



Monsieur Paul CHAMPSAUR

Président

Autorité de Régulation des Communications Electroniques
et des Postes

7, Square Max Hymans

75015 Paris

Paris, le 26 septembre 2007

Réf : DR3E-FREQ-TW-07-032

Objet: **Contribution SFR – consultation publique sur les enjeux liés aux nouvelles fréquences pour les réseaux d'accès aux services de communications électroniques**

Monsieur le Président,

L'Autorité a souhaité interroger les acteurs du secteur sur les enjeux liés aux nouvelles fréquences pour les réseaux d'accès aux services de communications électroniques.

SFR tient à saluer cette initiative et se réjouit du fait qu'une question aussi importante que l'aménagement du territoire en haut débit mobile et les fréquences nécessaires pour y parvenir, fasse l'objet d'un débat public. Il convient que la loi du 5 mars 2007 soit respectée en ce qu'elle vise notamment à assurer « l'égalité d'accès aux réseaux de communications électroniques », ce qui donne à la question de la couverture du territoire une place centrale dans l'affectation du dividende numérique.

La contribution de SFR s'attache à détailler notre vision des futurs services et usages, notre vision des évolutions technologiques y compris les questions de réaménagement des bandes de fréquences mobiles actuelles, les besoins en fréquences, les aspects économiques, et finalement les questions d'harmonisation européenne et internationale.



Nous considérons indispensable d'attribuer une partie de la bande 470 – 862 MHz au « service mobile » lors de la Conférence Mondiale des Radiocommunications 2007.

Vous trouverez ci-joint le détail de notre contribution. Je reste, ainsi que mes services, à la disposition des vôtres pour toute analyse complémentaire que vous pourriez souhaiter.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Très cordialement,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arnaud Lucaussy', is written over the printed name. The signature is stylized with a large, sweeping flourish that loops back under the name.

Arnaud Lucaussy
Directeur de la Réglementation et des Etudes Economiques

Consultation publique ARCEP

Question n°1 : Quelle est votre vision générale du développement du marché des services de communications mobiles au cours des prochaines années ? Dans quelle mesure l'évolution en cours pour l'accès Internet mobile vous paraît-elle comparable à la mutation vers le haut débit qui caractérise l'accès fixe depuis plusieurs années ?

Le marché des services de communications mobiles va connaître une croissance accélérée de son trafic dans les années à venir, avec l'augmentation de deux usages :

- La voix : la poursuite de la baisse des tarifs va entraîner une hausse des durées de communication par individu. Rappelons qu'aujourd'hui la consommation en France est de 320 minutes par mois, soit 10 minutes par jour.
- L'accès à l'internet mobile : aujourd'hui les usages data sont encore peu fréquents en mobilité. Cependant ces mêmes usages en situation fixe sont largement répandus : aujourd'hui un internaute français passe en moyenne 25 heures par mois sur internet (source Médiamétrie janvier 2007).

Les usages de l'internet fixe seront progressivement exigés en mobilité. Le haut débit mobile va accélérer le développement du trafic des données avec une expérience client comparable à celle du fixe.

Usages courants d'internet fixe

Divertissement	Communication	Usages pratiques
Radio en ligne	E-mails	Recherche d'itinéraire
Jeux en ligne	Messageries instantanées	Recherche de séance de cinéma
Téléchargement de films ou de séries	Forums	Démarches administratives
TV en direct	Blogs	Achat en ligne
Téléchargement de musiques	Sites de rencontres	Réservation de billets: spectacles, train, avion
Lecture de la presse en ligne		Suivi en temps réel livraison colis
Commande et impression de photos en ligne		Recherche emploi
VOD		Recherche logement

La différence de débit entre l'internet mobile et l'internet fixe tend à diminuer : aujourd'hui grâce à la technologie HSDPA l'utilisateur peut accéder à un débit crête de 3,6 Mbit/s en hotspots, ce qui lui permet d'utiliser la plupart des services actuels de l'internet fixe. Ces débits continueront à évoluer vers 7,2 Mbit/s, puis 14,4 Mbit/s. Avec les évolutions futures de la 3G comme LTE qui seront disponibles à partir de 2012, les débits auxquels l'utilisateur pourra accéder en mobilité et en situation fixe seront similaires. En parallèle, de plus en plus de sites internet sont adaptés aux usages mobiles pour une tarification adaptée et des terminaux mobiles plus pratiques pour des usages multimédias devraient permettre, dans les années à venir, un décollage des usages data en mobilité.

Pour certains usages déjà couramment utilisés en situation fixe, la mobilité ajoute une utilité supplémentaire : par exemple, consulter un itinéraire lors d'un déplacement, télécharger des informations touristiques en vacances, s'informer sur la météo, *etc.* A noter que le succès annoncé de l'i-phone, dont la capacité à surfer sur internet mobile est largement mis en avant par Apple, conduit les autres fabricants de terminaux à accentuer leur recherche et leur mise sur le marché de terminaux avec lesquelles il est facile de surfer.

Le développement d'usages autour de l'image (tels que le visionnage de vidéo) est également un facteur important de croissance dans l'augmentation des usages data.

Le marché des télécommunications mobiles va connaître dans les prochaines années une progression importante, grâce d'une part à l'augmentation des usages liés à la voix, et surtout grâce au développement des usages data. Des débits en mobilité toujours plus importants, et de plus en plus proches de ceux du fixe, ainsi que des terminaux adaptés, vont permettre le développement de ces usages.

Question n°2 : Quels seront la nature et les débits des services offerts ? Sur quels types de technologies ? Dans quelle mesure des offres comparables à l'accès illimité à Internet à haut débit pourront être proposées en mobilité ?

De nouvelles technologies seront bientôt proposées aux utilisateurs, avec des performances toujours plus élevées :

- En 2006 SFR a ouvert son réseau HSDPA qui permet d'atteindre des débits crête de 3,6 Mbit/s. Ces débits vont évoluer rapidement vers 7,2 Mbits/s puis 14,4 Mbits/s en HSDPA.
- Les prochaines évolutions anticipées pour la 3G sont l'arrivée chez les constructeurs du HSPA+ à partir de 2009, (les terminaux devraient arriver sur le marché à partir de 2010) qui permettra des débits théoriques jusqu'à 42 Mbit/s en sens descendant et 11 Mbit/s en montant.
- Les débits attendus en WiMax en nomadisme sont de 8 Mbit/s en descendant.
- LTE (Long Term Evolution) est aujourd'hui défini pour des débits théoriques de 150 Mbit/s en sens descendant, et 50 Mbit/s en montant. Cette technologie devrait être disponible à horizon 2012.

Technologies à horizon 2015

Technologie	Débits attendus	Introduction sur le marché
HSDPA (High Speed Download Packet Access)	3,6 Mbit/s 7,2 Mbit/s	2007 2008
WiMax (802.16e)	8 Mbit/s en descendant	2008
HSPA+	42 Mbit/s en descendant, 11 Mbit/s en montant	2009/2010
LTE (Long Term Evolution)	150 Mbit/s en descendant 50 Mbit/s en montant	2011/2012

L'évolution des débits est soumise à la disponibilité de l'accès radio. Les performances optimales de LTE par exemple sont obtenues sur des bandes de fréquence d'une largeur de 20 MHz.

Internet mobile et internet fixe ont vocation à être complémentaires dans leurs offres et leurs usages. En effet l'internet mobile haut débit est dépendant de la disponibilité de la ressource en fréquences, l'internet fixe n'est pas contraint par ce type de limitation capacitaire.

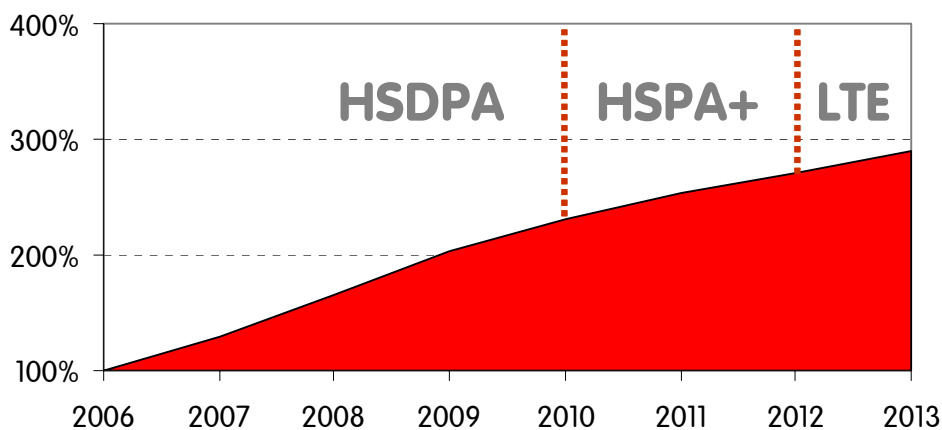
En termes de débit, les offres d'internet mobile se rapprocheront de plus en plus des offres d'internet fixe, avec des perspectives de débit de plus de 20 Mbit/s après 2010. L'utilisateur pourra retrouver en mobilité les usages courants de l'internet fixe.

Question n°3 : Quelles sont vos prévisions de consommation des usages d'accès à haut débit mobile ? Quelle diffusion dans la population et quelle croissance du trafic mobile peut-on anticiper ?

La diffusion des usages d'accès à haut débit mobile dépend de l'équipement des utilisateurs en terminaux compatibles. Aujourd'hui les terminaux compatibles avec internet haut débit les plus répandus sont les terminaux UMTS (3G). Près de 20% des clients SFR sont déjà équipés d'un terminal 2G/3G.

Des terminaux toujours plus innovants (nouveaux écrans, nouvelles interfaces) vont accompagner et accélérer la hausse de la consommation en internet mobile.

Prévisions d'évolution du trafic en zone urbaine sur le réseau SFR



Compte tenu de la pénétration des terminaux dans le parc utilisateurs, et du développement des usages de l'internet mobile (cf. question 1), SFR prévoit une évolution importante de son trafic.

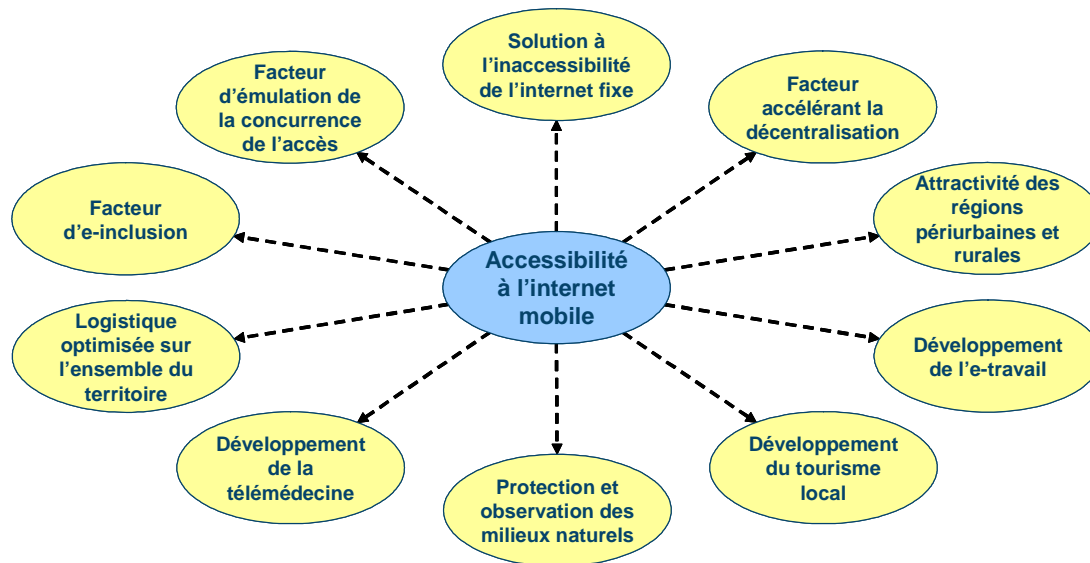
SFR anticipe un engouement fort pour l'internet mobile, et prévoit un équipement important de son parc utilisateurs en terminaux compatibles pour les prochaines années.

Question n°4 : Quels sont selon vous les enjeux économiques, sociétaux et culturels liés à la généralisation de l'accès à Internet haut débit mobile sur le territoire ? Comment les caractérisez-vous ?

L'accessibilité de l'internet mobile produit des impacts positifs sur le tissu social et l'économie locale.

L'internet mobile permet à l'individu de s'affranchir de contraintes géographiques et de pouvoir joindre et rester joignable partout (télémédecine, e-travail).

Il permet aussi à la région ou la zone géographique rurale de rester attractive en favorisant le développement d'activités économiques. Quasiment tous les secteurs économiques dépendront dans quelques années des accès mobiles et fixes haut débit.



Source IDATE

L'internet mobile peut également jouer un rôle considérable dans le domaine de l'environnement. C'est un vecteur d'information tel qu'il peut permettre de limiter considérablement certains déplacements, et donc les émissions de gaz à effet de serre associés. Il permet par exemple d'éviter certains déplacements professionnels grâce aux systèmes de vidéoconférences, ou encore de gérer un certain nombre d'actions à distances, grâce à la vidéosurveillance

De manière générale, l'internet mobile abolit les contraintes de transport et d'isolement, en ouvrant à tous l'accès aux mêmes ressources. Il sert également à limiter certains déplacements et ainsi éviter des émissions de gaz à effet de serre associées, néfastes pour l'environnement.

Question n°5 : Que peut-on attendre en matière de couverture du territoire en accès mobile à haut débit dans les prochaines années ? Caractériser ces scénarios en termes de débit, de taux de couverture et de pénétration à l'intérieur des bâtiments. Quelles sont les conditions de faisabilité de ces différents scénarios ?

Dans les zones urbaines, les évolutions de l'UMTS HSDPA dans la bande 2,1 GHz puis de la technologie 3GPP LTE dans la bande 2,6 GHz vont progressivement offrir des débits crêtes allant jusqu'à **150 Mbit/s** et une forte capacité réseau permettant en pratique d'obtenir ces haut débits la majeure partie du temps. La maille des réseaux actuels rend cette évolution possible en zone urbaine.

Dans les zones rurales, le déploiement de l'UMTS 900 MHz sur une unique porteuse rend la capacité pour le haut débit mobile bien moindre, d'autant qu'une part significative sera exploitée pour écouler le trafic voix.

Des fréquences complémentaires en dessous de 1 GHz seront nécessaires pour offrir en pratique des débits comparables à ceux qui seront proposés en zones urbaines.

Le développement du haut débit mobile a été initié par les déploiements des réseaux 3G dans la bande de fréquence à 2,1 GHz. Les débits crêtes de 384 kbit/s disponibles dès l'ouverture des réseaux sont aujourd'hui portés jusqu'à 3,6 Mbit/s grâce à la technologie HSDPA qui est une amélioration logicielle de la 3G.

Des développements complémentaires sont d'ores et déjà standardisés par le 3GPP pour porter ces débits crêtes jusqu'à 42 Mbit/s dans les 5 ans qui viennent.

Au-delà, de nouvelles technologies d'accès comme la technologie LTE du 3GPP viendront compléter les réseaux existants avec des débits crêtes à 150 Mbit/s !

De tels débits ne sont toutefois envisageables que lorsque le terminal de l'utilisateur dispose d'un signal radio de qualité optimale. Ceci nécessite en ville une forte densité de stations de base, notamment du fait des fréquences élevées utilisées. Toutefois, cette densité trouve sa justification dans ces zones urbaines par la traditionnelle limitation en capacité rencontrée par les réseaux cellulaires.

En zones plus rurales, les réseaux sont plus traditionnellement dimensionnés par le besoin en couverture. Le nombre d'habitants couverts par chaque station de base est bien moindre qu'en ville, alors même que chaque site présente un coût de revient supérieur (besoin de pylône, adduction d'énergie, coût de la transmission, etc.)

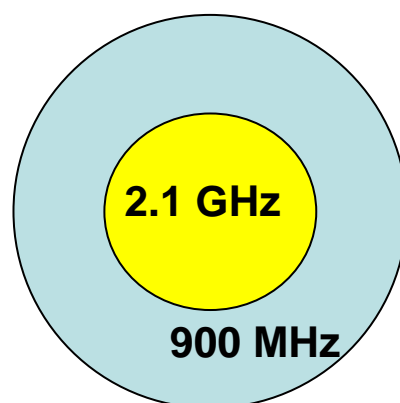
La maille de réseau historiquement déployée dans ces zones rurales est celle d'un réseau GSM 900 MHz. Il ne nous paraît pas réaliste d'imaginer redéployer un réseau haut débit mobile sans s'appuyer sur l'existant. En conséquence, il est nécessaire de disposer de fréquences en dessous de 1 GHz pour effectuer cette couverture.

Les fréquences GSM 900 MHz sont la première cible. Il faut toutefois garder en mémoire qu'il n'est pas envisageable d'éteindre le GSM avant qu'une solution de remplacement soit opérationnelle sur *a minima* la zone de couverture GSM à date, et que tous les clients soient équipés en terminaux compatibles. Une telle opération ne peut en aucun cas se présenter dans les 15 ans qui viennent. D'ailleurs, SFR dispose d'une licence GSM jusqu'en 2021.

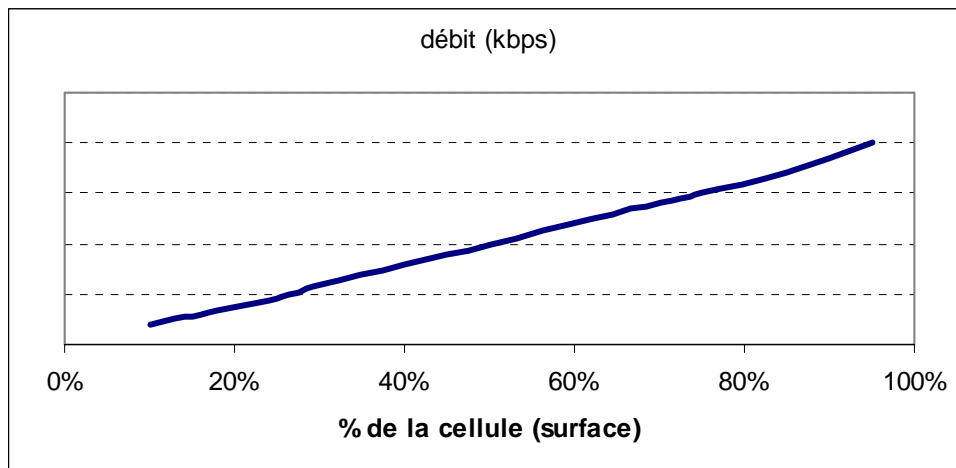
Un dégagement partiel est cependant envisagé pour introduire l'UMTS dans cette bande.

Un tel réseau UMTS / HSDPA à 900 MHz offrira un débit moyen de l'ordre de 1 Mbit/s en zone rurale, mais ne disposera que d'une très faible capacité sur les 2x5 MHz disponibles pour le haut débit mobile.

Pour aller au-delà, on pourrait envisager d'utiliser les fréquences élevées de l'UMTS (à 2,1 GHz par exemple) sur un disque intérieur de la cellule, en réservant la capacité des fréquences basses (900 MHz) sur le disque extérieur. Ceci aurait pour effet de n'utiliser la ressource à 900 MHz sur la couronne extérieure uniquement. Différentes études montrent qu'en zone rurale, un site à 900 MHz couvre à peu près 2 fois plus de surface (et d'habitants) qu'un site à 2,1 GHz. La surface du disque intérieur est ainsi approximativement égale à celle de la couronne extérieure. Certains acteurs estiment que cette technique permettrait de doubler la capacité en zone rurale.



En réalité, les technologies de transmission modernes optimisent la bande passante en adaptant le débit offert selon la qualité de la liaison radio. Ainsi, le débit en bordure de cellule, ou dans d'autres conditions radio difficiles (intérieur profond des bâtiments), est inférieur à celui au centre de la cellule. SFR a effectué des mesures de débit avec la technologie HSDPA qui confirment cette répartition du débit en fonction de la position dans la cellule.



Ces mesures montrent un débit moyen de l'ordre de 1100 kbit/s sur l'ensemble de la cellule. Sur la moitié inférieure de la cellule, le débit moyen est d'environ 1600 kbit/s et sur la moitié extérieure le débit chute à 600 kbit/s. Différentes techniques existent pour réduire cette dispersion du débit sur la cellule, par exemple en allouant plus de ressources aux utilisateurs éloignés, mais ceci réduit en proportion la capacité globale disponible dans la cellule. En pratique, la couronne extérieure ne peut adresser qu'entre 25% et 30% du trafic total de la cellule.

Les opérateurs mobiles utilisent la technique des cellules concentriques dans certains cas spécifiques pour le GSM afin d'optimiser la capacité. Cependant, le GSM est une technologie d'accès ancienne qui n'optimise pas le débit offert en fonction des conditions radio ; à l'origine le GSM a été conçu pour le transport de la voix qui nécessite un débit constant.

La méthode des cellules concentriques n'apporte que peu de capacité additionnelle sur des technologies comme le HSDPA ou prochainement le 3GPP LTE. Nous estimons que dans le cas moyen, l'organisation concentrique 900/2100 MHz apporte un gain global de 20% par rapport à une architecture en 900 MHz. Ce ratio pourrait être porté à 40%, dans des conditions optimales où les sites étaient au plus proche du trafic.

Cette comparaison a été faite dans l'hypothèse où la même technologie (HSPA ou LTE) est utilisée sur la bande 900 MHz et 2100 MHz. Nous allons voir dans notre réponse à la question n°11 que la bande 900 MHz restera contrainte pendant longtemps par une utilisation importante en GSM.

En résumé, en zones rurales, le haut débit mobile se trouve limité par les fréquences 900 MHz disponibles et les performances des technologies qui les utiliseront que sont le GSM et HSDPA. Les débits disponibles seront de l'ordre du Mbit/s, mais ils devront être partagés entre les différents utilisateurs à chaque instant.

Dans un même temps, les zones denses verront le déploiement de nouvelles technologies comme LTE sur les fréquences à 2,6 GHz offrant des débits crêtes de l'ordre de 100 Mbit/s et 10 fois plus de capacité par utilisateur.

Le seul moyen de réduire cette fracture numérique est de dégager des fréquences supplémentaires en dessous de 1 GHz pour permettre plus de capacité et un meilleur débit dans les zones rurales.

Question n°6 : Dans quelle mesure est-il envisageable de prévoir la fourniture de débits de plusieurs Mbit/s voire davantage sur l'ensemble du territoire ? Les contributeurs sont invités à prendre notamment comme références les échéances de 2010 et 2015.

Une couverture nationale de plusieurs Mbit/s passe par des évolutions technologiques et de nouvelles bandes de fréquences, notamment la bande 2,6 GHz dans les zones urbaines, et des fréquences en dessous de 1 GHz dans les zones rurales.

Une couverture nationale avec un débit de plusieurs Mbit/s n'est pas envisageable à l'échéance 2010. Le débit moyen offert par la technologie HSDPA est plutôt de l'ordre de 1 Mbit/s.

Pour offrir un débit moyen de plusieurs Mbit/s, il faudra disposer de la technologie LTE et du spectre approprié dans les zones urbaines, c'est-à-dire un spectre offrant des canaux de 20 MHz permettant de maximiser les débits. La bande 2,6 GHz offre un bon compromis couverture/capacité pour cet usage.

Dans les zones rurales, l'existence des réseaux et la moindre densité de population par site déplace le besoin vers plus de couverture par site, même si la quantité de spectre est moindre. Des fréquences en dessous de 1 GHz seront alors requises.

Question n°7 : Partagez-vous ce constat –les besoins en fréquences à horizon 2020 vont doubler ou tripler –, notamment sur la saturation prochaine des bandes de fréquences actuellement disponibles ? Quelles sont vos estimations sur les besoins en fréquences à moyen et long terme ?

De nouveaux objets communicants vont rendre l'internet véritablement mobile et généreront une demande en bande passante nécessitant un spectre accru.

Nos prévisions de croissance de la demande en trafic voix et données nous montrent une possible saturation de nos ressources spectrales dès 2010.

Au-delà, l'explosion de la demande en haut débit mobile sera liée aux innovations annoncées autour des objets communicants et en particulier autour des organes d'interfaces (lunettes écrans, écran souple déroulable, et micro projecteur notamment) rendant l'ergonomie et le confort d'usage de l'accès à l'internet et à la vidéo aussi simples que depuis un PC.

Pour satisfaire cette demande, il sera nécessaire de mettre en place des couches de réseau complémentaires exploitant une technologie d'accès radio au sommet de l'état de l'art comme LTE ou 3GPP sur un spectre nouveau, les spectres actuels étant saturés.

D'autre part, on constate que même si 44% des communications voix sont passées depuis un mobile, le volume global de services de télécommunication (voix et données) passés depuis un mobile ne représente qu'environ 2 à 3% du total des télécommunications. Ceci montre le potentiel de progression de la demande pour peu que la ressource spectrale devienne disponible.

On voit donc que bien avant 2020, la quantité de spectre nécessaire va s'accroître. Le doublement ou le triplement de la ressource spectrale nécessaire à ce terme nous semble donc une estimation réaliste.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution des ressources en fréquences depuis les débuts du GSM en 1992. Les ressources disponibles dans les zones urbaines (toutes bandes de fréquences mobiles confondues) ont été multipliées par 10 en l'espace de 20 ans (avec l'arrivée de la bande 2,6 GHz en 2010). Cette mise à disposition progressive des fréquences a suivi l'évolution des trafics, et la saturation des fréquences actuellement disponibles (900 MHz, 1800 MHz, 2,1 GHz) est prévue dès 2010. Nous estimons que cette évolution des trafics et des fréquences nécessaires pour acheminer ce trafic va se poursuivre jusqu'en 2020.

Dans les zones rurales, s'agissant des fréquences en dessous de 1 GHz, la quantité de fréquences disponibles est restée quasiment inchangée. Nous estimons qu'il est indispensable de doubler la quantité de fréquences disponibles dans les zones rurales pour les réseaux mobiles à l'horizon 2012.

	1992 GSM900	2002 GSM étendu		2020
Bandes basses 900 MHz	2x25 MHz	2x35 MHz		
Bandes hautes 1800 MHz, 2,1 GHz, 2,6 GHz, ...		1998 GSM1800 2x75 MHz	2004 3G 2x135 MHz	2010 2,6 GHz 2x205 MHz
Total zones urbaines toutes les bandes	2x25 MHz	~2x100 MHz	2x170 MHz	2x240 MHz
Total zones rurales bandes < 1 GHz	2x25 MHz	2x35 MHz		

Question n°8 : Avez-vous des commentaires sur les perspectives de disponibilité de fréquences dans les bandes hautes (>1000 MHz) ?

SFR prévoit une saturation de ses ressources spectrales à partir de 2010. Selon le résultat de l'appel à candidatures pour la 4^{ème} licence 3G, SFR se portera candidat pour les fréquences restantes à 2,1 GHz ou pour de nouvelles fréquences à 2,6 GHz. La bande 2,1 GHz présente l'avantage que tous les terminaux 3G actuellement disponibles sur le marché fonctionnent sur cette bande. La bande 2,6 GHz nécessite de nouveaux terminaux, ce qui ralentit les possibilités de bénéficier de cette capacité supplémentaire.

Au-delà de la bande 2,6 GHz, nous soutenons aussi les efforts de l'administration française pour rendre disponibles plus de fréquences à 3,4 – 3,8 GHz pour les communications mobiles haut débit, avec l'attribution de la bande 3,4 – 3,8 GHz au service mobile lors de la Conférence Mondiale des Radiocommunications 2007 (CMR07). Nous estimons que les équipements mobiles pourraient fonctionner également sur la bande 3,8 – 4,2 GHz en partage avec le satellite, en respectant certaines contraintes techniques comme des limitations de puissance ou des utilisations limitées à l'intérieur des bâtiments sur cette partie du spectre. Une telle utilisation limitée à l'intérieur des bâtiments ne nécessite pas forcément une attribution mobile dans le Règlement des Radiocommunications. L'attribution fixe actuelle nous semble être suffisante pour cette utilisation à l'intérieur des bâtiments sur la partie 3,8 – 4,2 GHz. Il est cependant important que les terminaux puissent fonctionner sur toute la bande 3,4 – 4,2 GHz (800 MHz de large).

SFR considère que les fréquences qui seront rendues disponibles dans les bandes hautes (> 1000 MHz) permettent de répondre aux besoins en fréquences des futurs systèmes mobiles haut débit dans les zones urbaines.

Question n°9 : Quel calendrier vous paraît souhaitable pour la mise à disposition des fréquences de la bande 2,5-2,7 GHz ? Quelles zones vous paraissent prioritaires pour la libération de ce spectre ?

Les phénomènes de saturation de notre réseau se manifesteront d'abord dans les zones très denses.

SFR préconise une première libération de la bande 2,6 GHz sur environ 30% de la population en 2010 (correspondant aux huit zones très denses définies dans les autorisations GSM des opérateurs), et une libération progressive sur une partie plus importante du territoire jusqu'en 2015.

Question n°10 : Quels sont les scénarios de couverture du territoire économiquement envisageables en services d'accès à (très) haut débit mobile dans les deux hypothèses suivantes :

a) sans fréquences basses (<1000 MHz) additionnelles.

b) avec des fréquences basses (<1000 MHz) additionnelles.

Il est demandé aux contributeurs d'appuyer leurs analyses sur des évaluations chiffrées des coûts d'une couverture étendue du territoire par des services d'accès à (très) haut débit mobile dans chacun des cas, en précisant le débit envisagé.

Ces scénarios tiendront compte des fréquences déjà attribuées ou identifiées pour les services mobiles dans les bandes 900, 1800, 2100 et 2500 MHz.

En 2014 les zones urbaines pourront bénéficier de services mobiles à haut débit en utilisant les bandes 900 MHz, 1800 MHz, 2,1 GHz, 2,6 GHz, *etc.*

En revanche les zones rurales, sans l'attribution de fréquences basses, ne pourront pas bénéficier des mêmes offres que les zones denses.

En zones rurales SFR dispose de 2x10 MHz de spectre à 900 MHz, actuellement utilisé pour le trafic GSM. Dans un premier temps, seuls 2x5 MHz pourront être réutilisés en 3G, les 2x5 MHz restant servant à écouler le trafic des utilisateurs 2G, pour lequel aucune prévision d'extinction ne peut être faite.

Sans fréquences supplémentaires, le haut débit mobile devra être déployé dans les zones rurales sur 2x5 MHz, qui doivent par ailleurs également écouler le trafic voix 3G.

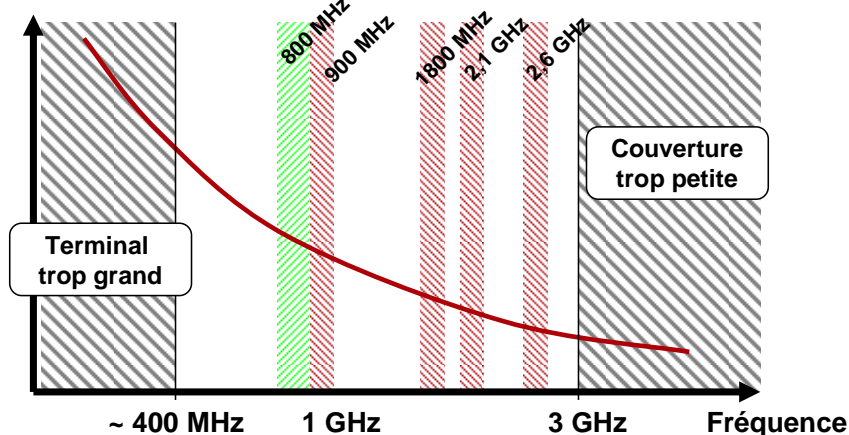
Les bandes de fréquences supérieures à 1 GHz (1800, 2100 et 2500 MHz) n'auront qu'un faible impact en zone rurale (*cf.* question 5). En effet une couverture économiquement envisageable des zones rurales implique le déploiement d'un réseau sur des fréquences basses afin d'éviter le déploiement de milliers de nouveaux sites, et les impacts environnementaux qui les accompagnent. Le déploiement d'un réseau à 900 MHz permet par exemple de déployer en moyenne 2 fois moins de sites qu'à 2,1 GHz.

Sans attribution de fréquences basses, la couverture en haut débit mobile sera partielle et concentrée sur les zones denses, créant un vrai décalage entre zones denses et zones rurales.

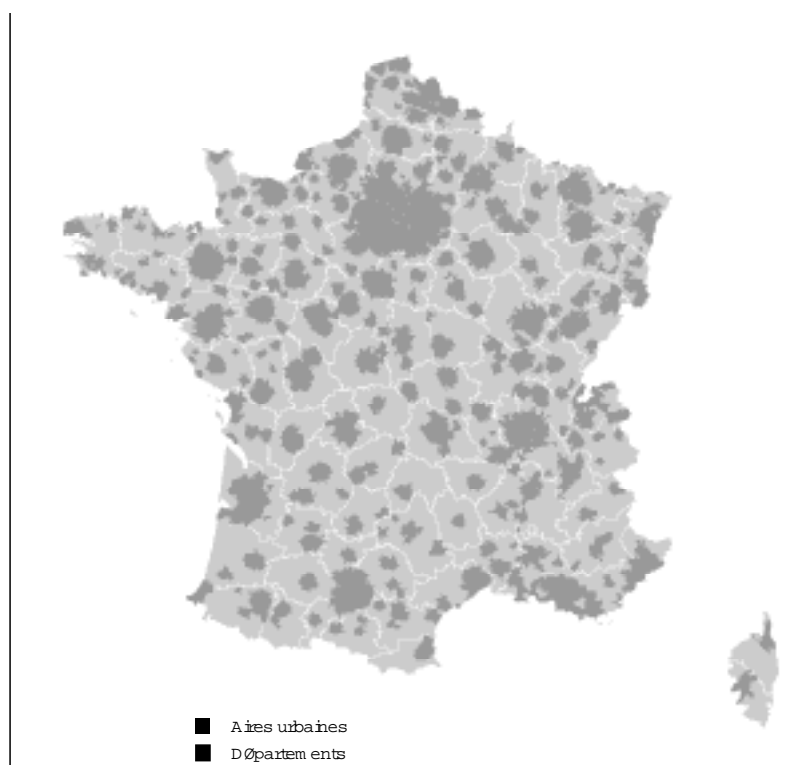
Question n°11 : La disponibilité de fréquences basses (<1000 MHz) additionnelles vous paraît-elle nécessaire pour la couverture du territoire en services d'accès à (très) haut débit mobile ? Si oui, quelle quantité de fréquences (en MHz) vous paraît-elle nécessaire ? A quelle échéance ? Pour combien d'opérateurs ?

Les fréquences optimales pour les systèmes de radiocommunications mobiles se situent entre 700 MHz et 3 GHz environ. En dessous, la taille du terminal — notamment de l'antenne — devient trop importante, et au-delà, la couverture des cellules est trop petite pour atteindre une couverture étendue. Le graphique ci-dessous illustre cette plage de fréquences optimales pour les systèmes mobiles et affiche les bandes de fréquences actuellement utilisées par les systèmes mobiles (900 MHz, 1800 MHz, 2,1 GHz), ainsi que la bande 2,6 GHz destinée à étendre la capacité des réseaux mobiles dans un avenir proche. On remarque aussi la proximité de la bande 800 MHz (haut de la bande UHF) avec la bande GSM900. En zone rurale, une couverture à 800 MHz / 900 MHz nécessite environ 2 fois moins de stations de base qu'à 2,1 GHz.

Couverture par station de base



La population est très inégalement répartie sur le territoire français. Selon l'INSEE, 77% de la population française habite dans les zones urbaines et est concentrée sur 32% du territoire (zones gris foncé). Le reste de la population française (23%) habite dans des zones à dominante rurale et est répartie sur 68% du territoire. Pour les derniers pourcentages de la population, la densité de population par km² devient très faible.



La couverture des zones rurales — au-delà d'environ 70% de la population — passe exclusivement par les fréquences basses, en dessous de 1 GHz. Les aires urbaines, qui correspondent à environ 72% de la population couvrent en moyenne 6.000 habitants par site. Au-delà, pour la tranche 72% - 99% de la population, la moyenne d'habitants par site tombe à 1.600. Pour les derniers 5% de la population, il y a moins de 700 habitants par site. Avec des fréquences en dessous de 1 GHz, ces 30% de la population peuvent être couverts en réutilisant la maille GSM900 existante. Avec des fréquences plus élevées, à 1800 MHz ou 2,1 GHz par exemple, la couverture de la tranche de population 72% - 99% nécessiterait **plusieurs milliers de nouveaux sites en zone rurale**, ce qui n'est pas envisageable d'un point de vue économique et environnemental.

Le tableau ci-dessous montre la bande passante offerte en zone urbaine (à gauche) et celle offerte en zone rurale (à droite), avec les bandes de fréquences utilisables et les efficacités spectrales estimées à l'horizon 2012. Ces efficacités spectrales sont calculées en bit/s/Hz par site ; elles sont donc trois fois supérieures aux valeurs relatives à des efficacités spectrales par secteur.

Dans les zones rurales, une partie de la bande 900 MHz (2x5 MHz par opérateur seulement) pourra être utilisée pour la 3G / HSPA. Dans les zones urbaines, la réaffectation des fréquences 900 MHz pour la 3G sera possible uniquement avec un taux de pénétration de terminaux bi-bande 3G (900 MHz et 2100 MHz) suffisamment important. En l'absence d'un taux de pénétration de terminaux bi-bande 3G (900 MHz et 2100 MHz) suffisamment élevé SFR ne pourra pas éteindre une partie de son réseau GSM dans les zones très denses. A ce stade, la disponibilité commerciale de la 3G / HSPA à 1800 MHz reste encore incertaine.

On constate que la bande passante offerte par habitant est environ 3,5 fois supérieure dans les zones urbaines que dans les zones rurales en 2012. Sans fréquences additionnelles, cette fracture numérique s'accroîtra davantage.

2012 sans dividende numérique	Zone urbaine 6.000 habitants par site				Zone rurale 1.600 habitants par site			
	Principale technologie	Efficacité spectrale [bit/s/Hz/site]	Spectre [MHz]	Bande passante [Mbit/s/site]	Principale technologie	Efficacité spectrale [bit/s/Hz/site]	Spectre [MHz]	Bande passante [Mbit/s/site]
900 MHz	GSM	0,1	35	3,5	3G / HSPA	1,5	20	30
					GSM	0,1	15	1,5
1800 MHz	GSM	0,1	75	7,5				
2,1 GHz	3G / HSPA	1,5	60	90				
2,6 GHz	LTE / WiMax	4,5	70	315				
		Mbit/s/site		416		Mbit/s/site		31,5
		kbit/s/habitant		70		kbit/s/habitant		20

Un dividende numérique pour les communications électroniques de 2x40 MHz permettrait, à partir de 2012, de rééquilibrer la situation en faveur des zones rurales.

À partir de 2012, avec dividende numérique	Zone urbaine 6.000 habitants par site				Zone rurale 1.600 habitants par site			
	Principale technologie	Efficacité spectrale [bit/s/Hz/site]	Spectre [MHz]	Bande passante [Mbit/s/site]	Principale technologie	Efficacité spectrale [bit/s/Hz/site]	Spectre [MHz]	Bande passante [Mbit/s/site]
UHF	LTE / WiMax	4,5	40	180	LTE / WiMax	4,5	40	180
900 MHz	GSM	0,1	35	3,5	3G / HSPA	1,5	20	30
					GSM	0,1	15	1,5
1800 MHz	GSM	0,1	75	7,5				
2,1 GHz	3G / HSPA	1,5	60	90				
2,6 GHz	LTE / WiMax	4,5	70	315				
		Mbit/s/site		596		Mbit/s/site		211
		kbit/s/habitant		100		kbit/s/habitant		132

Au-delà de 2012, les technologies nouvelles vont progressivement remplacer le GSM / 3G / HSPA à 900 MHz et à 1800 MHz. Le tableau ci-dessous compare la bande passante offerte par habitant dans les zones urbaines et dans les zones rurales à un horizon lointain (au-delà de 2021), où les migrations technologiques auront été effectuées en grande partie.

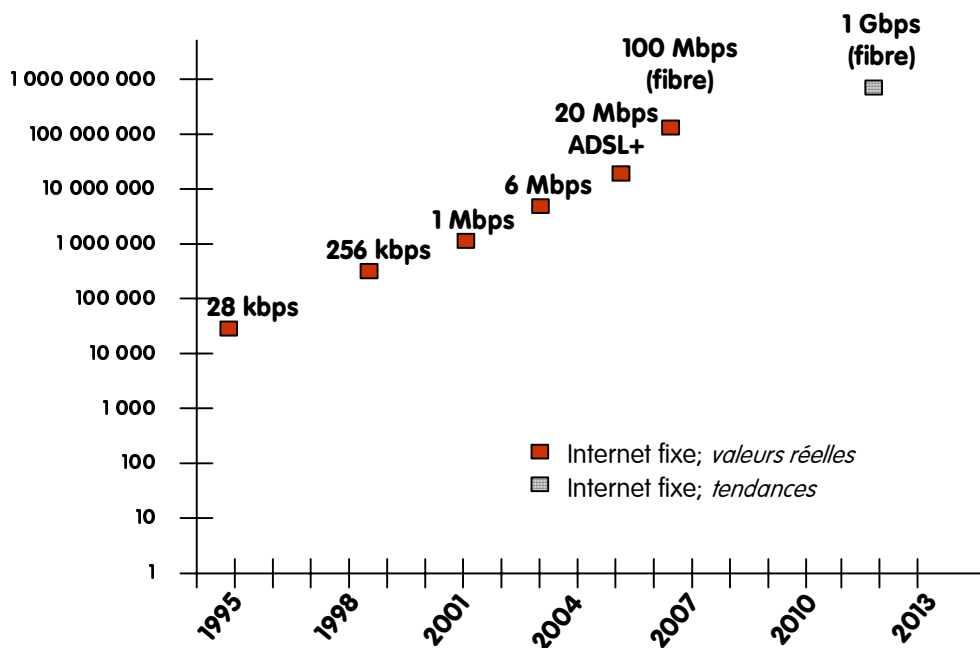
À long terme, technologies optimales dans chaque bande	Zone urbaine 6.000 habitants par site				Zone rurale 1.600 habitants par site			
	Principale technologie	Efficacité spectrale [bit/s/Hz/site]	Spectre [MHz]	Bande passante [Mbit/s/site]	Principale technologie	Efficacité spectrale [bit/s/Hz/site]	Spectre [MHz]	Bande passante [Mbit/s/site]
UHF	LTE / WiMax	4,5	40	180	LTE / WiMax	4,5	40	180
900 MHz	LTE / [WiMax]	4,5	35	157,5	LTE / [WiMax]	4,5	35	157,5
1800 MHz	LTE / [WiMax]	4,5	75	337,5				
2,1 GHz	LTE / [WiMax]	4,5	60	270				
2,6 GHz	LTE / WiMax	4,5	70	315				
		Mbit/s/site		1260		Mbit/s/site		337,5
		kbit/s/habitant		210		kbit/s/habitant		210

Un dividende numérique de 2x40 MHz permettrait d'offrir une bande passante homogène par habitant.

Question n°12 : Quelle est selon vous l'évolution du marché d'accès haut débit ? Quelles sont les tendances à moyen terme sur ce marché ? Quels types de services seront offerts et pour quels débits ?

Le haut débit fixe équipe aujourd'hui près de 50% des foyers, avec un taux de croissance annuelle de 19% pour 2007. Les débits proposés aux abonnés vont être de plus en plus élevés, et grâce au déploiement de la fibre optique, les fournisseurs d'accès internet (FAI) vont pouvoir proposer des débits dépassant les 100 Mbit/s.

Évolution des offres internet fixe en France



source PMP

Les débits actuellement nécessaires vont de 1 Mbit/s pour des jeux en ligne à 12 Mbit/s pour de la télévision en HD. À moyen terme on s'oriente vers une généralisation des usages types VOD ou TV HD, qui requièrent des débits élevés.

Ces très hauts débits permettront à l'utilisateur de bénéficier de services plus rapides : avec un débit de 100 Mbit/s, l'envoi de 100 photos de 2 Mo se fait en seulement 16 secondes. A titre de comparaison, avec un débit de 1 Mbit/s, il faut attendre 26 minutes.

Ces débits permettront également la simultanéité des usages. Un confort supplémentaire lorsque, par exemple, plusieurs membres d'un même foyer se servent d'Internet.

Enfin, comme cela a été constaté depuis la création d'Internet à quelques kbits par seconde (appelé aujourd'hui Internet bas débit), les utilisateurs et les contenus changent et s'adaptent en continu aux nouveaux débits, créant les usages propres à ces nouvelles performances.

Les débits proposés par les fournisseurs d'accès à Internet (FAI) augmentent et dépasseront les 100 Mbit/s. Ces nouveaux débits permettront d'utiliser les services actuels plus rapidement et simultanément, et de stimuler la création de nouveaux contenus et services.

Question n°13 : Comment évaluez-vous la complémentarité de long terme entre les solutions filaires et sans fil pour fournir des services d'accès à très haut débit fixes sur l'ensemble du territoire ?

Le déploiement de la fibre optique devrait permettre d'atteindre un taux de couverture des foyers de 40% à 60% à horizon 2015, compte tenu des coûts de déploiement (source Idate 2006).

Au-delà, dans les zones rurales, la boucle locale radio avec WiMax à 3,5 GHz permettra de couvrir certaines zones en très haut débit **fixe**, avec un modèle économique plus intéressant que les autres technologies alternatives :

- Les coûts des réseaux de fibre optique interdisent d'envisager le déploiement de cette technologie pour ces zones
- La qualité de service et la complexité d'installation du satellite rendent peu vraisemblable sa diffusion généralisée.

Pour atteindre ces débits et cette couverture, le WiMax à 3,5 GHz doit bénéficier de très bonnes conditions de réception, ce qui nécessite généralement une antenne directive (parabole) à l'extérieur du bâtiment, et une ligne de vue directe entre la station de base et la station d'utilisateur.

Pour pouvoir fournir des débits cohérents avec l'offre urbaine, les acteurs du WiMax doivent pouvoir disposer de canaux larges (20 à 40 MHz). Il est donc important de ne pas sous-estimer les besoins des acteurs WiMax en fréquences autour de 3,4 – 3,8 GHz.

Les services d'accès haut débit fixes sur l'ensemble du territoire mixeront les solutions filaires pour les zones urbaines, et sans fil type WiMax pour les zones rurales. Il est important pour ces dernières d'accéder à une ressource radio suffisante. Les canalisations larges de 20 à 40 MHz qui permettent l'accès au très haut débit fixe sur l'ensemble du territoire se trouvent plutôt dans les bandes hautes, 3,4 – 4,2 GHz et éventuellement 2,6 GHz. SFR préconise de ne pas réserver de fréquences basses, en dessous de 1 GHz, à un usage exclusivement fixe. Les réseaux mobiles qui seront déployés permettront de répondre au besoin de raccordement fixe dans des zones très rurales.

Question n°14 : Quelle est votre vision sur les spécificités ou la convergence entre réseaux de communications mobiles et réseaux fixes d'accès haut débit sans fil ? Dans quelle mesure une distinction devra être maintenue dans le futur pour l'accès à de nouvelles fréquences ? En particulier, quelles spécificités devront conserver les technologies d'accès sans fil afin de fournir à moyen et long terme des débits similaires aux technologies filaires ?

Les réseaux de communication mobiles et les réseaux d'accès fixes d'accès haut débit sans fil sont complémentaires.

Cependant les fréquences constituent une ressource rare, dont il est important d'optimiser l'utilisation. Les fréquences basses, plus adaptées aux communications mobiles, doivent servir prioritairement à cet usage. Allouer des fréquences basses aux réseaux d'accès fixes limite l'usage qui peut en être fait par rapport à l'utilisation de ces mêmes fréquences en communication mobile.

Dans ce même souci d'optimisation de la ressource, il est nécessaire que les technologies d'accès sans fil puissent être déployées sur des fréquences avec autorisation individuelle, afin d'éviter les phénomènes de brouillage et les pertes d'efficacité résultantes.

Question n°15 : A moyen et long terme, quels sont les différents scénarios économique et techniques de couverture du territoire par des réseaux d'accès très haut débit sans fil, en fonction des bandes de fréquences utilisées ? Quelle est la place spécifique des fréquences hautes à 3,5 et 26 GHz ?

Vous différenciez dans votre réponse le cas où il est possible de disposer de nouvelles fréquences, notamment en-dessous de 1 GHz, du cas où aucune nouvelle fréquence ne pourrait être attribuée. Dans le premier cas de figure, vous indiquerez et justifierez les ressources en fréquences nécessaires.

SFR estime qu'il vaut mieux dédier les « fréquences en or » en dessous de 1 GHz à un usage mobile, et ne pas attribuer de nouvelles fréquences en dessous de 1 GHz pour le service fixe.

Question n°16 : Quelle est votre vision sur l'évolution des technologies sans fil pour la desserte de l'intérieur des bâtiments en services d'accès à très haut débit fixe ? Quel type de fréquences sera susceptible d'être alors utilisé ?

Un certain nombre d'usages fixes et nomades peuvent être desservis avec des technologies mobiles, *i.e.* téléphonie, accès à Internet, *etc.* Plus de 40% des utilisations « mobiles » se font d'ailleurs à l'intérieur des bâtiments, en situation de nomadisme. Les fréquences basses, en dessous de 1 GHz, sont mieux adaptées pour couvrir les pièces à l'intérieur profond des bâtiments, c'est-à-dire sans ouverture vers l'extérieur dans des zones urbaines très denses.

L'intérieur des bâtiments peut aussi être desservi par des stations de base compactes à l'intérieur des bâtiments. Ces stations de base dédiées, avec puissances très faibles, augmentent significativement l'efficacité spectrale mesurée par unité de surface à cause de la très grande réutilisation des fréquences.

En principe, elles pourraient fonctionner sur n'importe quelle bande de fréquences mobile, mais les fréquences hautes à 2,1 GHz ou 2,6 GHz ont l'avantage de présenter plus de spectre disponible et les atténuations plus importantes améliorent aussi les possibilités de réutilisation des fréquences. Les fréquences élevées sont de ce fait bien adaptées pour une utilisation à l'intérieur des bâtiments. On pourrait aussi imaginer des stations de base à l'intérieur des bâtiments fonctionnant plus tard sur des fréquences à 3,4 – 4,2 GHz. L'avantage des stations de base à l'intérieur des bâtiments est qu'elles ne nécessitent pas de nouveaux terminaux hybrides comme les téléphones GSM – Wi-Fi : n'importe quel téléphone 3G/3G+ ou carte PC 3G/3G+ peut se connecter.

Ces stations de base compactes pourraient à terme être connectées aux box ADSL ou fibre optique des particuliers. Cependant, le débit offert par de telles stations de base à l'intérieur des bâtiments est contraint par le débit des liaisons de connexion ADSL, qui sont souvent encore de 512 kbit/s dans le sens descendant, ou de 128 kbit/s dans le sens montant.

La desserte de l'intérieur profond des bâtiments nécessite des fréquences basses, en dessous de 1 GHz.

Les stations de base à l'intérieur des bâtiments peuvent apporter un gain de capacité significatif, là où elles pourront être installées.

Question n°17 : Ces travaux – européens d'harmonisation de la bande UHF- appellent-ils de votre part des commentaires, au regard du contexte européen et mondial ? Quelles sont selon spécifiques des besoins en bandes basses des services de communications qui vous paraissent devoir être soulignées, par rapport aux besoins pour l'accès aux fréquences du dividende numérique ?

La description des travaux européens et internationaux n'appelle pas de commentaire de la part de SFR. SFR participe activement à l'ensemble de ces travaux.

En ce qui concerne les caractéristiques spécifiques des fréquences en dessous de 1 GHz, SFR considère qu'elles devraient être réservées, en partie au moins, pour les systèmes mobiles haut débit. Il n'y a pas d'alternative pour la couverture haut débit mobile du territoire. Ces fréquences sont aujourd'hui majoritairement occupées par la télévision hertzienne terrestre (réception fixe) pour laquelle il existe des moyens de transmission alternatifs comme le satellite ou le câble voire la fibre optique dans certaines zones. Le satellite est une solution adaptée pour la réception de la télévision fixe sur l'ensemble du territoire, et pas seulement sur les zones non couvertes par la TNT. C'est une solution particulièrement performante pour en zone rurale, et il existe des solutions adaptées pour la réception de la télévision par satellite en habitat collectif. Le satellite a un potentiel de développement beaucoup plus important que la TNT en matière de HDTV. Enfin, le satellite est aussi une solution adaptée aux chaînes de télévision locales et régionales, comme le montre l'exemple de l'Allemagne.

SFR préconise donc de réserver une partie des fréquences rendues disponibles en dessous de 1 GHz à un usage mobile.

Question n°18 : Quels sont selon vous les enjeux d'une identification suffisamment précoce de fréquences basses additionnelles pour les services de communications électroniques, et en particulier l'apport des travaux d'harmonisation liés au dividende numérique en matière de politique industrielle en France et en Europe ?

L'attribution d'une bande de fréquences au « service mobile » lors d'une Conférence Mondiale des Radiocommunications (CMR) est une condition préalable au développement industriel d'équipements. Il est essentiel de faire cette attribution de la bande 470 – 862 MHz au service mobile à titre co-primaire dès la CMR 2007.

Le Règlement des Radiocommunications permet, sous certaines conditions, de déployer des systèmes mobiles sans attribution de la bande de fréquences au « service mobile », mais l'absence d'attribution mobile (report de l'attribution mobile à la CMR suivante en 2011) constitue une incertitude réglementaire importante qui freinerait certainement les développements industriels. L'attribution mobile est généralement le point de départ des développements industriels.

Pour les télécommunications mobiles internationales (IMT), l'harmonisation va encore plus loin. L'UIT identifie un nombre limité de bandes de fréquences et préconise un nombre limité de technologies pour les télécommunications mobiles internationales (IMT). Cette harmonisation volontaire facilite l'itinérance internationale et permet de réaliser d'importantes économies d'échelle. Les téléphones mobiles à faible coût permettent à des populations de plus en plus nombreuses d'accéder à la téléphonie mobile, y compris dans les pays en voie de développement, ce qui constitue l'un des principaux objectifs de l'UIT.

Aujourd'hui des technologies comme le W-CDMA (la 3G Européenne) ou le CDMA2000 (la 3G américaine) font partie de la famille IMT-2000. Le WiMax devrait prochainement faire partie de la même famille, et toutes les trois évolueront vers les systèmes mobiles du futur, appelés IMT-Advanced.

L'attribution d'une bande de fréquences au « service mobile » est en quelque sorte une autorisation pour utiliser cette bande pour des systèmes mobiles, alors que l'identification pour l'IMT est une recommandation, pour ceux qui le souhaitent, de l'utiliser pour certaines technologies harmonisées.

SFR préconise l'attribution de la bande 470 – 862 MHz au « service mobile » lors de la CMR07, et l'identification d'une sous-bande précise devrait avoir lieu lors de la CMR07.

Il est essentiel aujourd'hui de donner un signal fort de l'Europe en faveur du développement des technologies mobiles haut débit dans les fréquences en dessous de 1 GHz. A défaut d'un tel signe fort, les pays en voie de développement s'orienteront de plus en plus vers des technologies mobiles haut débit utilisant des plans de fréquences non Européens, pour lesquels des stations de base et terminaux pour le haut débit mobile en dessous de 1 GHz sont disponibles « sur étagère ».

Question n°19 : Quelles retombées économiques (emploi, chiffre d'affaires, ...) peuvent être attendues dans le cadre des travaux sur le dividende numérique ?

Dans une étude réalisée pour l'Ofcom, le cabinet Europe Economics avait chiffré la valeur économique apportée par les différents utilisateurs du spectre hertzien¹. L'intérêt de cette étude est d'avoir fait cette évaluation avec des méthodes homogènes, explicites et vérifiables.

Cette étude montrait que le surplus pour les consommateurs était presque deux fois plus élevé pour les usages mobiles que pour la radiodiffusion. Il n'y a donc aucune raison que cette étude donne des résultats très différents dans le cas français (structure de la population comparable, même type de mix privé-public dans la télévision...) : SFR a d'ailleurs mené un chiffrage pour la téléphonie à partir des données françaises qui donne des résultats très comparables.

A contrario, cette étude montre que le surplus pour le consommateur ramené au MHz est bien plus élevé pour les usages de radiocommunications que pour les usages de radiodiffusion : 1 MHz alloué à la téléphonie génère un surplus 250% plus élevé que pour la radiodiffusion.

Une allocation de fréquences aux usages de télécommunications sera donc nettement plus favorable aux consommateurs.

En € en 2006	Surplus du consommateur (*)	MHz utilisés (**)	Surplus consommateur par Hz
Télécommunications mobiles	27,5	232	136
Radiodiffusion	15,3	472	38

(*) : chiffres étude Europe Economics, change = 1,45 €/£

(**) radiodiffusion = 392 MHz en UHF, 60 MHz en VHF et 20 MHz en radio ; pour la téléphonie les fréquences 3G sont pondérées par le taux de diffusion en 2006 soit 10% : les 232 MHz correspondent donc à 2*35 en GSM 900, 2*75 en GSM 1800 et 10% de 2*60 en UMTS.

Les fréquences de téléphonie mobile contribuent plus à l'activité économique

La valeur ajoutée par Hz est un indicateur permettant d'apprécier la contribution des fréquences à l'activité économique générale. On a ici comparé les deux activités (télécommunications mobiles et radiodiffusion-télévision-radio).

¹ http://www.ofcom.org.uk/research/radiocomms/reports/economic_spectrum_use/

Valeurs 2005	Valeur ajoutée	MHz utilisés (***)	Valeur ajoutée par Hz
Télécommunications mobiles	10,0	220	45
Radiodiffusion	6,7	472	14

Source : Insee, Enquête annuelle d'entreprises dans les services en 2005

(***) radiodiffusion = 392 MHz en UHF, 60 MHz en VHF et 20 MHz en radio ; pour la téléphonie les fréquences 3G ne sont pas prises en compte (pas de service fourni à cette date) : les 232 MHz correspondent donc à 2*35 en GSM 900, 2*75 en GSM 1800.

Ainsi, les télécommunications mobiles génèrent environ trois fois plus de valeur ajoutée par Hertz que l'audiovisuel. Une estimation approchée montre ainsi que l'allocation de 100 MHz aux télécommunications permettrait d'augmenter la valeur ajoutée d'environ $(45-14)*100 = 3$ G€ par an soit de l'ordre de 50 000 emplois nets, non compris les emplois induits par les gains technologiques dans les entreprises bénéficiant des nouveaux services.

Par ailleurs, notons que ces calculs sont faits en supposant que toutes les fréquences ont la même valeur potentielle. Cette hypothèse est conservatrice en ce sens qu'elle est favorable à la radiodiffusion car les fréquences « en or » qui sont aujourd'hui allouées à la radiodiffusion auraient dû, toutes choses égales par ailleurs, générer un surplus par consommateur plus élevé.

Pour estimer le plein impact économique à long terme du dividende numérique nous devons prendre en considération les cinq éléments suivants :

1. l'impact direct des investissements additionnels par les opérateurs mobiles eux-mêmes ;
2. l'impact direct des investissements induits par les secteurs en amont de la filière mobile (par exemple construction, offre civile d'équipement) ;
3. l'impact indirect par l'augmentation des retombées fiscales (par exemple sur l'impôt sur le revenu, l'impôt sur les sociétés sur le bénéfice, et les taxes locales) et la réduction du coût d'opportunité des fonds publics ;
4. l'impact induit par l'effet multiplicateur macro-économique - l'emploi créé de tout ce qui précède : produit de la dépense additionnelle et de l'activité économique dans tous autres secteurs de l'économie ;
5. enfin et surtout, les améliorations dynamiques de productivité possibles à partir de l'utilisation plus grande de la technologie mobile dans tous les autres secteurs de l'économie, par exemple connectivité large bande mobile.

Une étude réalisée par le cabinet de consultants Ovum, intitulée "The economic impact of EU mobile services", du 24 décembre 2004, a chiffré les quatre premiers effets (impact direct sur les secteurs de mobile et de soutien, des impacts indirects et des impacts induits) à 2,8 millions d'emplois créés dans toute l'Union Européenne, en raison du développement de l'industrie mobile jusqu'à ce jour.

Il n'est pas déraisonnable de supposer que le dividende numérique aurait comme conséquence une augmentation modeste de 10% de cette quantité, soit 280 000 emplois, car l'investissement additionnel a lieu par les opérateurs mobiles et leurs fournisseurs. Cependant, ceci néglige l'avantage dynamique à plus long terme de productivité des services mobiles plus efficaces.

D'après l'Alliance TICS, union professionnelle regroupant les organismes représentatifs des technologies de l'information (SFIB) et des équipementiers de télécommunications (GITEP TICS), le dividende numérique permettra la création d'au moins 25 000 emplois directs en France.

En conclusion, il convient de noter que le dividende numérique, en particulier, permettra la fourniture de services mobiles large bande sur l'ensemble du territoire, dans les villes ainsi que dans les zones rurales. Ceci contribuera à l'aménagement économique des territoires.

Question n°20 :

a. Quel est l'état des développements industriels en bandes basses et le calendrier des travaux de normalisation ?

b. Sous l'hypothèse d'une identification suffisamment précoce d'une sous-bande en Europe, quels systèmes feraient l'objet de développements industriels ?

La technologie 3GPP LTE nous semble la plus apte à exploiter dans les meilleures conditions des fréquences en dessous de 1 GHz. La technologie WiMax est également intéressante.

L'adaptation de ces technologies à une bande de fréquence particulière peut être envisagée en 2 ans.

L'adaptation d'un système supporté par un standard mondial comme l'UMTS à une bande de fréquence nouvelle prend de 2 à 3 ans entre l'expression du besoin et les premiers produits. C'est ce qui a été observé pour la standardisation de l'UMTS à 900 MHz.

Compte tenu des travaux de standardisation en cours, il nous semble plus judicieux d'orienter le moment venu les travaux de standardisation sur les technologies qui seront à date les plus performantes comme LTE afin d'exploiter au mieux ces fréquences de grande qualité.

L'UMTS 850 MHz est déployé aux Etats-Unis par ATT Wireless, au Canada par Rogers, et en Australie par Telstra. Aux Etats-Unis, la Federal Communications Commission a annoncé ses projets de mise aux enchères de fréquences à 700 MHz pour les communications mobiles avancées. Il existe à ce jour différents standards 3GPP ou 3GPP2 pour cette bande de fréquences, mais il n'y a pas encore d'équipements disponibles.

L'UMTS 900 MHz a fait l'objet de plusieurs pilotes techniques, dont celui de SFR en France. Les premiers réseaux commerciaux devraient voir le jour au début de l'année prochaine (Nouvelle Zélande).

Question n°21 : Quelle est la taille nécessaire du marché potentiel pour rentabiliser le développement d'équipements dans les bandes de fréquences en dessous de 1 GHz ? Quelle est l'importance du degré d'harmonisation entre États ?

La taille du marché potentiel doit permettre d'envisager des équipements et terminaux au même niveau que les équipements des technologies plus anciennes.

En tant qu'opérateur, SFR ne peut pas juger de la taille de marché nécessaire à la rentabilisation d'un tel développement. Toutefois, il nous semble clair que ces équipements devront être disponibles à un prix au plus équivalent à celui des équipements UMTS à cette époque.

L'harmonisation entre Etats nous semble une clef importante. En effet, si les différents états libèrent des fréquences en des parties différentes de la bande, les terminaux devront être capables de rechercher et sélectionner un canal sur l'ensemble de la bande. Ceci pose aujourd'hui des problèmes importants de performance pour les antennes embarquées qui ne peuvent être accordées sur une plage aussi importante. Ceci aura pour effet de réduire la sensibilité apparente, ce qui réduira substantiellement le débit utilisateur et la capacité réseau, conduisant à une exploitation sous optimisée de ces fréquences en dessous de 1 GHz.

Question n°22 : Dans l'hypothèse de l'harmonisation au niveau européen d'une bande de fréquences en dessous de 1 GHz, à quelle échéance des équipements seraient-ils disponibles ? Vous préciserez notamment votre réponse dans l'hypothèse où une décision d'harmonisation aux niveaux européen et national interviendrait en 2007 ou 2008.

L'adaptation de technologies existantes sur de nouvelles bandes de fréquences prend à peu près deux à trois ans, comme par exemple l'UMTS à 900 MHz. S'il s'agit de nouvelles technologies comme le LTE il faut rajouter un an ou deux. Ensuite, le processus de licences prend également un an ou deux, ce qui nous ramène à une utilisation effective du dividende numérique en 2012. En l'absence d'attribution mobile à la CMR07, le processus d'attribution de licences et donc les projets de déploiement du haut débit mobile sur une très large partie du territoire sera retardé de plusieurs années.

Question n°23 : Si des fréquences harmonisées étaient identifiées en dessous de 1 GHz notamment dans le cadre des travaux menés actuellement au niveau européen (voir partie 3), quels acteurs seraient susceptibles d'y déployer des réseaux et services ? Sur quelle zone de couverture ? Quels types de services seraient-ils susceptibles d'offrir ? Quel serait le modèle économique de telles utilisations ? Quel type d'usages pourrait-on voir se développer ?

Ces fréquences en dessous de 1 GHz permettraient aux opérateurs mobiles de développer une offre de services haut débit mobile avec une capacité homogène sur l'ensemble du territoire.

Une exploitation en zone rurale de ces fréquences permettrait aux opérateurs UMTS d'assurer une couverture et surtout une bande passante comparable à tous leurs clients quel que soit leur lieu de résidence.

Cette bande passante supplémentaire devra également permettre de faire face en mobilité à l'enrichissement continu des contenus de l'internet, rendu possible par l'explosion des débits de l'accès fixe. Les utilisateurs accéderont de la même manière à leurs services qu'ils soient en mobilité ou pas.

Ceci permettrait de voir apparaître de nouveaux usages autour d'objets communicants innovants disposant d'organes d'affichage (micro projecteurs, lunettes écran, écran souple, ...) ou de saisie permettant une connexion permanente à l'internet même en déplacement.

Question n°24 : Comment s'articuleraient la conception et la mise sur le marché de nouveaux terminaux avec le déploiement des réseaux sur de nouvelles fréquences basses, et en relation avec l'introduction de nouvelles bandes de fréquences hautes ?

La coexistence de 2 bandes de fréquences supplémentaires et d'une nouvelle technologie d'accès doivent surtout se faire dans un souci d'optimisation des performances dans chacune des bandes. A ce titre, l'harmonisation des fréquences basses est essentielle.

Les terminaux actuels supportent pour la plupart 4 bandes de fréquences (900, 1800, 1900 et 2,1 GHz) et 2 standards (le GSM et l'UMTS/HSDPA) et parfois même plusieurs standards de TV mobile ainsi qu'un récepteur GPS. L'ajout d'un standard supplémentaire dans le terminal ne pose donc pas véritablement de problème selon nos informations.

Il faut néanmoins veiller à ce que les fréquences éventuellement issues du dividende numérique soient harmonisées à large échelle, car le principal écueil réside dans les performances de l'antenne de réception du mobile si celle-ci devait excursionner une bande trop importante en UHF.

Question n°25 : Quelle quantité de fréquences harmonisées et quelles spécificités techniques (mode de duplexage, canalisation...) seraient nécessaires pour permettre la mise en œuvre de projets viables dans des bandes de fréquences en dessous de 1 GHz ?

Comme nous l'avons montré dans notre réponse à la question 11, un dividende numérique de 2x40 MHz permettrait d'offrir une bande passante homogène par habitant sur l'ensemble du territoire.

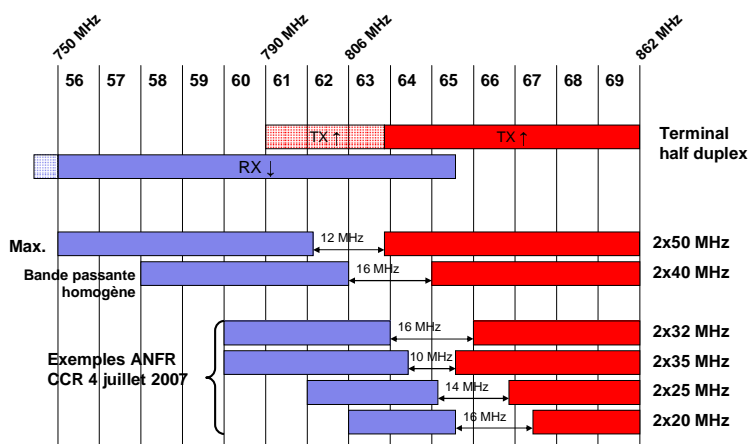
Dans un terminal mobile comme dans une station de base, la partie émission et la partie réception doivent être séparées en fréquences et / ou dans le temps pour éviter les interférences préjudiciables entre ces deux sens de transmission. Parmi les différents modes de duplexage, on distingue entre le duplexage temporel, ou « time division duplex » (TDD) en anglais, où la même fréquence est utilisée alternativement pour l'émission et la réception, et le duplexage fréquentiel, ou « frequency division duplex » (FDD) en anglais, dans lequel deux fréquences séparées sont utilisées selon le sens de communication.

Au sein de la famille des systèmes FDD, on distingue le duplex intégral, ou « full-duplex » en anglais, pour lequel la communication se fait simultanément dans les deux sens, et le semi-duplex, ou « half-duplex » en anglais, pour lequel l'émission et la réception se font sur des plages de temps séparées.

Les différents modes de duplexage sont parfois associés à des technologies, mais ils ne sont pas fondamentalement liés : les terminaux GSM et quelques modes GPRS ou EDGE par exemple fonctionnent en mode half-duplex FDD, tandis que la 3G / W-CDMA et certains modes GPRS ou EDGE nécessitent du full duplex FDD. Le WiMax, standard IEEE 802.16 inclut à la fois des modes TDD et FDD, bien que pour l'instant seuls les modes TDD ont été retenus dans les profils WiMax.

Un système full-duplex FDD nécessite des filtres duplexeurs très performants au sein d'un terminal afin de séparer l'émission de la réception. Dans l'état actuel de la technologie, ceci nécessite une bande de garde duplex entre l'émission (uplink) et la réception (downlink) relativement importante, et la position de cette bande de garde est difficilement ajustable. Afin de pouvoir fonctionner sur deux (ou trois) plans de fréquences différents, les systèmes full-duplex ont généralement besoin de deux (ou trois) bancs de filtres séparés, ce qui a un impact sur le coût du terminal et parfois sur sa taille.

Dans le cas d'un système half-duplex, la bande de garde duplex entre l'uplink et le downlink est déterminée par les interférences des émissions hors bande d'une station de base vers une autre. Le duplex gap peut être réduit par rapport à un système full-duplex. Le half duplex offre aussi la possibilité d'implémenter de nombreux plans de fréquences différents dans un même terminal. Les plages de fréquences uplink et downlink peuvent se chevaucher au sein d'un même terminal. Des exemples de plans de fréquences sont illustrés dans le graphique ci-dessous : ceux-ci vont de 2x20 MHz à 2x50 MHz pour les communications électroniques.



Dans le cas d'un système half-duplex, les différents plans de fréquences peuvent varier légèrement d'un pays à l'autre, et les problèmes de co-habitation entre le uplink et le downlink, tels qu'on les trouve dans les systèmes TDD ci-dessous, sont limités aux zones frontalières.

Enfin, les systèmes TDD offrent le maximum de flexibilité. La bande unique qui sert alternativement d'uplink et downlink n'a pas besoin d'être de la même taille ou à la même position dans les différents pays. Cependant, les systèmes TDD nécessitent des bandes de garde entre chaque opérateur, ainsi qu'entre la plage TDD et la radiodiffusion en bas, qui est downlink. L'ordre de grandeur de ces bandes de garde est celui du duplex gap pour un système half-duplex.

SFR étudie à ce stade toutes les possibilités de plans de fréquences et de modes de duplexage, mais les systèmes half-duplex semblent présenter de nombreux avantages dans cette partie du spectre très encombrée et où on n'est pas sûr de pouvoir aboutir à un plan de fréquences full-duplex harmonisées dans toute l'Europe.

Nous n'avons pas, à ce stade, de préférence pour une canalisation particulière. La canalisation pourra être basée sur des multiples de 8 MHz pour faciliter la co-habitation avec la télévision, ou encore des multiples de 5 MHz comme utilisée aujourd'hui par les systèmes 3G. La canalisation pourrait permettre l'utilisation de « sous-canaux », la moitié d'un canal, ou le quart d'un canal, afin d'introduire plus de souplesse en diminuant la granularité.

Question n°26 : L'intérêt pour des fréquences en dessous de 1 GHz serait-il similaire si celles-ci n'étaient disponibles que sur une fraction du territoire, notamment dans les zones à faible densité de population ?

Des nouvelles fréquences en dessous de 1 GHz sont indispensables au développement à grande échelle de l'internet mobile dans les zones rurales. En zones urbaines, elles peuvent aussi compléter les fréquences plus nombreuses au dessus de 2 GHz.

La qualité de ces fréquences en dessous de 1 GHz est unique pour les communications avec les mobiles. Elles présentent le meilleur compromis entre les caractéristiques de propagation et la taille d'antennes compatibles avec le facteur de forme des terminaux.

En zones urbaines, la densité de population est telle que malgré la densification extrême des sites à laquelle les opérateurs mobiles arrivent aujourd'hui, les solutions d'évolution passent plutôt par de grandes quantités de spectre qu'il faut donc rechercher là où elles existent, à savoir au dessus de 2,5 GHz. Les réseaux UMTS à 2,1 GHz ont en effet créé une infrastructure adaptée à ces fréquences.

En revanche, en zones rurales il n'est pas imaginable économiquement et du point de vue environnemental de multiplier le nombre de sites du fait de fréquences inadaptées. Des fréquences en dessous de 1 GHz sont donc indispensables sur ces régions.

Il reste néanmoins clair que la disponibilité nationale de ces fréquences en dessous de 1 GHz reste préférable.

Question n°27 : Quel doit être le calendrier d'harmonisation des fréquences en dessous de 1 GHz afin de permettre une utilisation de ces fréquences qui soit cohérente, d'une part, avec le schéma global d'utilisation de fréquences et, d'autre part, avec le besoin des opérateurs et fournisseurs de services ? En particulier, sous l'hypothèse d'une décision d'harmonisation aux niveaux européen et national en 2007 ou 2008, à quelle date des projets pourraient-ils voir le jour ?

Un calendrier d'harmonisation des fréquences cohérent avec le schéma global d'utilisation des fréquences pourrait être :

- Attribution de la bande 470 – 862 MHz au service mobile lors de la CMR07 ;
- Identification d'une sous-bande harmonisée pour l'IMT lors de la CMR07 ;
- Définition des plans de fréquences à la CEPT à la fin 2007 ou en début de l'année 2008 ;
- Normalisation des équipements 2008 – 2010 ;
- Processus de licences en 2010 – 2011 ;
- Déploiement à partir de 2011 ;
- Ouverture commerciale en 2012.

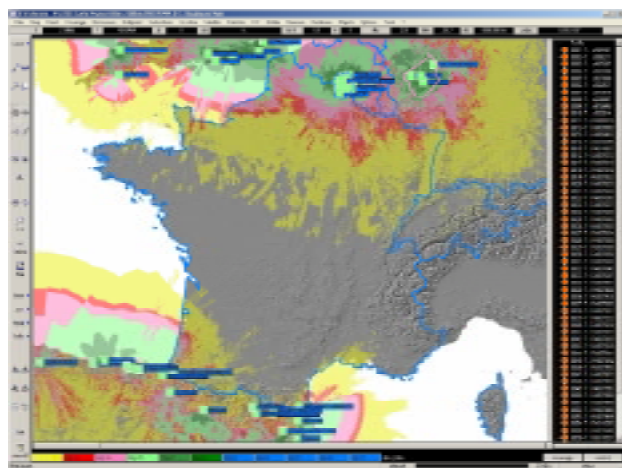
Question n°28 : Dans quelle mesure le développement de projets et services utilisant cette bande de fréquences est-il sensible à des modifications de la date de mise à disposition des nouvelles fréquences basses ?

La disponibilité du très haut débit mobile en dehors des zones urbaines sera retardée jusqu'à la mise à disposition des fréquences basses.

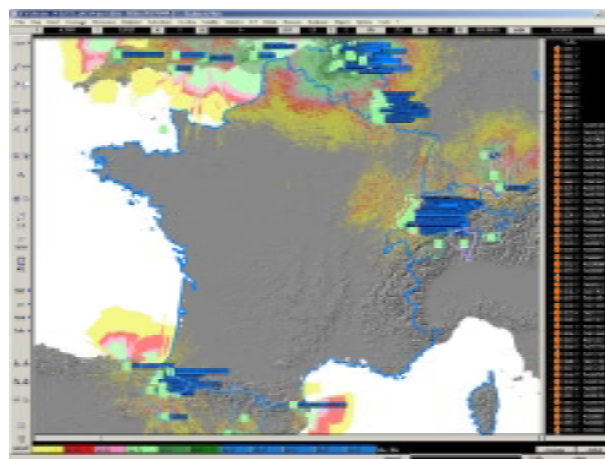
Question n°29 : Si les travaux d'harmonisation devaient ne pas aboutir, dans quelle mesure une utilisation différenciée et non harmonisée des fréquences en dessous de 1 GHz dans les pays voisins de la France constituerait-elle un frein au développement des projets et services dans ces bandes de fréquences ?

Les études techniques de l'ANFR montrent qu'il faut à peu près 200 km à 300 km de distance de séparation entre un émetteur de télévision forte puissance et une station de base mobile. Il existe des techniques permettant de réduire ces distances de séparation, mais une non-harmonisation au niveau Européen compromettrait la possibilité d'utiliser ces fréquences pour le haut débit mobile sur de larges zones frontalières, en particulier avec les pays comme l'Allemagne ou la Suisse qui freinent aujourd'hui encore l'utilisation de ces fréquences pour les communications mobiles.

Les deux cartes ci-dessous montrent les interférences potentielles des émetteurs DVB-T forte puissance dans les pays voisins sur les stations de base mobiles (uplink, côté gauche), et sur les terminaux mobiles (downlink, côté droit).



Interférences DVB-T vers station de base (uplink), exemple du canal 67



Interférences DVB-T vers terminal mobile (downlink), exemple du canal 62

Une éventuelle absence d'harmonisation aura aussi un impact négatif sur les économies d'échelle qui pourraient être atteintes avec une harmonisation Européenne, et donc sur le prix des terminaux.

Finalement, le degré d'harmonisation Européen pourrait influencer les choix technologiques, et en particulier les méthodes de duplexage présentées dans notre réponse à la question 25. Des systèmes full-duplex FDD nécessitent un degré d'harmonisation très élevé. Les bandes uplink et downlink doivent être les mêmes dans les différents pays, et le duplex gap ne peut pas bouger non plus ; une utilisation de deux plans de fréquences full-duplex distincts dans un même terminal nécessite deux ensembles de filtres différents. Les systèmes half-duplex sont un peu plus souples et permettent un chevauchement des bandes uplink et downlink dans un même terminal (le terminal n'émet pas en même temps qu'il ne reçoit). En l'absence d'harmonisation européenne, la seule solution envisageable sera le TDD.

L'absence d'harmonisation Européenne compromet les possibilités d'utiliser le dividende numérique sur de larges zones frontalières.