

Consultation publique portant sur les fréquences pour les  
liaisons point à point du service fixe (faisceaux hertziens) :  
besoins futurs et perspectives d'évolution

Réponse de SFR  
29 mai 2012

---

## 1. Récapitulatif des bandes de fréquences ouvertes pour faisceaux hertziens et la réglementation applicable

---

Le symbole ✕ signifie que notre réponse à cette question est confidentielle (questions 6, 7, 9 et 13).

<b>Q1. Avez-vous des commentaires sur cet état des lieux de la réglementation applicable aux bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens ?</b>
--

SFR partage globalement l'état des lieux de la réglementation applicable aux bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens, tel que présenté par l'ARCEP. En complément, nous avons un certain nombre de commentaires qui portent :

- sur la préparation de la Conférence mondiale des radiocommunications 2015 : certaines bandes « basses » faisceaux hertziens sont très intéressantes pour les futurs systèmes haut débit mobiles, notamment à 1,5 GHz et autour de 2,1 GHz ;
- l'utilisation flexible des allotissements mobiles et fixes/nomades à 2,6 GHz et à 3,5 GHz ;
- l'utilisation des bandes 26 GHz et 28 GHz ;
- canalisations plus larges ;
- ouverture de la bande 32 GHz ;
- le marché secondaire des fréquences (non mentionné par l'ARCEP) ;
- les redevances fréquences (non mentionnées non plus par l'ARCEP).

### Préparation de la Conférence Mondiale des Radiocommunications 2015

Certaines bandes « basses » du service fixe, qui figurent dans le tableau de synthèse de l'ARCEP, sont très intéressantes pour les futurs systèmes mobiles très haut débit. La prochaine Conférence mondiale des radiocommunications qui aura lieu en 2015 à Genève a, entre autres, pour objet de trouver de nouvelles

fréquences pour les futurs réseaux mobiles très haut débit, afin de faire face à la croissance du trafic prévue pour la prochaine décennie. L'intitulé exact du point 1.1 de l'ordre du jour de la CMR-15 est :

2. 1.1 *envisager des attributions de fréquences additionnelles au service mobile à titre primaire et identifier des bandes de fréquences additionnelles pour les Télécommunications mobiles internationales (IMT) ainsi que les dispositions réglementaires correspondantes, afin de faciliter le développement des applications mobiles à large bande de Terre, conformément à la Résolution 233 [COM6/8] (CMR-12);*

En premier lieu, les bandes autour de 1,5 GHz (1350-1375 MHz / 1492-1517 MHz et 1375-1400 MHz / 1427-1452 MHz), dont une partie est ouverte aux faisceaux hertziens par des décisions de l'ARCEP, ainsi que la bande actuellement attribuée au service de radiodiffusion à 1452-1492 MHz) sont intéressantes pour les futurs systèmes mobiles très haut débit.

D'autres bandes prometteuses pour les futurs réseaux mobiles très haut débit se trouvent autour de 2,1 GHz : 2025-2110 MHz / 2200-2290 MHz. Une partie de ces bandes de fréquences, 2090-2110 MHz et 2200-2215 MHz utilisées en « downlink », pourrait être utilisée pour élargir le plan de fréquences FDD 3G à 2,1 GHz, avec l'appariement des bandes TDD, 1900-1920 MHz et 2010-2025 MHz utilisées en « uplink ». La Commission Européenne a mené une consultation publique sur l'utilisation des bandes TDD 1900-1920 MHz et 2010-2025 MHz, et l'étude de cette possibilité a reçu un accueil très favorable de la part des industriels et des opérateurs. Les réponses individuelles sont disponibles sur le site de la « DG Information Society and Media »<sup>1</sup>

**Nous invitons l'administration française à prendre en compte ces éléments dans son schéma d'utilisation des fréquences du service fixe et mobile.**

#### Utilisation flexible des allotissements mobiles à 2,6 GHz et fixes/nomades à 3,5 GHz

D'après le tableau de synthèse par bandes de fréquences, page 10 de la consultation publique, les bandes de fréquences 2500-2690 MHz et 3400-3600 MHz ne sont pas ouvertes aux faisceaux hertziens en France. Or dans les deux cas, il s'agit de bandes de fréquences attribuées au service fixe à titre co-primaire avec le service mobile dans le Règlement des Radiocommunications de l'Union Internationale des Télécommunications.

SFR dispose d'allotissements de 2\*15 MHz dans chacune de ces bandes, acquis par une procédure hybride à 3,5 GHz en 2006 et par une enchère multi-critères sous pli scellé à 2,6 GHz en 2011.

Certaines autorisations d'utilisation de fréquences de boucle locale radio dans la bande 3,4 – 3,6 GHz précisent que « [le titulaire] est autorisé à utiliser ses fréquences de boucle locale radio pour établir et exploiter des liaisons d'infrastructure point à multipoint dans la limite de 10% des fréquences attribuées. » Cette limitation à des liaisons d'infrastructure point à multipoint – en excluant les liaisons point à point – ainsi que la limite de 10% des fréquences attribuées constituent des restrictions aux principes de neutralité technologique et de neutralité de services, et ne sont pas justifiées.

<sup>1</sup>

[http://ec.europa.eu/information\\_society/policy/ecomm/radio\\_spectrum/activities/consultations/2ghz\\_pc\\_responses/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomm/radio_spectrum/activities/consultations/2ghz_pc_responses/index_en.htm)



Dans le cadre du service mobile, les bandes « hautes » à 2,6 GHz et à 3,5 GHz sont des bandes de capacité. Elles ne seront pas déployées sur l'ensemble du territoire, mais essentiellement dans les zones très denses. La possibilité d'utiliser ces mêmes fréquences pour des liaisons point à point dans les zones rurales contribue à l'optimisation de l'utilisation des fréquences.

**SFR estime que les titulaires d'autorisations d'utilisations de fréquences doivent avoir la possibilité d'utiliser leurs allotissements mobiles et fixes/nomades à 2500-2690 MHz et à 3400-3600 MHz respectivement pour établir des liaisons point à point du service fixe**, sous réserve de ne pas brouiller les autres titulaires d'autorisations mobiles et fixes/nomades dans la bande, et à condition de respecter leurs obligations d'autorisation (obligations de couverture mobiles ou fixe/nomades par exemple).

#### Utilisation des bandes 26 GHz et 28 GHz

La bande 26 GHz est aujourd'hui ouverte aux liaisons fixes point à point, et aux liaisons point-multipoint (boucle locale radio). Ces deux applications sont séparées d'une bande de garde de 70 MHz. **SFR invite l'administration française à revoir cette séparation en fonction de l'utilisation réelle de cette bande par les systèmes de boucle locale radio et des besoins croissants pour les liaisons fixes point à point.**

La bande 28 GHz est aujourd'hui partagée entre les liaisons fixes point à point, et les stations de Terre non-coordonnées du service fixe par satellite, par la décision ECC/DEC(05)01<sup>2</sup>. **SFR invite l'administration française à revoir cette séparation en fonction de l'utilisation réelle de cette bande par les systèmes par satellite et des besoins croissants pour les liaisons fixes point à point.**

#### Ouverture de la bande 32 GHz

**SFR préconise l'ouverture de nouvelles bandes de fréquences pour les liaisons point à point, et en particulier la bande 32 GHz.**

#### Canalisations plus larges

Comme indiqué page 21 de la consultation publique, l'ARCEP n'autorise pas systématiquement la totalité des tailles de canaux rendues possibles par les recommandations de l'UIT-R ou de la CEPT. **SFR préconise d'ouvrir toutes les tailles de canaux en France, et en particulier les tailles de canaux plus larges ; elles permettront d'écouler le trafic des futurs réseaux très haut débit mobile et fixe.**

#### Marché secondaire des fréquences

L'ARCEP ne mentionne nulle part le marché secondaire des fréquences dans sa consultation publique. La possibilité de céder tout ou une partie de ces fréquences pour les faisceaux hertziens est pourtant ouverte par l'arrêté du 11 août 2006 modifié<sup>3</sup> portant application de l'article L. 42-3 du code des postes et des communications électroniques relatif aux fréquences ou bandes de fréquences dont les autorisations d'utilisation peuvent faire l'objet d'une cession. En application du régime de domanialité publique, les titulaires d'une autorisation d'utilisation de fréquences (allotissement ou assignation) peuvent également

<sup>2</sup> <http://www.eroceadb.dk/docs/doc98/official/pdf/ECCDec0501.pdf>

<sup>3</sup> <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024909845>

mettre à disposition à un tiers – 'c'est-à-dire sous-louer – tout ou une partie des fréquences concernées, en vue de leur exploitation par celui-ci.

A quelques exceptions près (bandes 6 GHz haut et 23 GHz), les bandes de fréquences du service fixe figurent toutes dans la liste des bandes de fréquences dont l'autorisation peut faire l'objet d'une cession. Le tableau ci-dessous est un extrait, de 1,5 GHz à 38 GHz, de l'arrêté du 1<sup>ier</sup> décembre 2011 modifiant l'arrêté du 11 août 2006 modifié :

FREQUENCES ou bandes de fréquences	CESSIONS
1 375 MHz-1 452 MHz	Cessions intégrales.  Cessions partielles portant sur la composante temporelle.  Les cessions ne sont autorisées que pour les autorisations délivrées avec précision sur l'implantation des stations.
5 925 MHz-6 425 MHz 10,7 GHz-11,7 GHz 12,75 GHz-13,25 GHz 17,7 GHz-19,7 GHz	Cessions intégrales.  Cessions partielles portant sur la composante temporelle.  Les cessions ne sont autorisées que pour les autorisations délivrées avec précision sur l'implantation des stations.
24,5 GHz-26,5 GHz	Cessions intégrales.  Cessions partielles portant sur la composante temporelle ou, pour les autorisations délivrées sans précisions sur l'implantation des stations, sur une ou plusieurs des composantes géographique, spectrale et temporelle.
37 GHz-39,5 GHz	Cessions intégrales.  Cessions partielles portant sur la composante temporelle.  Les cessions ne sont autorisées que pour les autorisations délivrées avec précision sur l'implantation des stations.

La cession et la sous-location des fréquences sont des éléments importants de la réglementation fréquences qui permettent, comme nous le verrons plus loin en réponse à la question n°31, d'optimiser l'utilisation des fréquences aussi bien avec des allotissements qu'avec des assignations.

**SFR préconise d'autoriser explicitement la cession de fréquences dans toutes les bandes du service fixe et pour tout type de cession (cessions intégrales, ainsi que des cessions partielles portant sur les composantes temporelle, fréquentielle, et/ou géographique), conformément à l'article L. 42-3 du code des postes et des communications électroniques.** Nous trouverions pertinent que le marché secondaire des fréquences soit ouvert dans les bandes 6 GHz haut et 23 GHz également.

### Redevances fréquences

L'assimilation de l'utilisation des fréquences radioélectriques à une occupation privative du domaine public a pour conséquence de soumettre cette utilisation à l'exigence d'une contrepartie. Le code général de la propriété des personnes publiques rappelle le principe selon lequel « *toute occupation ou utilisation du domaine public (...) donne lieu au paiement d'une redevance* <sup>4</sup> ».

En conséquence, une description de la réglementation applicable aux bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens ne serait pas complète sans un volet sur les redevances liées à la mise à disposition et à la gestion des fréquences. En effet, les redevances relatives à l'utilisations de ces fréquences constituent un élément essentiel de la réglementation fréquences, y inclus pour les faisceaux hertziens. Le spectre hertzien est mis à disposition des opérateurs moyennant le versement d'une redevance. Cette redevance est calculée de façon :

- à couvrir les coûts administratifs de la gestion du spectre (redevance de gestion) ;
- à garantir l'utilisation effective du spectre mis à disposition (redevance domaniale de mise à disposition).

La définition du niveau optimal de redevances fréquences (redevance de gestion et redevance domaniale de mise à disposition) par l'administration est un exercice difficile. En effet, une redevance trop élevée conduit à une sous-utilisation du spectre, tandis qu'une redevance trop faible conduit rapidement à des situations de congestion.

Une redevance fréquences proche d'un prix que révélerait le marché permettrait d'atteindre des objectifs d'efficacité et notamment ceux qui préoccupent le régulateur : efficacité de gestion, d'utilisation, efficacité économique et dynamique, innovation et investissement. Les opérateurs, publics ou privés, prendront en compte la vraie valeur du spectre dans leurs décisions managériales, y compris dans la recherche de solutions alternatives. Ils seront incités à utiliser le spectre hertzien au mieux.

Une telle optimisation du spectre peut être atteinte :

3. par le marché secondaire des fréquences : cessions et sous-locations. Les transactions privées se feront alors au « prix du marché » du spectre hertzien pour les faisceaux hertziens ;
4. ou, alternativement, par des redevances fréquences simulant un prix que révélerait le marché. La mise en œuvre d'une tarification *fondée sur les incitations* est appelée « Administrative Incentive Pricing » (AIP) dans le cas du spectre. Il s'agit d'une redevance annuelle, qui a pour objectif d'encourager les détenteurs de spectre, actuels et à venir, à prendre les « bonnes décisions » pour assurer l'utilisation efficace du spectre. La fixation d'un tel prix, *fondé sur les incitations*, est d'autant plus pertinente que la procédure d'attribution du spectre est administrative (premier arrivé / premier servi ou concours de beauté) – et non elle-même fondée sur les mécanismes du marché.

Le décret n°2007-1532 du 24 octobre 2007 modifié relatif aux redevances d'utilisation des fréquences radioélectriques, ainsi que l'arrêté du 24 octobre 2007 portant application du décret n°2007-1532,

---

<sup>4</sup> Article L. 2125-1, CG3P

permettent déjà à l'ARCEP et au ministère de l'économie, des finances et de l'industrie de piloter l'utilisation des différentes bandes de fréquences (et leur saturation) en ajustant les nombreux coefficients prévus dans ce décret et l'arrêté. Le calcul des redevances de gestion et de mise à disposition des fréquences pour les allotissements et les assignations est le suivant :

	Redevance de gestion	Redevance de mise à disposition
Allotissement	$l * G'$	$l * bf * a * c * kl$
Assignation (par émetteur)	$G$	$l * bf * lb * es * kl$

- Les coefficients  $G$ ,  $G'$  et  $kl$  sont des valeurs de référence :  $G = 50\text{€}$ ,  $G' = 1575 \text{ €/MHz}$ ,  $kl = 15,50 \text{ €}$  ;
- Le coefficient  $l$  représente la largeur de bande de fréquences attribuée, exprimée en MHz ;
- Le coefficient  $bf$  lié aux bandes de fréquences permet de prendre en compte les spécificités de chaque bande ; il peut être plus ou moins élevé selon le degré de saturation de la bande de fréquences ;
- Le coefficient d'allotissement  $a$  traduit l'avantage retiré par l'attributaire d'un bloc de fréquences. Sa valeur est fixée à  $a = 400$  pour des fréquences du service fixe inférieures à 20 GHz et à  $a = 1000$  pour des fréquences du service fixe supérieures à 20 GHz.
- Le coefficient  $c$  caractérise la surface couverte par l'autorisation d'utilisation de fréquences. Pour un allotissement sur l'ensemble du territoire métropolitain,  $c=1$ .
- Le coefficient  $lb$  caractérise l'adéquation de longueur de bond dans le cas du service fixe point à point ; pour des longueurs de bond supérieures à la longueur minimale  $lb=1$  (pour des longueurs de bond inférieures à la longueur minimale définie, le coefficient  $lb$  est égal à la racine carrée du rapport longueur minimale sur longueur réelle) ;
- Le coefficient  $es$  caractérise l'efficacité spectrale dans le cas du service fixe point à point. Il est plus faible pour les liaisons utilisant des modulations plus efficaces, occupant moins de spectre à débit constant ;

Ces coefficients permettent de moduler les redevances de gestion et de mise à disposition des fréquences individuellement pour les assignations et les allotissements, en prenant en compte différents facteurs incitatifs : saturation des différentes bandes de fréquences (au niveau macroscopique), longueur de bond minimale, efficacité spectrale, avantage procuré par l'allotissement par rapport à des assignations, *etc.*

Les modifications des coefficients devront cependant être conformes aux dispositions de l'article 14 « modifications des droits et obligations » de la directive 2009/140/CE<sup>5</sup> du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009. Selon cette directive, les droits et obligations, y compris les redevances fréquences, ne pourront être modifiées que dans des cas objectivement justifiés et dans des proportions raisonnables.

La rédaction du décret n°2007-1532 du 24 octobre 2007 modifié, ainsi que l'arrêté du 24 octobre 2007 portant application du décret n°2007-1532, ne permettent pas à l'ARCEP d'ajuster les redevances fréquences en fonction de situation de congestion locales, mais seulement un prix unique toute France pour chaque ensemble de caractéristiques données quel que soit la saturation locale de la bande. **Comme nous allons le démontrer dans notre réponse à la question n°31, la possibilité d'utiliser des**

<sup>5</sup> *Id.* note de bas de page **Erreur ! Signet non défini.**

**allotissements avec marché secondaire des fréquences, permet d'optimiser l'utilisation des fréquences.**

Nota : pour des liaisons bidirectionnelles (deux émetteurs, deux assignations), les redevances de gestion et de mise à disposition sont à multiplier par deux par rapports aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus. De même, pour des allotissements composés de deux sous-bandes (largeur attribuée égale à 2\*1), les redevances de gestion et de mise à disposition sont également à multiplier par deux par rapport aux valeurs dans le tableau. Ceci ne change pas fondamentalement le raisonnement.

**SFR préconise également de généraliser la redevance fréquences à tous les utilisateurs de fréquences, non seulement pour les titulaires d'autorisations délivrées par l'ARCEP. Une redevance fréquences généralisée à tous les affectataires, y compris le ministère de la défense et le ministère de l'intérieur, permet de prendre en compte le coût d'opportunité, en particulier dans les bandes de fréquences partagées avec l'ARCEP.**

## **Q2. Partagez-vous cette analyse ?**

SFR partage l'analyse de l'ARCEP sur la nécessité des autorisations individuelles, par assignation ou par allotissement, pour l'établissement de faisceaux hertziens point à point. Ce régime d'autorisations est en effet le mieux adapté aux faisceaux hertziens à cause du principe de rivalité (au sens économique) : plusieurs agents économiques ne peuvent pas simultanément utiliser la même ressource au même endroit (cette ressource est alors *rivale*).

Comme l'ARCEP le souligne, le régime alternatif des autorisations générales n'est adapté qu'aux équipements de faible puissance et de faible portée, où les risques d'interférences sont minimisés par des contraintes techniques très sévères (faible puissance et faible portée) qui limitent l'utilité d'une bande de fréquences pour les faisceaux hertziens.

Pour des bandes de fréquences très élevées, au-delà de 60 GHz, les longueurs maximales des bonds sont plus courtes et la rivalité du spectre est moins prononcée. Dans ces bandes de fréquences un régime allégé (« light licensing ») peut être envisagé.

## **Q3. L'attribution par l'ARCEP d'autorisations par allotissement vous semble-t-elle utile ? Quels sont, selon vous, les avantages et inconvénients de ce type d'approche dans le domaine des faisceaux hertziens ?**

L'autorisation par allotissement est très utile. Elle apporte une souplesse et une rapidité de déploiement plus importantes que les assignations. Ce mode d'autorisation est particulièrement bien adapté aux bandes de fréquences où la volumétrie est très importante, comme aujourd'hui à 23 GHz et 38 GHz.

L'allotissement permet à l'opérateur d'avoir une connaissance parfaite de toutes les liaisons installées dans cette partie du spectre – il s'agit généralement de ses propres liaisons, et des fréquences sous-louées dont il connaît les caractéristiques techniques. L'opérateur peut ainsi optimiser l'utilisation du spectre par une connaissance plus fine de toutes les caractéristiques techniques. Cette connaissance parfaite permet également à l'opérateur d'éviter les « refus de coordination » qui peuvent se produire lors d'une demande de fréquences par assignation qui est incompatible avec un utilisateur déjà installé (et coordonné par l'ARCEP). En cas de refus de coordination, l'ARCEP proposera des solutions alternatives (changement de





fréquence, etc.), mais le processus est rallongé par rapport aux liaisons installées dans le cadre d'un allotissement.

Le titulaire d'un allotissement est finalement incité à optimiser la ressource, par la redevance forfaitaire qu'il paie. Il cherchera à maximiser la réutilisation des fréquences au sein de son allotissement, par une ingénierie optimisée et les techniques de modulation les plus performantes, en particulier dans les zones très denses.

<b>Q4. Avez-vous des commentaires sur les modalités d'autorisation des faisceaux hertziens ?</b>
--

SFR préconise de maintenir les allotissements, en parallèle des assignations.

Comme nous allons le voir dans notre réponse à la question n°31, les allotissements contribuent à une rareté artificielle du spectre. Au contraire, avec le marché secondaire des fréquences, ils contribuent à l'optimisation de l'utilisation des fréquences.

SFR préconise de supprimer les distinctions entre les différentes catégories d'utilisateurs : réseaux ouverts au public, ministère de la défense, réseaux indépendants, opérateurs de transport audiovisuel, liaisons vidéo non coordonnées. Celles-ci contribuent à créer une rareté artificielle du spectre.





---

## 2. Etat des lieux de l'utilisation des faisceaux hertziens en France

---

<b>Q5. Avez-vous des commentaires sur ce bilan relatif aux utilisations actuelles des faisceaux hertziens ?</b>
---

Les opérateurs mobiles font face au déploiement de nouveaux bonds en rapport avec le raccordement des nouvelles stations de base. Mais ils font face aussi à l'accroissement capacitatif des bonds existants. Cela se traduit par le remplacement du bond par un autre qui hérite alors des contraintes des sites existants et du bilan de liaison (*i.e.* de portée). Les opérateurs mobiles se tournent alors vers les équipementiers pour demander une amélioration de l'efficacité spectrale des stations radioélectriques et à défaut recherchent également une allocation de fréquences sur une canalisation plus large permettant de répondre à la demande.

### 3. Enjeux et évolutions futurs de l'utilisation des faisceaux hertziens

**Q6. Indiquer les modulations aujourd'hui couramment mises en œuvre. Préciser les éventuelles différences en fonction du type de liaison (capillaire, cœur de réseau, ...) ou de la bande de fréquences utilisée.**

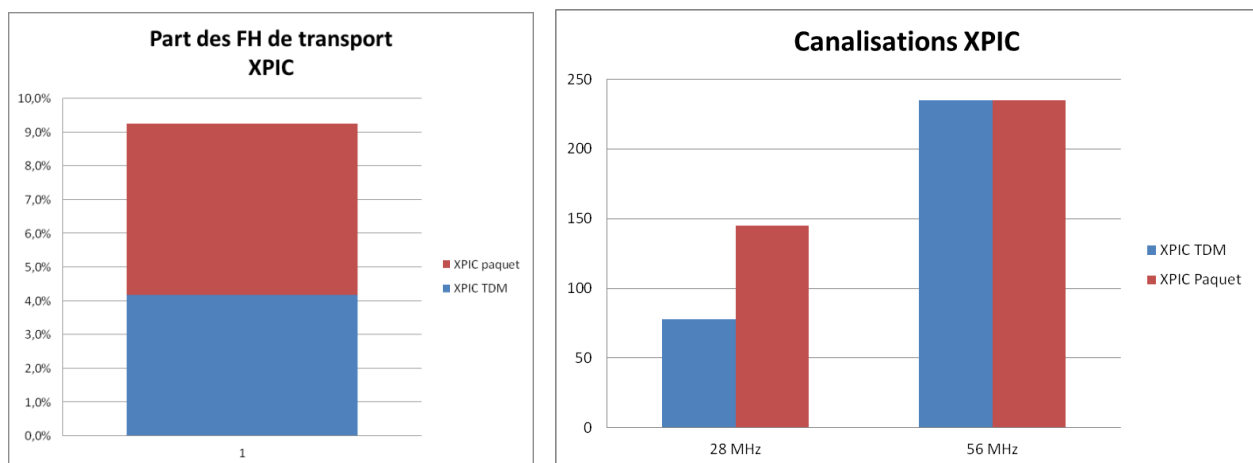
✂

**Q7. Les modulations utilisées sont-elles amenées à évoluer au cours des prochaines années ? Quel est le gain attendu en termes d'efficacité spectrale de ces évolutions ? Quelles seront les éventuelles modifications des caractéristiques des liaisons associées à l'utilisation de ces nouvelles modulations (augmentation de la puissance d'émission, utilisation d'antennes plus directives, ...) ?**

✂

**Q8. Quel est l'état des lieux d'utilisation de la fonctionnalité XPIC ?**

Les liens utilisant la fonctionnalité XPIC représentent actuellement 9,4 % du parc de FH de transport installé. Leur nombre a plus que doublé par rapport à l'usage du XPIC en TDM ( qui représentait 4,3 % du parc de FH transport installé. Les liaisons XPIC en FH paquet représentent déjà plus de la moitié des liens XPIC du réseau SFR et utilisent des canalisations 28 MHz deux fois plus que les XPIC TDM traduisant le manque de disponibilité de canalisations 56 MHz, ou supérieures, pour atteindre la bande passante nécessaire.



**Q9. Quel est l'état de l'utilisation de la technologie de modulation adaptative dans les faisceaux hertziens et les évolutions attendues dans le futur ?**

✂

**Q10. Indiquer quelles autres évolutions futures des caractéristiques des équipements pourraient permettre d'améliorer globalement l'efficacité d'utilisation du spectre (que ce soit en améliorant l'efficacité spectrale ou la réutilisation des canaux à partir d'un même site d'émission).**

Amélioration de l'efficacité spectrale :

- Modulation 1024 QAM : 15 à 20 % de capacité en plus par rapport au 256 QAM pour une même canalisation. Les forts impacts de la généralisation de cette modulation sur le réseau pourraient limiter son utilisation.
- Compression des entêtes : gain en capacité transportée d'environ 10%.
- Compression des données : gain variable en fonction des caractéristiques de trafic (taille des paquets). Solution non mature, en cours de développement chez les fabricant et dont les gains restent à démontrer.
- Solutions MIMO sur FH : forte capacité transportée avec une bonne efficacité spectrale (1 Gbits/s dans 28 MHz pour le démonstrateur Ericsson) mais impact important sur les infrastructures (nombre d'antennes, distance entre les antennes). Cette solution n'est pas industriellement mature.

Réutilisation du spectre :

- Utilisation d'antennes classe 4 (nouvelle gamme Andrew). Le gain de ces antennes classe 4 reste à chiffrer.

**Q11. Pensez-vous que la tendance de croissance de l'utilisation des faisceaux hertziens va se poursuivre au cours des prochaines années ? Quelle est votre vision prospective de ce marché à horizon de 5 et 10 ans ?**

Le nombre de faisceaux hertziens déployés par SFR restera quasiment constant dans les 5 à 10 ans à venir, notamment grâce aux besoins constants du réseau mobile. D'une part, les nouveaux déploiements de la 4G solliciteront des renouvellements de faisceaux hertziens, voire de nouveaux raccordements en remplacement de liaisons louées bas débit inadaptées à la 4G, d'autre part, les perspectives de croissance de la capacité sont telles que le renouvellement complet du réseau de collecte est inévitable.

**Q12. Comment analysez-vous la place des faisceaux hertziens au sein de l'ensemble des technologies permettant des liaisons point à point ? Comment la technologie des faisceaux hertziens se compare-t-elle aujourd'hui sur les plans technique et économique par rapport à d'autres technologies, et notamment les liaisons filaires (fibre optique...) ? Les termes de cette comparaison seront-ils les mêmes dans cinq ans et dix ans, en fonction de l'évolution des usages et des technologies ?**

Concernant l'infrastructure mobile, les faisceaux hertziens resteront à terme la technologie la plus utilisée en ce qui concerne le raccordement des stations de base, derrière les solutions de raccordement filaire en fibre optique. Les autres technologies de type liaisons louées, ou raccordement DSL sur cuivre n'auront pas l'efficacité suffisante pour répondre aux besoins à moyen long terme et resteront confinées à des solutions ponctuelles bas débit.

Sur le plan économique, faisceaux hertziens et fibre optique n'ont pas les mêmes inducteurs de coût. Le coût d'un raccordement en bond hertzien se partage équitablement en coût d'infrastructure passive et en

équipements. Ces derniers tendent à diminuer légèrement comme toute l'électronique en général. Leur efficacité spectrale devenant de plus en plus performante, leur coût unitaire au Mbps s'améliore nettement. Le coût d'un raccordement en fibre optique est composé à 90% d'infrastructure passive, dont le montant est en moyenne 10 fois plus cher qu'un faisceau hertzien et ce à cause de l'éloignement des sites mobiles par rapport aux points de présence de la fibre. Certes, la fibre optique ne présente pas de limite capacitive, mais cela ne justifie pas de faire de tels investissements en avance de phase par rapport à la capacité.

D'ici 10 ans, la capillarité de la fibre se sera améliorée au profit du déploiement du FTTH mais restera confinée aux agglomérations moyennement denses. Le raccordement des stations de base éloignées des habitations sera probablement encore très coûteux par rapport à un faisceau hertzien.

Concernant l'infrastructure fixe, l'utilisation des faisceaux hertziens restera relativement limitée, servant au raccordement des NRAs dégroupés sur lesquels SFR ne peut pas avoir de présence en terme de fibre optique.

**Q13. Par l'emploi de quelles technologies sera-t-il possible de répondre à la croissance des besoins en capacités des liaisons d'infrastructure des réseaux mobiles ? Dans quelle mesure les infrastructures de faisceaux hertziens sont-elles le cas échéant susceptibles d'être remplacées par des liaisons en fibre optique, à horizon de 5 ans et 10 ans ? Plus généralement, quelle sera la place des faisceaux hertziens dans les réseaux d'infrastructure des réseaux mobiles, à horizon de 5 et 10 ans : sera-t-elle plus importante, équivalente, ou moins importante qu'aujourd'hui ?**

✂

**Q14. Quelles sont les solutions techniques de raccordement de pico-cellules dans les réseaux mobiles ? Quelle sera la place des faisceaux hertziens dans la desserte des pico-cellules et les éventuels besoins associés en termes de fréquences ?**

Le raccordement des micro utilise actuellement les solutions suivantes : faisceau hertzien quand la visibilité et l'aménagement site le permettent, liaison cuivre DSL ou liaison louée E1. Ces solutions sont adaptées à des stations de base dont la capacité est assez réduite étant donnée leur faible couverture.

Une solution de raccordement fibre peut être étudiée dans l'hypothèse que ces solutions micro-pico offrent aussi de la 4G avec des débits pics très élevés. Cette option dépend de la vitesse de pénétration des abonnements 4G, de la qualité de la couverture et du débit fournis par le réseau macro 4G.

Dans le cas particuliers de déploiement hyper dense de pico-cellules sur du mobilier urbain, cas théorique à ce jour, une collecte par faisceau hertzien serait envisagée. Deux solutions possibles : soit en point-multipoint, soit en point à point en utilisant des liens très directifs et de haute capacité. La mise en œuvre de ces solutions nécessite soit la mise à disposition d'une bande de fréquence adaptée, dédiée au point – multipoint (26 ou 42 GHz) disponible par assignation (sans licence type BLR), soit le développement de l'utilisation de la bande E (70-80 GHz) à condition d'adaptation des modèles de redevance.



**Q15. Partagez-vous cette analyse ? Quelle pourrait être la place des faisceaux hertziens dans les réseaux de collecte et plus généralement dans les réseaux ouverts au public à haut ou très haut débit fixe à horizon de 5 et 10 ans : sera-t-elle plus importante, équivalente, ou moins importante qu'aujourd'hui ?**

L'enjeu du raccordement des NRAs par faisceaux hertziens réside dans leur capacité maximale à écouler une demande du trafic fixe en croissance régulière de 30% par an.

Certes les NRAs en zone rurale ne raccordent que peu de clients et sont donc peu prégnants en terme de capacité. De ce fait, ils deviennent aussi plus intéressants en termes d'infrastructure non dégroupée proposée par France Telecom, les coûts d'opération en propre dans le NRA étant supérieurs.

SFR pense donc que le raccordement des NRAs en FH est une solution intéressante sur un nombre très restreint (moins de 3%) des NRAs dégroupés servant de solution de transition en attendant l'arrivée de la fibre.

**Q16. Partagez-vous cette analyse ? Précisez le cas échéant les évolutions attendues (création de nouvelles liaisons, augmentation du débit des liaisons actuelles...). Quelle pourrait être la place des faisceaux hertziens (vis-à-vis notamment du satellite ou de la fibre optique) dans les réseaux de transport audiovisuel à horizon de 5 et 10 ans : sera-t-elle plus importante, équivalente, ou moins importante qu'aujourd'hui ?**

SFR n'a pas de commentaire au sujet des faisceaux hertziens pour le transport audiovisuel. Nous préconisons cependant de supprimer les catégories différentes d'utilisateurs de fréquences dans les bandes de faisceaux hertziens, car elles contribuent à augmenter artificiellement la saturation du spectre.

**Q17. Quelles évolutions futures pourraient modifier les besoins des exploitants de réseaux indépendants en matière de faisceaux hertziens ? Quelle pourrait être la place des faisceaux hertziens dans les réseaux indépendants à horizon de 5 et 10 ans : sera-t-elle plus importante, équivalente, ou moins importante qu'aujourd'hui ?**

SFR n'a pas de commentaire au sujet des faisceaux hertziens dans les réseaux indépendants. Nous préconisons cependant de supprimer les catégories différentes d'utilisateurs de fréquences dans les bandes de faisceaux hertziens, car elles contribuent à augmenter artificiellement la saturation du spectre.

**Q18. Identifiez-vous des usages des faisceaux hertziens autres que ceux déjà cités ci-dessus ? Préciser le cas échéant quelles sont les évolutions attendues à horizon de 5 et 10 ans.**

SFR n'a pas identifié d'usage autre que ceux déjà cités. Au cas où de tels usages émergeront, ils pourront certainement être traités dans le cadre général des faisceaux hertziens pour les communications électroniques.

---

## 4. Perspectives d'évolution de la réglementation relative à l'utilisation des fréquences par les faisceaux hertziens

---

**Q19. La liste des bandes de fréquences ouvertes aux faisceaux hertziens et la réglementation applicable vous paraît-elle bien adaptée aux besoins actuels et à l'évolution future des utilisations en matière de faisceaux hertziens ? Des évolutions sont-elles nécessaires ? Si oui, lesquelles ?**

L'évolution de l'usage du spectre, motivée par le besoin grandissant en capacité transportée sur les faisceaux hertziens, entraîne, malgré l'amélioration de l'efficacité spectrale (modulation adaptative, 256QAM) une augmentation du besoin en canalisation larges (28, 40 et 56 MHz).

Les bandes de fréquence aujourd'hui disponibles répondent de manière incomplète à l'évolution du besoin. Il serait nécessaire de disposer de canalisation à forte capacité (canaux 40 ou 56 MHz) dans des bandes de courte, moyenne et longue portée.

A courte portée, aujourd'hui seule la bande 26 GHz dispose de canaux 56 MHz (6 canaux), l'élargissement de cette bande (mise à disposition des canaux réservés pour la BLR obsolète) ainsi que l'ouverture d'une nouvelle bande, comme le 32 GHz avec des canaux de 56 & 112 MHz répondrait au besoin.

A moyenne portée, les bandes 11 (12 canaux de 40 MHz) et 18 GHz (16 canaux de 55 MHz) couvrent le besoin malgré une saturation proche de la bande 18 GHz.

A longue portée seule la bande 6 GHz haut dispose de 8 canaux de 40 MHz. Cette bande étant très utilisée, la mise à disposition d'une seconde bande longue portée est nécessaire (8GHz par exemple), avec une évolution des règles d'usage du 6 GHz haut limitant son usage aux distances longues et aux capacités à partir de 100 Mbits/s.

**Q20. Quels sont les avantages et inconvénients de l'utilisation d'un canal de 56 MHz ou de 112 MHz par rapport à l'utilisation de plusieurs canaux de 28 MHz ?**

Techniquement les équipements nécessitent des canaux 28MHz adjacents pour pouvoir les agréger. Pratiquement, la disponibilité de deux voire quatre canaux 28 MHz adjacents pour obtenir les 56 ou 112 MHz voulus n'est pas possible. Il est donc préférable de disposer de canalisations 56 MHz ou 112 MHz non sécables.

**Q21. Partagez-vous cette analyse ? Dans la bande 23 GHz, vous paraît-il préférable de privilégier l'ouverture de canaux de taille plus élevée que 28 MHz (56 MHz ? 112 MHz ?) ou la poursuite de l'attribution éventuelle d'allotissements ?**

SFR est favorable à l'ouverture de canaux de taille plus élevée, 56 MHz et 112 MHz, de manière générale. Cependant, compte tenu de l'historique et de l'occupation très dense de cette bande avec des canalisations faibles à 3,5 MHz, 7 MHz et 14 MHz, et de la quantité limitée de fréquences encore disponibles, il sera en



pratique difficile d'utiliser ces canalisations sans réaménagement important de la bande. SFR dispose de 6643 liaisons dans cette bande. Nous sommes favorables à la poursuite des allotissements à 23 GHz.

Nous notons que les bandes 26 GHz et 32 GHz offrent des capacités plus importantes et sont encore sous-exploitées. Nous invitons l'ARCEP à ouvrir ces deux bandes aux assignations et allotissements.

**Q22. Partagez-vous cette analyse pour la bande 38 GHz ? Vous paraît-il approprié de rendre possible l'emploi dans la bande 38 GHz de canalisations plus larges que 28 MHz : 56 MHz ? 112 MHz ?**

De même que pour le 23 GHz, SFR est favorable à l'ouverture de canaux de taille plus élevée, 56 MHz et 112 MHz, et à la poursuite des allotissements dans la bande 38 GHz. Compte tenu de l'historique et de l'occupation très dense de cette bande avec des canalisations faibles à 3,5 MHz, 7 MHz et 14 MHz, il sera en pratique difficile d'utiliser ces canalisations plus larges dans les fréquences déjà attribuées. SFR dispose de 5118 liaisons dans cette bande. Par rapport à la bande 23 GHz, il reste plus de fréquences non attribuées à 38 GHz dans lesquelles l'ARCEP pourra autoriser des canalisations à 56 MHz.

Nous notons que les bandes 26 GHz et 32 GHz offrent des capacités plus importantes et sont encore sous-exploitées. Nous invitons l'ARCEP à ouvrir ces deux bandes aux assignations et allotissements.

**Q23. Identifiez-vous d'autres bandes de fréquences déjà ouvertes au déploiement de FH pour lesquelles une augmentation des canalisations autorisées serait utile par rapport à celles actuellement prévues dans la réglementation nationale ?**

Non.

**Q24. Quels sont de votre point de vue les avantages et inconvénients d'un scénario où l'accès à des canalisations de 56 MHz ou 112 MHz serait rendu possible par l'ouverture d'une nouvelle bande, plutôt que par une modification des canalisations possibles des bandes déjà utilisées ? Quel scénario vous semble le mieux adapté pour répondre aux besoins futurs en matière de faisceaux hertziens ?**

L'utilisation de canalisations larges à 56 MHz et 112 MHz dans des bandes de fréquences historiques utilisées pour des liaisons capillaires à 3,5 MHz, 7 MHz ou 14 MHz nécessite des réaménagements importants, en particulier pour les bandes de fréquences utilisées de manière très dense comme le 23 GHz et le 38 GHz. De telles opérations s'inscrivent dans la durée.

L'ouverture immédiate d'une ou plusieurs bandes de fréquences pour des canalisations à 56 MHz et 112 MHz facilitera ces travaux de réaménagement et permet de faire face à l'évolution du besoin capacitaire sur le réseau d'infrastructure, dans un calendrier compatible avec les déploiements du LTE.

**Q25. Quels sont vos besoins futurs en matière de ressources additionnelles en fréquences ? Vous paraît-il nécessaire que de nouvelles bandes de fréquences soient ouvertes ?**

A courte portée, l'ouverture d'une nouvelle bande, comme le 32 GHz avec des canaux de 56 MHz et 112 MHz, en complément de la bande 26 GHz répondrait à notre besoin.





A longue portée, seule la bande 6 GHz Haut, avec ses canaux 40 MHz, permet de transporter les plus fortes capacités. Cette bande très utilisée et rend nécessaire à court terme la mise à disposition d'une nouvelle bande proche comme le 8 GHz par exemple ou bien encore la bande 3,8-4,2 GHz; .

**Q26. Quel est l'état de disponibilité industrielle des équipements fonctionnant dans la bande 32 GHz ? Indiquer les besoins auxquels elle pourrait répondre et qui ne peuvent être satisfaits dans les bandes aujourd'hui ouvertes aux FH.**

Les équipements FH paquet utilisés sur le réseau SFR sont d'ores et déjà disponibles dans la bande 32 GHz, en modulation fixe et adaptative avec des modulations jusqu'à 256 QAM et des canalisations 56 MHz (écart duplex de 812 MHz).

L'usage de cette bande adresserait les besoin des liaisons de courte distance de forte capacité (de 200 à 700 Mbits/s) nécessaire pour transporter en mode paquet le trafic des sites radio de dernière génération (3G HSPA+ 42 Mbits) et préparer leur évolution vers le LTE.

L'estimation des débits nécessaires dans le cadre de l'introduction du LTE sont les suivants :

Site GSM + UMTS + LTE , tri sectoriel , 5 porteuses UMTS	
spectre LTE	Debit download heure chargée :
25 MHz	210 Mbits/s
35 MHz	265 Mbits/s

Ces débits ne sont pas atteignables avec les fréquences actuellement disponibles sur le même segment de distance franchissable, 23 GHz et 38 GHz n'autorisant dans leurs canaux 28 MHz que des débits maximum de 180 Mbits/s à 256QAM.

**Q27. Préciser la canalisation souhaitée ainsi que l'estimation de vos besoins dans les prochaines années en matière d'assignations et/ou d'allotissements.**

Le besoin immédiat pour la bande 32 GHz est de disposer de canaux de 56 MHz pour raccorder en mode paquet les sites radio de dernière génération (3G HSPA+ 42 Mbits).

L'utilisation des canaux 112 MHz prévus au plan de fréquence CEPT, sera nécessaire à moyen terme dans le cadre de l'évolution des réseaux vers le LTE pour les zones non fibrables ( 2 à 5 ans.)

L'allotissement d'un nombre pair de canaux 56 MHz adjacents serait souhaitable, car il favoriserait l'accessibilité aux canaux 56 MHz tout en garantissant la possibilité d'évolution ultérieure vers des canalisations 112 MHz.

**Q28. Pour chacune des bandes de fréquences identifiées, précisez si leur ouverture aux FH vous paraît opportune (disponibilité des équipements, capacité suffisante, besoins auxquels elle pourrait répondre, contraintes associées, ...) ? Sous quelles modalités (taille de canaux, autorisation générale vs autorisation individuelle, assignations vs. allotissement) ? Au regard des besoins auxquels elles pourraient répondre, indiquez un ordre de préférence et listez leurs avantages et inconvénients.**

Bande de fréquence	Opportunité d'ouverture	Canaux souhaités	Mode d'attribution	Besoin	Ordre de préférence	Avantages	Inconvénients.
26 GHz	Oui, ouverture de canaux supplémentaires	56 MHz	Allotissement	Liaisons courtes, capacité de 180 à 400 Mbits/s	1	Forte capacité	Disponibilité faible suivant les zones de pluie
28GHz	non						Pas d'équipements disponibles
31 GHz							
42 GHz	oui	56 et 112 MHz	Assignation	Très forte capacité, courte distance : backhaul micro cellules LTE	3	Forte capacité	Pas d'équipements disponibles. Courte distance.
50 GHz	Non						
52 GHz	Non						
55 GHz	Non						
60 GHz	Oui	Supérieurs à 100 MHz	« licence free »	Très forte capacité, très courte distance : backhaul micro cellules LTE	2	Forte capacité	Pas d'équipements disponibles. Courte distance.
65 GHz	Non						
90 GHz	Non						

**Q29. Voyez-vous d'autres bandes de fréquences non mentionnées qu'il pourrait être avantageux d'ouvrir aux FH ? Pour quels besoins ?**

La bande 3,8-4,2 GHz avec des canalisations 29,65 MHz pour les liaisons longues distance moyenne capacité (40 à 180 Mbits/s).

**Q30. Quels sont vos besoins en matière d'autorisations par allotissement à horizon de 5 et 10 ans ? Précisez le cas échéant les bandes de fréquences souhaitées et les canalisations correspondantes.**

Le choix de SFR entre les attributions par allotissement et les attributions par assignation est un choix essentiellement économique ; il dépend en grande partie des redevances fréquences pour chacun de ces

modes d'attribution, en prenant en compte la souplesse de déploiement procurée par des attributions par allotissement.

**Q31. Avez-vous des commentaires sur les modalités d'autorisation en vigueur ? Des évolutions vous paraissent-elles souhaitables ?**

L'autorisation par allotissement et l'autorisation par assignation sont deux modes d'autorisation complémentaires. L'allotissement porte sur l'ensemble du territoire métropolitain (ou une région) tandis que l'assignation porte sur un émetteur – ou une paire d'émetteurs pour une liaison bidirectionnelle – avec des caractéristiques techniques très précises (celles des émetteurs). La principale différence entre ces deux modes d'autorisation réside dans leurs contours : national (ou régional) dans le premier cas, et local (défini par les caractéristiques techniques du faisceau hertzien en question) dans le deuxième cas.

Ces deux modes d'autorisation ont chacun des avantages et des inconvénients. Comme indiqué dans notre réponse à la question n°30, le choix du mode d'attribution de fréquences se fait essentiellement sur des critères économiques en prenant en compte l'avantage de souplesse de déploiement procuré par les allotissements.

SFR ne partage pas le point de vue de l'ARCEP que le mode d'autorisation par allotissement contribue à « créer une situation de rareté artificielle des fréquences ». Une telle affirmation n'est vraie qu'en l'absence de marché secondaire des fréquences. En présence d'un marché secondaire des fréquences, l'allotissement est, au contraire, le mode d'attribution des fréquences qui permet d'optimiser l'utilisation du spectre. Comme nous l'avons indiqué dans notre réponse à la question n°1, la possibilité de céder des fréquences est ouverte pour quasiment toutes les bandes de fréquences des faisceaux hertziens (à l'exception de la bande 6 GHz haut et du 23 GHz), et la possibilité de sous-louer des fréquences est ouverte dans toutes les bandes par le principe de domanialité.

L'ARCEP pourra continuer à attribuer des fréquences par assignation et par allotissement sur différentes portions d'une bande de fréquences. Lorsqu'elle n'arrivera plus à satisfaire les demandes individuelles au bond par bond dans la portion du spectre réservée aux assignations, elle pourra orienter les demandeurs vers les titulaires d'autorisations par allotissement. Ceux-ci vérifieront s'ils pourront satisfaire la demande et proposeront un prix pour cette sous-location au demandeur, en fonction de la saturation (locale) de la bande de fréquences. Ce prix pourra être inférieur au prix proposé par l'ARCEP pour une assignation équivalente, dans des zones à faible saturation. Il pourra également être supérieur au prix demandé par l'ARCEP pour une assignation équivalente, dans des zones proches de la congestion. Un tel mécanisme de marché prendra en compte la rareté des fréquences au niveau local, et permettra d'optimiser l'utilisation des fréquences : la bande de fréquences sera plus uniformément utilisée sur l'ensemble du territoire qu'avec un prix unique par faisceau hertzien.

Ces prix n'ont pas besoin d'être régulés, mais l'ARCEP s'assurera d'une concurrence effective en attribuant des allotissements larges à plusieurs « opérateurs d'allotissement ».

Si l'ARCEP considère que les redevances fréquences payées par l'opérateur d'allotissement ne reflètent plus l'avantage procuré par l'allotissement par rapport aux assignations, elle peut ajuster le coefficient  $a$  prévu à cet effet dans le décret n°2007-1532 du 24 octobre 2007 modifié, plutôt que de supprimer purement la possibilité d'attribuer des fréquences par allotissement.



**Q32. Un tel assouplissement vous paraît-il souhaitable dans certaines bandes ? Précisez pourquoi.**

La segmentation de l'utilisation des bandes selon les catégories d'exploitants (exploitants de réseaux ouverts au publics, de réseaux indépendants, de réseaux de transport audiovisuel) est artificielle et contribue à augmenter la rareté du spectre. **SFR préconise d'abandonner cette segmentation au profit d'une catégorie d'utilisateurs unique, sur l'ensemble des bandes de fréquences.**