de service est critique. S'ils pouvaient partager du spectre avec d'autres acteurs, dont les réseaux professionnels, ce partage serait gouverné par des règles strictes de préemption. Les réseaux de sécurité nécessiteraient un spectre dédié, dont des fréquences en-dessous de 1 GHz qui ont des propriétés de propagation particulières. Tout comme pour les réseaux grand public, il faudrait de l'harmonisation au

niveau international afin de permettre la réalisation d'économies d'échelle.

La **communauté du satellite** voit également l'émergence non pas d'une seule technologie pour les réseaux du futur mais d'une complémentarité entre différentes technologies qui va porter les différents produits innovants de l'avenir. Il faudra pouvoir proposer un véritable accès pour tous en Europe. Le satellite se positionne naturellement pour les réseaux sans fils mais aussi pour les réseaux hybrides afin de fournir la couverture nécessaire à l'ensemble de la population, particulièrement dans les zones non couvertes actuellement.

**L'internet des objets** nécessitera que les réseaux gèrent efficacement et en toute sécurité des milliards de connexions. À l'horizon 2020, on pourrait compter entre 20 et 100 milliards d'objets connectés. Quel que soit le chiffre exact, ce développement posera des problématiques variées en matière de débit (transmission d'un signal d'une alarme, envoi de contenus vidéo, compteurs à faible consommation, voitures connectées avec des contraintes élevée de sécurité en temps réel...) et de connectivité (réseaux cellulaires, connexion Bluetooth ou Wifi...). Le succès de ce marché dépendra d'un grand travail d'harmonisation internationale des bandes de fréquences pour permettre l'émergence de matériel électronique à faible coût et d'un accès à des fréquences basses pour assurer une pénétration à l'intérieur des bâtiments. Des travaux internationaux sont déjà engagés, dont ceux du 3GPP qui verraient l'internet des objets partager des fréquences attribuées au secteur mobile.



## Résumé - Table ronde 2

### Les transports du futur : quels enjeux et quels besoins en matière de spectre ?

La voiture connectée est déjà une réalité et celle autonome pourrait le devenir. Les aubus sont connectés et les TGV vont, quant à eux, bientôt l'être. Tous ces bouleversements vont reposer en grande partie sur le numérique et sur les fréquences radioélectriques. La **meilleure utilisation de la ressource spectrale** est indispensable d'un point de vue de gestion du domaine public. Cependant, son optimisation répond tout autant à une logique économique et commerciale. Un accès au spectre permet par exemple d'alléger l'infrastructure routière et ferroviaire et le coût de la maintenance, d'assurer une plus grande sûreté dans les transports aériens et de transformer plus rapidement les voitures en capteurs d'informations utiles à la sécurité et à la fluidité sur les routes.

Le **monde ferroviaire** est à la croisée de deux enjeux majeurs : un enjeu sécuritaire et un enjeu de service ou d'expérience client. Celui-ci est intimement lié à la connectivité aux réseaux mobiles publics de passagers dont l'appétit en services et en bande passante, en situation de mobilité, est en continuelle augmentation. Celui-là repose sur la fiabilité du réseau radioélectrique assurant les liaisons entre les engins roulants et les infrastructures fixes des réseaux ferrés, dont en particulier l'acheminement et la diffusion de l'alerte ferroviaire en cas de problème sur les voies. Basé sur la norme GSM-R, et donc sur une technologie 2G, ce réseau devrait évoluer vers une nouvelle technologie à horizon 2025. En effet, la technologie GSM ne sera, a priori, plus supportée à cette échéance. Dans l'intervalle, il est essentiel que des dispositions soient mises en œuvre pour garantir la cohabitation, dans les meilleures conditions, entre le réseau GSM-R et les réseaux mobiles publics opérant en bande 900 MHz.

Les nouvelles obligations de **couverture des voies empruntées par les trains du quotidien** fixées dans le cadre des autorisations des opérateurs de téléphonie mobile relatives à la bande 700 MHz, mentionnées ci-dessus, sont une réponse aux nouvelles attentes des utilisateurs. D'importants

investissements seront nécessaires pour atteindre ces objectifs. En effet, il faudra fournir une couverture mobile le plus près des voies ferrées afin que le signal puisse être retransmis à l'intérieur des trains, ce qui suppose un dialogue étroit entre les opérateurs ferroviaires et les opérateurs mobiles.

On va vers une économie collaborative et le **partage des fréquences** devrait en faire partie pour permettre aux nouvelles technologies et aux usages innovants de se développer. A titre d'exemple, le secteur des drones, qui transmettent souvent des contenus vidéo, pourrait bénéficier de la possibilité d'emprunter des fréquences à un moment donné et les rendre ensuite, idéalement suivant une logique d'allocation dynamique. De telles évolutions dans la gestion des fréquences seront d'autant plus importantes si le marché des drones va, comme l'indique l'IDATE, quintupler entre 2015 et 2020. Il y aura alors environ 12 millions de drones grand public et 170 000 drones commerciaux. Ces derniers pourraient avoir des applications dans un grand nombre de secteurs économiques : transports (surveillance des voies ferrées ou des carrefours...), énergie, agriculture (surveillance des champs...) ou autre (livraison de colis ou surveillance d'œuvres d'art peu accessibles...).

Si les drones ont jusqu'à aujourd'hui eu principalement recours au Wifi, la phase suivante serait de passer à la 4G ou à une hybridation entre les deux. La 4G présente cependant des limites, notamment du fait des zones sans couverture et de la multiplicité des fréquences utilisées dans le monde. Il y aurait environ 40 bandes de fréquences disponibles dans le monde pour faire de la 4G. Si cela est gérable pour les téléphones portables, il l'est moins pour les drones qui ont besoin de plus d'harmonisation pour profiter pleinement des économies d'échelles potentielles.

Il ressort des débats que **l'harmonisation internationale** est primordiale pour des raisons d'économies de coûts et pour que les transports intelligents fonctionnent au-delà des frontières de chaque pays. L'importance de l'harmonisation et de la visibilité des solutions européennes sera notamment prégnante pour les voitures connectées ou autonomes car il s'agit d'un secteur où il y a déjà énormément de concurrence, y compris de la part des GAFAs (Google...). Concernant la surveillance des avions en temps de vol, en réponse à des demandes de la communauté internationale en 2014, une forte mobilisation au sein de l'UIT a permis de trouver, en moins d'un an lors de la CMR 2015, une bande de fréquences permettant de développer des constellations satellitaires pour suivre les avions en temps réel.

Les **ITS (systèmes de transport intelligents) collaboratifs (CITS)** seront une étape importante du développement des transports de demain. Pour Renault, les *CITS* doivent permettre de relever 5 défis : améliorer la sécurité sur la route (freinage d'urgence...), améliorer la fluidité du trafic (chaque véhicule émettrait un message pour indiquer le type de véhicule, sa géolocalisation, sa vitesse...), permettre la future multi-modalité dans les transports (aller d'un endroit à un autre en utilisant différents types de transports ou trouver une place de parking...), améliorer l'expérience utilisateur dans la voiture et faciliter le déploiement du véhicule autonome. On passera ainsi d'une meilleure information des conducteurs à une phase de conduite assistée pour arriver à terme à un véhicule vraiment autonome. D'ici à 2017, 3 000 voitures connectées seront vendues en Europe par Renault et Peugeot. Les protocoles d'échange pour les *ITS* doivent permettre une latence très faible, être très peu sensibles à la vitesse de déplacement et au phénomène de congestion et surtout être extrêmement sécurisés.

**Le secteur des transports passe ainsi à la numérisation** et son intelligence se traduira en partie par une demande croissante en ressources spectrales. Ces ressources seront extrêmement mobilisées dans les transports de demain, qu'il s'agisse de fournir une communication Bluetooth, une connectivité pour les radars anticollision à l'extérieur des voitures, une communication entre véhicules ou entre infrastructures, des services de positionnement par satellite ou encore des services 5G grand public.

Retrouvez l'intégralité de la Conférence en vidéo sur :

[dailymotion.com/anfr](https://www.dailymotion.com/anfr)

ou en flashant le QR code :



Avec les allocutions de :

- [Gilles Brégant](#) Directeur général, Agence nationale des fréquences
- [Axelle Lemaire](#) Secrétaire d'Etat chargée du Numérique
- [François Rancy](#) Directeur du bureau des radiocommunications, UIT
- [Anthony Whelan](#) Commission européenne
- [Jean-Pierre Le Pesteur](#) Président du Conseil d'administration, Agence nationale des fréquences

Et la participation par ordre alphabétique de :

- [Elsa Bembaron](#) journaliste, Le Figaro
- [Wladimir Bocquet](#) Responsable de la planification réglementaire pour les affaires gouvernementales et réglementaires de la GSMA
- [Nicolas Curien](#) Membre du collège du CSA
- [Philippe Distler](#) Membre du collège de l'ARCEP
- [Cécile Dubarry](#) Chef de service de l'Economie numérique à la DGE
- [Daniela Genta](#) Vice-Présidente Radio Regulatory Affairs and Policy, Airbus D&S
- [Olivier Huart](#) PDG, TDF
- [Georges Karam](#) PDG de Sequans Communications et Président de l'AFNUM
- [Yannick Levy](#) Vice-Président Corporate Business Development, Parrot
- [Soline Olszanski](#) Directrice de la stratégie, Hub One
- [Roger Pagny](#) Ingénieur en chef des Travaux Publics de l'Etat à la Mission Transport Intelligent de la Direction Générale des Infrastructures de Transport et de la Mer
- [Frédéric Pujol](#) Responsable de la Practice services mobiles, IDATE
- [Ulrich Rehfuess](#) Head of spectrum policy, Nokia Networks
- [Anthony Vouillon](#) Chargé de l'équipe Connectivity and services (Connected Car) au sein de la direction de la recherche, Renault

**@ANFR**  
**#ConfANFR**

**conference.anfr.fr**