



Commission consultative de revue du spectre
Faisceaux hertziens

CRDS-FH

Revue de l'étude prospective sur le besoin en spectre du
service de radiocommunication fixe terrestre à l'horizon
2015

14 février 2007

Table des matières

Résumé du rapport	3
Participation	4
Liste des documents de référence	4
Glossaire	4
1. Résumé de l'étude prospective sur le besoin en spectre du service de radiocommunication fixe terrestre à l'horizon 2010 (août 2001)	5
1.1. La géographie de la France	5
1.2. Les besoins de liaisons hertziennes	5
1.3. Les besoins en spectre	6
1.4. La planification à long terme des bandes de fréquences pour faisceaux hertziens	6
2. Analyse des hypothèses de l'étude prospective d'août 2001	8
2.1 Hypothèses sur les services de communications électroniques	8
2.2 Hypothèses de débit par utilisateur	8
2.3 Hypothèse sur les abonnements au téléphone mobile, fixe et ADSL	11
2.3.1 <i>Lignes principales fixes</i>	11
2.3.2 <i>Lignes principales mobiles</i>	11
2.3.3 <i>Raccordement ADSL</i>	12
2.4 Hypothèse sur les ressources en fréquence:	12
2.5 Autres hypothèses	16
3. Conclusions de l'étude prospective pour l'horizon 2015	18
3.1 Migration du trafic sur fibres optiques	18
3.2 Augmentation de l'efficacité spectrale (modulations plus efficaces)	18
3.3 Ouverture de nouvelles bandes de fréquence pour le service fixe terrestre	18
3.4 Densification du réseau (rapprochement des sites avec redéploiement des stations et utilisation de fréquences plus élevées)	20
3.5 Pistes d'études supplémentaires	20
ANNEXE	22

Résumé du rapport

Cette étude prospective sur les besoins en service fixe terrestre à l'horizon 2015 permet de constater que peu d'avancées en matière d'optimisation des ressources et des moyens techniques ont été réalisés depuis 2001, afin de permettre le développement du service fixe terrestre dans les bandes qui lui sont allouées. En conséquence, le développement du nombre de liaisons hertziennes depuis 2001, associé à l'augmentation sensible du débit nécessaire au niveau de l'utilisateur et conséquemment au niveau du support hertzien, conduit à exacerber les conclusions déjà faites et les mesures proposées à cette date, à savoir :

- augmentation de la part des liaisons en fibre optique ;
- augmentation de l'efficacité spectrale
- ouverture de nouvelles bandes de fréquences pour le service fixe terrestre
- densification du réseau.

Propositions de recommandations et de conclusions :

- Définir les actions envisageables pour autoriser (techniquement et économiquement) la migration de certaines liaisons hertziennes sur des fibres optiques.
- Tout en conservant les attributions actuelles du service fixe :
 - o Etudier le réaménagement de la bande 8 GHz ;
 - o Finaliser la décision FH 11 GHz, en tenant compte de l'étude de partage SF/SFS à 11 GHz ;
 - o Etudier les possibilités de la bande 10.5-10.68 GHz à l'issue de la CMR07 ;
 - o Finaliser le ré-aménagement partiel de la bande 15 GHz (entre ARCEP et Ministère de la Défense)
 - o Revoir la répartition géographique de la bande 6 GHz au niveau régional, en privilégiant fibre optique au niveau de la desserte nationale.
 - o Autoriser plus de flexibilité au niveau des canalisations
- Etudier les possibilités techniques et économiques d'inciter au développement et à la mutualisation d'infrastructure de télécommunications passive (points hauts).
- Etudier les possibilités de regroupement/partage de fréquences entre les affectataires
- Lancer certaines études techniques amont, en vue de permettre de nouvelles avancées dans le domaine de la gestion du spectre par les FH

Participation

Les organismes ci-après, participants de la CRDS-FH, ont contribué à la rédaction du présent document :

- Ministère de la Défense : DIRISI, BMNF
- Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire
- ARCEP (Autorité de régulation des communications électroniques et postales)
- Les opérateurs de réseaux de télécommunications ouverts au public : Bouygues Télécom, France Télécom, SFR
- Les constructeurs d'équipements : Alcatel-Lucent, Harris-Stratex, Sodiélec
- Agence Nationale des Fréquences

Liste des documents de référence

Référence	Intitulé	Année
Rapport UIT- R F.2047	Evolutions en matière de techniques et d'applications dans le service fixe	2005
ECC Report 3	Fixed service in Europe. Current use and future trends post-2002	2002
www.arcep.fr	L'observatoire de l'Internet haut débit	2007
ART	Schéma directeur pour l'utilisation des bandes de fréquences du service fixe	2000
IDATE	Etude sur le développement du Très Haut Débit en France – Rapport final ; IDATE 50026, mars 2006	2006
ARCEP	Equipement des zones d'activité en infrastructures de télécommunications à haut et très haut débit – Guide pour les aménageurs et les collectivités	2006

Glossaire technique

ADSL :	Asymmetric digital subscriber line	IMT 2000:	International mobile telephony
BLR :	Boucle locale radio	MAQ:	Modulation d'amplitude par quadrature
DAB :	Digital audio broadcasting	MVDS :	Multipoint video distribution system
DSLAM :	Digital subscriber line access multiplexor	LMDS :	Local multipoint distribution service
DVB-T:	Digital video broadcasting-terrestrial	LTE :	Long Term Evolution
DSLAM :	Digital subscriber line access multiplexor	PDH:	Hiérarchie numérique plésiochrone
DVB-T:	Digital video broadcasting-terrestrial	SDH:	Hiérarchie numérique synchrone
ECC:	Electronic communications committee	SF :	Service fixe
ETSI:	Institut européen des norms de télécommunications	SFS :	Service fixe par satellite
HAPS :	High altitude platform station	STM :	Mode de transfert synchrone
HSDPA:	High speed downlink packet access	TNT :	Télévision numérique terrestre
GSM	Global system for mobile	UMTS :	Système universel de télécommunications mobiles
IMS:	IP Multimedia Subsystem	ULB :	Ultra large bande

Introduction

Lors de sa vingt-septième réunion, le 24 juin 2005, la Commission consultative de revue du spectre (CRDS), a demandé à sa sous-commission Faisceaux Hertziens, de revoir l'étude prospective sur le besoin en spectre du service de radiocommunication fixe terrestre à l'horizon 2010, en repoussant son échéance à 2015.

En effet, cette étude, finalisée en 2001, s'est appuyée sur des hypothèses d'évolution du secteur service fixe, qu'il convient de vérifier sur la base de la réalité des données de 2005, afin de consolider ou de modifier ses conclusions.

1. Résumé de l'étude prospective sur le besoin en spectre du service de radiocommunication fixe terrestre à l'horizon 2010 (août 2001)

L'étude prospective sur le besoin en spectre du service de radiocommunication fixe terrestre à l'horizon 2010 avait pour origine la volonté politique affichée au début de la présente décennie, et qui visait comme objectif « un accès à 2 Mbit/s à un coût abordable et équivalent pour tout usager, considéré comme le service de base à l'échéance de 2005 (Comité interministériel pour la société de l'information Juillet 2000) ».

En 2001, la demande s'orientait vers les transmissions à hauts débits, qui devaient entraîner une demande de capacité accrue pour la réalisation de supports de transmission, dont font partie les faisceaux hertziens au même titre que l'infrastructure câblée (cuivre et optique) : un besoin accru en spectre à l'usage des faisceaux hertziens était donc prévisible.

Concernant les besoins en infrastructure, l'étude prospective était concentrée sur les besoins des réseaux mobiles, tout particulièrement de 3^{ème} génération, sans toutefois occulter les besoins d'autres applications comme la BLR (Boucle locale radio). La présente mise à jour devra tenir compte des besoins des réseaux des administrations, notamment des ministères chargés de la défense et de l'intérieur.

1.1. La géographie de la France

Examinant la géographie de la France, l'étude prospective de 2001 concluait à une prévision de croissance de la demande de connexion haut débit, tant pour les professionnels que pour les ménages, et mettait en évidence que 25% de la population française, répartie sur 70% du territoire métropolitain, était géographiquement difficile à desservir, ceci mettant en évidence le besoin de desserte hertzienne.

1.2. Les besoins de liaisons hertziennes

Rappelant l'évolution des faisceaux hertziens dans les réseaux de télécommunications (faible coût de l'infrastructure, fiabilité, disponibilité des équipements, sécurité des communications,...), il était rappelé que l'utilisation des faisceaux hertziens est soumise à l'évolution de la réglementation internationale et/ou européenne dans le domaine de l'utilisation du spectre, pouvant nécessiter des réaménagements de fréquences, dont doivent s'accommoder les affectataires et les utilisateurs du service fixe.

En 2001, les utilisateurs des fréquences du service fixe en France (ainsi que leurs besoins respectifs, en mettant en évidence les besoins à venir) étaient :

- réseaux SOCRATE et RUBIS pour le Ministère de la Défense
- réseau ACROPOL et SDIS pour le Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire (MIAT)
- les réseaux de transport de l'audiovisuel pour le CSA (Conseil Supérieur de l'Audiovisuel) qui sont depuis 1997 de la responsabilité de l'ARCEP.

- la BLR et l'UMTS pour l'ART (Autorité de Régulation des Télécommunications, ancienne dénomination de l'ARCEP).

Les besoins en liaisons hertziennes devaient être exacerbés par :

- la production industrielle de nouveaux systèmes hertziens point à multipoint pour le transport de la voix et des données (LMDS) ou pour transporter des images (MVDS),
- l'arrivée de nouveaux opérateurs de télécommunications,
- l'utilisation du SF par les opérateurs du service mobile tant pour le maillage du réseau que pour l'accès local,
- l'avènement pressenti de la boucle locale radio,
- l'importance des réseaux servant à la sécurité.

1.3. Les besoins en spectre

Les besoins en spectre recensés lors de la rédaction de l'étude concernaient majoritairement la mise en œuvre des réseaux supports de télécommunications (déploiement de la téléphonie mobile, réseaux de sécurité et de la Défense, BLR).

Le constat était fait que dans un réseau haut débit, le maillon le plus cher¹ est le dernier maillon, celui qui permet l'accès aux abonnés, et que partant de ce constat, aucune solution technique satisfaisante pour desservir les zones rurales n'était disponible en 2000.

La couverture de l'ADSL devait atteindre 65% de la population en 2001, pour 85% maximum avec les moyens disponibles.

D'autres techniques d'accès aux utilisateurs comme les systèmes de diffusion DAB pour la réception mobile ou le DVB-T pour la réception sur antennes fixes voire portables étaient envisagées, tout comme les offres de liaisons satellitaires.

Un calcul d'estimation en spectre concernant la région Bretagne permettait de déduire que le développement de la BLR devait rester limité, et que la demande en spectre ne devait pas dépasser 550 MHz.

Enfin, l'étude des besoins des réseaux mobiles et de transport montrait qu'il n'y avait pas de développement majeur dans les faisceaux hertziens pour les réseaux de transport.

1.4. La planification à long terme des bandes de fréquences pour faisceaux hertziens

L'essentiel des développements devaient concerner la BLR et les infrastructures des réseaux mobiles (réseaux ouverts au public et réseaux des administrations).

Les bandes 3,4-3,6 GHz et 24,5-26,5 GHz devaient satisfaire les besoins de la BLR.

Le trafic supplémentaire généré par les hauts débits devait être absorbé par la fibre optique ou l'ADSL, et par des capacités supplémentaires offertes par les opérateurs régionaux et nationaux de BLR.

Une enquête de l'ART mettait en évidence une priorité pour des débits supérieur ou égaux à 34 Mbit/s sur des distances comprises entre 2 et 30 km, besoins pouvant être satisfaits dans les bandes 16, 23 et 38 GHz. Pour les courtes distances, les bandes au dessus de 50 GHz devaient être étudiées. Pour les bonds intermédiaires, la bande 32 GHz devait être examinée à court terme.

Concernant le réseau de transport, l'augmentation modérée des besoins devait être couverte par les capacités grandissantes des fibres optiques. Concernant les bandes de fréquences :

¹ Etude prospective 2001 page 34

- la bande de fréquence L6 GHz devait continuer d'être fortement utilisée pour des boucles SDH régionales. Des canaux supplémentaires s'avéraient nécessaires dans les bandes U6 GHz et 4 GHz ;
- avec l'arrivée de l'UMTS un très grand nombre de liaisons 34 Mbit/s dans la bande 13 GHz devaient arriver à saturation, rendant indispensable d'utiliser une autre bande de fréquence (comme le 11 GHz) ou d'autoriser l'utilisation de liaisons SDH avec une canalisation de 28 MHz, ce qui permettrait de quadrupler de nombreuses liaisons existantes ;
- pour désengorger le 13 GHz et absorber en partie l'augmentation du trafic prévue dans le 23 GHz, il devait être nécessaire d'autoriser une canalisation de 13,75 MHz en France dans le 18 GHz.

Concernant le réseau capillaire, les débits nécessaires devaient rapidement augmenter avec l'arrivée de nouveaux services haut débit sur le mobile. Pour ce faire, les solutions suivantes étaient envisageables :

- utilisation de largeurs de canaux plus importantes (14 MHz, voire 28 MHz) dans les bandes de fréquences existantes 23 GHz et 38 GHz ;
- utilisation de modulations plus performantes comme la MAQ-16 ;
- utilisation de nouvelles bandes entre 23 et 38 GHz ;
- utilisation de nouvelles bandes de fréquences au-dessus de 50 GHz.

Enfin, comme conclusion générale, l'étude prospective de 2001 proposait quatre axes principaux :

- Augmentation de la part des liaisons en fibre optique
- Augmentation de l'efficacité spectrale
- Ouverture de nouvelles bandes de fréquences pour le service fixe terrestre
- Densification du réseau.

2. Analyse des hypothèses de l'étude prospective d'août 2001

2.1 Hypothèses sur les services de communications électroniques

L'étude de 2001 était concentrée sur les besoins de raccordements hertziens des réseaux mobiles, mais ne négligeait pas les besoins de la BLR.

De nouveaux services engendrant des besoins de ressources du service fixe sont identifiés dans cette étude. Ils doivent être pris en compte dans l'optique de 2015:

- l'accès xDSL
- l'accès hertzien large bande fixe/nomade/mobile (BLR/WiMAX, WiFi @ 5GHz)
- l'UMTS 3G et ses évolutions (LTE, HSDPA)
- les services de télédiffusion/radiodiffusion numériques (TNT, sur les mobiles, ...)
- les systèmes ULB (Ultra large bande)

Par ailleurs, l'évolution des réseaux existants, notamment l'évolution prévue des réseaux gouvernementaux, doit être considérée.

2.2 Hypothèses de débit par utilisateur

L'étude de 2001 prenait pour objectif un accès à 2 Mbit/s à un coût abordable et équivalent pour tout usager, considéré comme le service de base à l'échéance de 2005 (débit instantané par utilisateur).

Raccordements fixes :

En 2005, l'objectif de 2 Mbit/s par usager est partiellement atteint (le débit minimum restant de 512 kbit/s), voire dépassé pour les raccordements ADSL (filaires), pour lesquels la meilleure offre, disponible seulement pour quelques usagers atteint en principe 24 Mbit/s. En outre, la BLR, n'ayant pas reçu l'engouement escompté, n'a pas dopé ce débit. Par contre, le débit par ligne fixe, grâce à l'ADSL, ne cesse d'augmenter.

On peut néanmoins estimer que le débit moyen de 10 Mbit/s par usager peut être atteint, voire dépassé, en 2015.

Une étude de l'IDATE, achevée en mars 2006, commandée par le Ministère de l'Economie, offre des conclusions balancées : d'une part, elle exprime l'idée qu'un débit de 20 Mbit/s pourrait être suffisant pour satisfaire les besoins des usagers à moyen terme, mais d'autre part, elle exprime malgré tout un besoin pour des solutions pouvant offrir un débit de 100 Mbit/s par usager de type résidentiel.

Des opérateurs comme France Telecom ont annoncé leur volonté de mettre en place des solutions très haut débit, fondées sur des architectures à fibre optique chez l'utilisateur, ou proches de l'utilisateur, et mènent des expérimentations dans certaines zones géographiques précises (quelques arrondissements de Paris).

Certaines collectivités locales, comme le Conseil Général des Hauts-de-Seine, ont également annoncé des plans visant à offrir un accès très haut débit à l'utilisateur.

D'autres exemples de développements au niveau des collectivités sont mis en évidence dans les publications du CRIP (Comité des Réseaux d'Initiative Publique).

Ces raccordements fixes vont générer une augmentation du nombre de FH, pour l'infrastructure des opérateurs BLR/WiMAX, les prolongations DSLAM, etc....

L'ARCEP a attribué 2 licences BLR/WiMAX par région française, en plus d'une licence nationale existante. Le déploiement de l'infrastructure nécessaire à leur mise en service est estimé à 40 liaisons hertziennes par opérateur et par région.

Raccordements mobiles :

Même si le nombre d'abonnés aux services de téléphonie mobile ne cesse d'augmenter, le débit par ligne mobile, supportant essentiellement de la voix jusqu'en 2005, a peu augmenté (retard justifiable par des conséquences économiques en partie). Par contre, depuis 2005, les débits sont passés de 9,6 kbit/s à plus de 30 kbit/s. Avec le HSDPA, on devrait atteindre des débits de 1 à 2 Mbit/s en downlink dès 2006.

En 2006, le déploiement de l'UMTS HSDPA a débuté en France, et les débits offerts à l'ensemble des usagers d'une station radio sont estimés à :

- 14 Mbits/s crête par secteur et par porteuse avec HSDPA en downlink en 2006
- Plus de 30 Mbits/s par secteur et par porteuse avec LTE en downlink en 2010

Pour les raccordements mobiles, on considérera le débit par station radio, plus significatif que le débit par usager.

Une évaluation globale des besoins en trafic et de la quantité de bande qui devrait être mise à disposition pour satisfaire les besoins du segment mobile, évaluation limitée au Service Mobile lui-même et ne prenant pas en compte les besoins des réseaux d'infrastructure fixe support des réseaux mobiles, a été menée dans le cadre du Groupe de Travail 8F (GT 8F) de l'UIT-R.

Les documents, produits par le GT-8F de l'UIT-R, à considérer dans cette étude sont :

- IMT.MARKET (document 8/94)
- IMT.ESTIMATE (document 8/148)
- Texte RPC 1.4 (réunion de préparation à la conférence)

Ces documents mentionnent les estimations pour IMT, en 2020, par région radioélectrique (la France faisant partie de la région 1) :

User demand setting	Predicted total (MHz)	Région 1		Région 2		Région 3	
		Identified (MHz)	Net additional (MHz)	Identified (MHz)	Net additional (MHz)	Identified (MHz)	Net additional (MHz)
Low	1280	693	587	723	557	749	531
High	1720	693	1027	723	997	749	971

Les chiffres correspondant au spectre déjà identifié incluent le spectre de la composante satellite IMT-2000 identifié aux conférences mondiales de 2000 et 2003 (100 MHz en tout). Ce tableau fait apparaître une fourchette de valeurs résultant du fait que des incertitudes existent dans les études de marché et les choix (technologiques, politiques,...) qui seront faits dans le futur, ainsi que des différences d'estimations dans les pays qui composent une région radioélectrique.

Afin de comprendre le tableau, et sans rentrer dans les détails, il est utile d'introduire la notion de RATG (Radio Access Technique Group). Dans les études de marché puis

d'estimations de spectre conduites par le GT-8F, des besoins de services ont été identifiés, des hypothèses sur les populations d'abonnés et sur les déploiements ont été faites. Cela a conduit à subdiviser le trafic en 4 classes :

- RATG 1 : trafic écoulé par une interface radio IMT-2000 ou développement futur d'IMT-2000,
- RATG 2 : trafic écoulé par une interface radio IMT-Advanced,
- RATG 3 : trafic écoulé par une interface radio de type BWA (802.16, par exemple)
- RATG 4 : trafic écoulé par une interface radio de type broadcast (DVB-H, par exemple)

Les chiffres mentionnés dans le tableau concernent les RATG 1 et 2 uniquement. Dans les estimations réalisées, il a été acté que certains services pourraient être écoulés par les RATG 3 et 4.

Comparé à ce que connaissent les services mobiles de 2^{ème} génération et de 3^{ème} génération aujourd'hui (la majorité du trafic est due à des communications voix, même s'il est prévu que cela évolue pour la 3G), les services mobiles du futur (2015-2020) reposeront majoritairement sur des services multimédia de type paquet.

En résumé, on constate que le besoin de spectre supplémentaire pour les systèmes IMT-2000 et IMT-Advanced est compris entre 1.2 et 1.7 GHz.

Par ailleurs, il est estimé que pour les pays développés, le trafic des services mobiles sera amené à doubler entre 2005 et 2010 en passant de 150000 à 300000 Terabytes par an, selon les études réalisés par le SWG Specalc (IMT.MARKET) du WP 8F.

Avec le développement d'autres technologies mobiles sans fil large bande de type, par exemple la BLR/WiMAX, il est estimé que le débit moyen offert par utilisateur va croître là aussi à environ 10 Mbits/s.

Tableau récapitulatif des débits à l'horizon 2015

Utilisations (downlink)	Débit Min (Mbits/s)	Débit Std (Mbits/s)	Débit Moy (Mbits/s)	Débit Max (Mbits/s)
Fixe	0,512 (512 Kbit/s)	2	8	24
Nomade	0,512 (512 Kbit/s)	1	2	10
Mobile	0,030 (30 Kbits/s)	0,384 (384 Kbits/s)	1 (HSDPA)	2 (HSDPA)

En outre, on pourra retenir que le débit de 155 Mbit/s devient aujourd'hui nécessaire au niveau du service support (FH, FO) (débit disponible au niveau de la station de base) en fonction du service de base offert à l'utilisateur.

2.3 Hypothèse sur les abonnements au téléphone mobile, fixe et ADSL

2.3.1 Lignes principales fixes

Les données suivantes sont issues de l'observatoire des marchés du site www.arcep.fr:

Abonnements au service téléphonique (en millions)	4 ^{ème} trim. 2004	1 ^{er} trim. 2005	2 ^{ème} trim. 2005	3 ^{ème} trim. 2005	4 ^{ème} trim. 2005	1 ^{er} trim. 2006	2 ^{ème} trim. 2006
Nombre d'abonnements au service téléphonique *	34,540	35,101	35,331	35,663	36,380	37,188	37,387
dont sur lignes analogiques ou numériques	33,540	33,501	33,313	33,151	32,966	32,821	32,359
dont sur IP	0,930	1,526	1,938	2,407	3,275	4,201	4,839
dont sur câble	0,068	0,072	0,079	0,105	0,138	0,165	0,190

* la différence entre le nombre total d'abonnements au service téléphonique et la somme des lignes du tableau correspond aux abonnements sur d'autres supports (BLR notamment)

Le nombre de lignes principales fixes est stable par rapport à 1999. L'offre ADSL illimitée maintient les lignes fixes qui avaient tendance à décroître ces dernières années. Par contre, le faible nombre d'abonnements BLR est largement en deçà des hypothèses de 2001 qui précisaient de 2 à 3 millions par voie radio. De même, on constate que le nombre de lignes fixes analogiques et numériques dites classiques a baissé de 1,7% entre le 4^{ème} trimestre 2004 et le 4^{ème} trimestre 2005. Cette tendance se confirme pour les premiers trimestres 2006.

Cependant, le trafic par ligne fixe est en augmentation. L'augmentation de l'offre ADSL fixe risque donc de générer une augmentation du besoin en spectre du service fixe. Ce besoin pourrait se faire ressentir notamment en zone rurale, pour implémenter des technologies de type BLR/WiMAX.

2.3.2 Lignes principales mobiles

Les données suivantes sont issues de l'observatoire des marchés du site www.arcep.fr:

Parc de la téléphonie mobile (millions)	4 ^{ème} trim. 2004	1 ^{er} trim. 2005	2 ^{ème} trim. 2005	3 ^{ème} trim. 2005	4 ^{ème} trim. 2005	1 ^{er} trim. 2006	2 ^{ème} trim. 2006
Téléphonie mobile	44,543	44,931	45,394	46,090	48,099	48,592	49,081
dont abonnements ou forfaits	27,419	27,870	28,551	29,340	30,515	31,027	31,688
dont cartes prépayées	17,124	17,060	16,843	16,749	17,584	17,565	17,393
dont cartes prépayées actives	16,411	16,340	16,088	15,979	16,726	16,703	16,531

On constate une augmentation de 8% des lignes entre le 4^{ème} trimestre 2004 et le 4^{ème} trimestre 2005.

On constate que l'objectif de 60 millions de « lignes mobiles » envisagée en 2001 pur l'année 2005 serait réaliste à l'horizon 2010 étant donné que dans certains pays Européens, le taux de pénétration dépasse déjà 100 %.

2.3.3 Raccordement ADSL

En 2005, environ 10 millions de français disposent d'une connexion ADSL, soit 1/3 des foyers.

Ces raccordements iront en augmentant, avec des débits plus élevés offerts par les opérateurs, notamment pour les besoins de TV sur ADSL.

Les chiffres de France Télécom indiquaient que 98% des foyers sont raccordables à 512 kbit/s en 2005.

Finalement, le débit des accès fixe et radio depuis 2005 est en constante augmentation, ce qui peut être interprété a priori comme un besoin croissant au niveau du support (dont le support hertzien). Ce besoin devrait croître en tenant compte des applications émergentes qui viendront sensiblement augmenter les besoins en accès radio dans les prochaines années : BLR/WiMAX, données sur les mobiles (télé et radiodiffusion). Ces applications, qui sont déjà presque une réalité en 2006, doperont fortement les débits au niveau de l'utilisateur, et un débit moyen de 10 Mbit/s en 2010 est aujourd'hui une cible raisonnable. Pour 2015, l'évolution de ce débit moyen vers 100 Mbit/s est envisageable.

2.4 Hypothèse sur les ressources en fréquence:

Les réseaux dont l'ARCEP est affectataire

L'étude prospective de 2001 faisait (cf. tableau 14) un état des lieux des bandes de fréquences attribuées au service fixe.

Force est de constater que les perspectives de l'étude prospective de 2001 n'ont pas vraiment été suivies. Si, comme en attestent les chiffres du tableau 1 ci-dessous, les bandes hertziennes utilisées par le réseau support ont vu le nombre de liaisons nettement augmenter, les ouvertures de bandes hertziennes préconisées n'ont pas été faites. Au contraire, certaines bandes ne sont plus utilisées pour de nouvelles liaisons Point-à-Point ou ne restent autorisées que pour des courtes durées (≤ 2 ans) : 3,4-3,6 GHz , 7 GHz , 10 GHz, 14 GHz (voir détail des bandes en Annexe).

BF (GHz)	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1,4	nc	nc	nc	324	303	249
3,8-4,2	40	40	37	37	29	23
5,925-6,450	694	990	1093	1201	1524	1637
6,425-7,110	135	197	198	322	486	848
7,110-7,890	292	295	299	321	295	148
8,025-8,5	3020	2912	2686	2913	2839	2857
10,5-10,68	85	78	65	55	36	48
10,7-11,7	58	35	57	72	144	184
12,75-13,25	1301	1611	2214	2842	4890	5685
14,25-14,50	459	459	465	474	490	443
15,25-15,35	225	226	230	230	221	192
17,7-19,7	824	1146	1697	2127	2901	3276
21,2-22	40	40	44	58	36	38
22-23,6	5955	5822	6835	7597	8923	10124
26	95	122	150	181	171	229
38	2296	3761	5116	6070	7077	7702

Tableau 1 : Bandes de fréquences ARCEP

En complément du tableau ci-dessus, le tableau 2 met en évidence l'augmentation du nombre de liaisons du SF dans les différentes bandes. On remarque notamment que les bandes 12.75-13.25 GHz, 17.7-19.7 GHz, 22-23.6 GHz et 38 GHz sont toujours en augmentation depuis 1997, si l'on tient compte des résultats du Rapport ECC 3 (Figure 7 page 7).

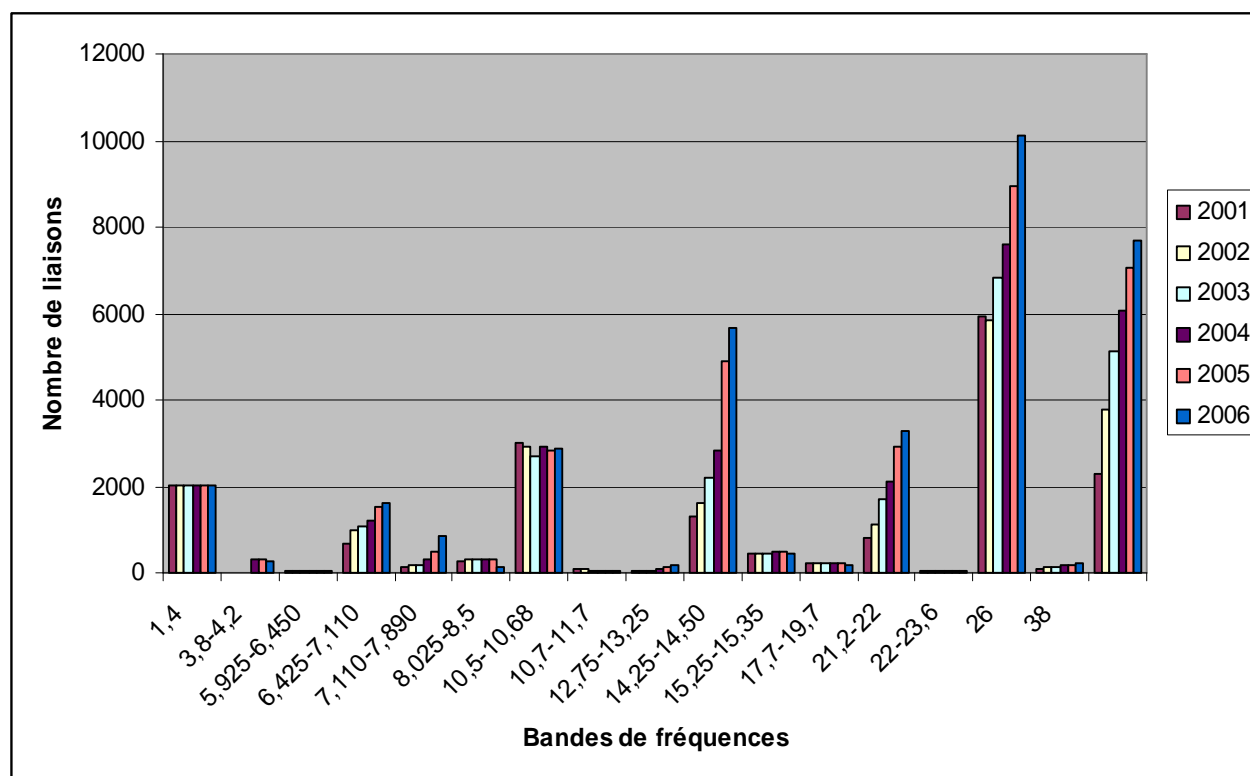


Tableau 2 : Evolution des liaisons ARCEP

A ce jour, certaines bandes de fréquences FH ont fait l'objet d'un réaménagement pour introduire notamment de nouveaux services mobiles ou nomadiques (IMT-2000, WiMAX), ce qui diminue la ressource spectrale disponible.

Avec l'arrivée de nouvelles technologies (par exemple la BLR/WiMAX), il y a un regain d'intérêt pour l'accès sans fil, concentré dans des bandes de fréquences telles que la bande 3,4 GHz à 3,8 GHz, pour laquelle de nouvelles autorisations d'utilisation de fréquences viennent d'être attribuées par l'ARCEP pour des usages fixe et nomadique large bande.

Dans le cadre des attributions des licences BLR/WiMAX par l'ARCEP, on estime que chaque nouvel opérateur créera une quarantaine de liaisons par région. A raison de 2 opérateurs par région, et de 22 régions en France, on peut estimer un potentiel d'environ 1700 nouvelles liaisons.

A noter que ces nouvelles liaisons nécessiteront de forts débits pour des longueurs de bond non négligeables. Cela imposera des contraintes en terme de largeur de bande et bande de fréquences associées.

Tableau 3 : Estimation Architecture réseau BLR/WiMAX

Longueur de bond	< 10 km	10 à 40 km	> 40 km
Liaisons (%)	10	85	5

Il est toutefois difficile d'évaluer les besoins correspondants du Service Fixe en terme de réseaux de « backhaul », qui ne seront pas entièrement réalisés avec des FH. En particulier en zone urbaine où les besoins en capacité seront les plus importants, la proportion de FH par rapport aux autres supports variera d'un Opérateur à l'autre.

En revanche aucun regain d'intérêt n'est observé pour le moment pour l'utilisation de bandes de fréquences plus élevées, telles que la bande 26 GHz. La question de la réattribution d'une partie de la bande 26 GHz à d'autres applications du Service Fixe va donc probablement être posée dans un proche avenir.

On peut également constater une diminution progressive des bandes de fréquences prioritairement allouées au Service Fixe en dessous de 6 GHz, au bénéfice du segment mobile/nomadique, et une augmentation des ressources potentielles au dessus de 20 GHz, comme par exemple les bandes 26 GHz, 28 GHz, 32 GHz :

- Développement dans la bande 3,5 GHz pour la BLR/WiMAX ;
- Gel de la bande 14,25-14,50 GHz au profit du satellite.

Entre 6 et 20 GHz, les bandes allouées au Service Fixe n'ont pas connu d'évolution d'identification, en dépit de l'augmentation de la demande, entraînant la saturation de certaines bandes (13 GHz). Les bandes préconisées en 2001 pour le réseau de desserte sont effectivement très utilisées, voire proches de la saturation. Les préconisations de 2001 sont partiellement suivies (utilisation de la bande L6GHz aujourd'hui proche de la saturation).

Enfin, les études d'utilisation des bandes au dessus de 50 GHz n'ont pas été concluantes, en raison des longueurs de bond trop limitées à ces fréquences. En effet, les conditions de propagation à cette fréquence ne permettent pas de relier deux sites UMTS ou GSM avec un débit suffisant. En outre, les coûts des équipements à ces fréquences restent une contrainte sensible.

Un état des lieux de l'utilisation des bandes de fréquences du service fixe en France est fourni en Annexe.

Les réseaux du ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire :

Les tableaux suivants présentent le besoin en FH du MIAT pour 2010. Le tableau 3 détaille le nombre de liaisons par bande de fréquences réalisées depuis 1992, année par année. La projection pour 2010 (tableau 4) a été menée en tenant compte des moyennes observées en 2005 et 2006 par la mise à niveau des liaisons des services de sécurité et d'incendie et du nombre de départements où l'infrastructure FH servant à relier les stations de base du réseau ACROPOL est à réaliser (51). A la clôture de l'exercice 2006, le MIAT dispose d'un total de 1298 liaisons dont 352 liaisons pour relier le réseau de base. En 2010, il faudrait créer 408 liaisons de plus pour le réseau de base Police et 614 pour le complément de ce réseau pour accueillir les pompiers et les services de sécurité. Ainsi à la fin de l'année 2010 le MIAT devrait avoir 1913 liaisons hertziennes pour répondre à l'INPT (Infrastructure nationale partageable des Télécoms).

ACROPOL	nombre FH INPT		Nombre de liaisons créées par années							
nombre de dpts	FH pour ACROPOL	moyenne/ dpt	année	Bande (GHz)	1,4	3,4	8	13	23	38
34	261	8	2006	393	5	67	51	175	86	9
10	85	8	2005	154	14	14	23	63	34	6
			2004	91	6	5	17	46	13	4
			2003	69	8	8	9	19	13	12
			2002	128	5	10	15	70	15	13
			2001	135	0	4	28	30	41	32
			2000	56	0	2	13	31	11	1
			1999	66	2	0	2	51	9	2
			1998	56	1	0	15	21	14	5
			1997	27	0	0	9	0	11	7
			1996	69	0	0	1	45	13	10
			1995	19	0	0	8	1	10	0
			1994	24	0	0	2	19	3	0
			1993	7	0	0	0	3	4	0
			1992	5	0	0	0	0	5	0
					0		0	0	0	0
			Total en 2005	905	35	41	140	397	194	92
			Total en 2006	1298	40	108	191	572	280	101

Tableau 3 : développement des FH du MIAT jusqu'en 2006

Perspective INPT:		nombre liaisons		Bande (GHz)	1,4	3,4	8	13	23	38
Nombre de départements: 95		ACROPOL seul	INPT							
réalisés en 2006	44	352	530							
à créer pour 2010	51	408	614							
		Part SDIS et Pref (75% du parc en fin 2005)								
			Total fin 2005	905	35	41	140	397	194	92
		Soit SDIS et Pref en 2005		679	27	31	106	298	146	70
			Total fin 2006	1298	40	108	191	572	280	101
		Soit SDIS et Pref en 2006		132	2	23	17	58	28	4
			Total fin 2010	1913	67	126	290	843	412	175

Tableau 4 : Prospective FH MIAT

A partir de 2010 et ce jusqu'à l'horizon 2015, le MIAT devrait entrer dans une phase de stabilisation du réseau avec une mutualisation possible des liaisons qui feraient double emploi. Aujourd'hui, 50% des liaisons offrent 8 MBit/s. En 2010, ce chiffre devrait passer à 75%. Les liaisons à 34 MBit/s qui représentent 2% à ce jour seraient portées à 10%. Si le nombre de liaisons en 2015 devrait être à peu près identique voire en légère augmentation (limitation due à la mutualisation quand elle est possible), les débits vont exploser. Le 34 MBit/s représentera 75% et il faut s'attendre à devoir créer des liens à 155 Mbit/s (5 à 10%). Les services vont être amenés à faire appel de plus en plus à de l'imagerie. Le déploiement lors d'opérations particulières sur des terrains éloignés des stations d'infrastructures obligera à réaliser des liaisons de transport capables de supporter des images et des informations. Des besoins en fréquences pour ces réalisations (10 à 20 km maximum pour des débits de 34MBit/s ou Ethernet) sont donc à prévoir (3 à 4 jeux de fréquences pour toute la France).

Les réseaux du ministère de la défense :

Les réseaux FH de la Défense à l'horizon 2015 nécessiteront une augmentation importante des débits ainsi que la création de liaisons supplémentaires. Cette évolution s'ajoute aux besoins actuels en fréquences pour les nouveaux programmes majeurs de la Défense (drones, systèmes tactiques) qui ne sont pas satisfaits à ce jour.

Par conséquent, la Défense exprime un besoin de ressource supplémentaire pour ses applications en service fixe.

2.5 Autres hypothèses

Une autre préconisation de l'étude prospective était de migrer le trafic des FH sur le réseau de fibres optiques. En 2005, s'il est difficile de quantifier cette migration, on peut néanmoins attester qu'elle n'a pas convaincu les affectataires et les utilisateurs, pour des raisons essentiellement économiques. En effet, l'utilisation de la fibre optique par rapport au faisceau hertzien est économiquement viable pour des grosses dorsales.

Par contre, l'évolution des techniques de modulation permet de constater une optimisation de la ressource spectrale, à priori source majeure d'amélioration notable au profit du service fixe (et des autres services) depuis 2001.

En résumé, on constate que malgré une augmentation des besoins, les mesures préconisées (sauf l'augmentation de l'efficacité spectrale) pour désaturer le réseau support n'ont pas été mises en œuvre de façon satisfaisante, alors que les besoins en bande passante n'ont cessé d'augmenter, à tel point qu'on peut même constater que des bandes sans licences (2.4 GHz, 5.4 GHz) auraient tendance à être utilisées pour réaliser des liaisons point à point.

3. Conclusions de l'étude prospective pour l'horizon 2015

Les intitulés des conclusions de l'étude prospective 2001 restent d'actualité. Par contre, leurs contenus doivent être modifiés.

3.1 Migration du trafic sur fibres optiques

De toute évidence, cette mesure reste d'actualité, et est fortement à encourager pour pallier la saturation des bandes basses pour le haut débit.

En effet, jusqu'en 2006, l'accès à la fibre optique reste difficile, et les migrations (difficilement quantifiables) limitées. Il n'a hélas pas été possible d'obtenir des données concernant le taux de migration FH vers FO

De plus, cette migration ne pourra être réalisable que si le coût d'investissement ou de location de la ressource devient comparable à celui de la mise en œuvre d'une liaison hertzienne.

Il restera néanmoins que la mise en œuvre d'une liaison hertzienne entre deux points hauts, souvent localisés dans des sites privés, s'avèrera toujours moins coûteuse, plus fiable et plus sécurisée que la location d'une ressource optique entre ces mêmes sites.

En outre, le support optique est adapté pour le transport sur de grandes distances, mais également pour l'accès à l'abonné dans les zones urbaines. Par contre, en zone rurale, l'accès hertzien reste privilégié, et les « technologies radio dans la boucle locale constituent aujourd'hui une solution de substitution aux moyens filaires pour le raccordement direct de clients et la fourniture de services de télécommunications fixes (www.arcep.fr) ». Ce constat a induit le développement de la BLR/Wimax.

Il est donc à craindre que cette migration, qui n'a pas été réalisée entre 2001 et 2006, n'augmente pas sensiblement d'ici 2015 sans mise en œuvre d'une offre commerciale attractive permettant l'accès à la ressource existante.

Une étude plus détaillée définissant les actions envisageables pour autoriser (techniquement et économiquement) la migration de liaisons hertziennes sur des fibres optiques est souhaitable.

3.2 Augmentation de l'efficacité spectrale (modulations plus efficaces)

Cette conclusion du rapport de 2001 tend à se vérifier pour la période 2005-2006 par sa mise en œuvre progressive sur les réseaux de transmission des opérateurs mobiles et d'autres affectataires. Elle devrait naturellement se poursuivre, au gré des améliorations technologiques des équipements.

3.3 Ouverture de nouvelles bandes de fréquence pour le service fixe terrestre

Cette conclusion est toujours valable, et l'ouverture reste nécessaire à moyen terme pour pallier la saturation de certaines bandes, pour prendre en compte les besoins aussi bien des opérateurs déjà présents que des nouveaux opérateurs et faire face à l'augmentation des contraintes d'utilisation due aux problèmes de saturation (6 GHz, 13 GHz et 18 GHz).

En effet, depuis 2001, on constate :

- la migration de certaines bandes de fréquences du SF P-P (3.4-3.6 GHz) vers d'autres applications : SF P-MP, nomade ou mobile ;
- une prévision significative pour les services de convergence Fixe/Mobile (3.6-4.2 GHz).

- le gel de bandes du SF P-P au profit du SFS (14 GHz) ;

Il devient donc critique de conserver l'ensemble des attributions du service fixe actuelles. En outre, le réaménagement de la bande 8 GHz doit être envisagé. Le développement de la bande 11 GHz est en cours d'étude, et prend toute son importance au regard de la présente étude.

Par ailleurs, il pourra être intéressant d'étudier les possibilités de la bande 10.15-10.68 GHz, dès lors que seront connus les résultats des travaux du point 1.2 de la CMR07.

De même une étude visant à revoir la répartition géographique des liaisons dans la bande 6 GHz est souhaitable. L'utilisation régionale de cette bande pourrait être étudiée dans ce cadre, en envisageant la desserte nationale sur fibre optique. La modification du régime de redevance dans cette bande pourrait favoriser cette option régionale.

Pour satisfaire les besoins sans cesse croissants en terme de capacité, il est nécessaire, pour une technologie donnée, de disposer de canalisations de plus en plus large (Théorème de Shannon: Capacité du canal = f (largeur canalisation; rapport signal à bruit)).

De plus, on constate que :

- **Plus les bandes de fréquence sont basses et plus les largeurs de bandes de fréquences sont réduites^{2, 3}.** Ainsi, ce sont les bandes de fréquence les plus élevées qui sont les plus à même, en termes de disponibilité totale de largeur de bande de fréquences, de pouvoir supporter des augmentations de largeur de canalisation et par conséquent, de débit.
- **Plus la bande de fréquence est basse, plus les distances accessibles sont importantes, à qualité et débit constants** (ceci d'autant plus qu'au delà de 13/15 GHz, les effets de la pluie viennent encore amplifier, de façon statistique, ce phénomène). C'est ainsi qu'historiquement, ce sont plutôt les bandes basses qui ont été «réservées» aux hautes capacités.

La spécificité des FH réside plutôt dans le fait qu'au sein des réseaux de téléphonie mobile (~ 70 à 80 % du marché des FH), les FH sont généralement utilisés dans des architectures hiérarchisées, i.e: FH «capillaires» de collecte/desserte de trafic des BTS/Node B, puis agrégation de trafic vers des points de concentration (dans certains cas «nodaux hertziens»)

Ainsi, en environnement urbain dense ou péri-urbain, les distances sont de l'ordre de quelques km seulement. En environnement régional ou rural, il s'agit plutôt d'une dizaine de kms et la problématique distances/capacités/qualité de la liaison se pose alors. En effet, tant que le trafic de concentration intermédiaire était de l'ordre de 8/16 E1 (cas typique d'un réseau «classique» historique GSM au niveau BSC-MSC), on pouvait s'accommoder des bandes 13, voire 23 GHz en PDH/QPSK (avec des taux de disponibilité PDH de 99.99%). Dès lors que les trafics augmentent d'un facteur 2 voire 5 ou plus (réseaux 2G+ , 3G et 3G+) jusqu'à atteindre des débits de l'ordre de 155 Mbit/s / SDH (avec des disponibilités demandées de 99.995% voire 99.999%).

² ARCEP –«Faisceaux Hertziens- Consultation publique sur les modalités de délivrance des autorisations d'utilisation des fréquences pour les liaisons point à point du service fixe terrestre» (14 février 2006 – 10 mars 2006)

³ ECC REPORT 19 "Guidance material for assessing the Spectrum Requirements of the Fixed Service to provide infrastructure to support the UMTS/IMT-2000 Networks, October 2002"

On rajoute alors deux contraintes (augmentation des débits, amélioration de la disponibilité) en même temps, conduisant ainsi à réduire de façon drastique la distance possible, pour une bande de fréquence donnée (si l'on dispose toujours de la même largeur de canalisation).

La plupart des éléments, ci-dessus, figurent d'ores et déjà dans un rapport de l'ECC² sur les besoins en fréquence du Service Fixe dans le cadre de l'UMTS, largement repris par l'UIT-R⁴ ; voir également, de façon plus générale, le rapport UIT-R⁵ sur les évolutions dans le Service Fixe.

Des réflexions, actuellement en cours au niveau de l'ETSI⁶, envisagent d'augmenter le trafic et les distances des bords, au prix d'une diminution du niveau de qualité de service, même si le trafic de données reste exigeant au niveau de cette dernière.

L'ETSI réfléchit ainsi à des systèmes FH flexibles grâce à des modulations adaptatives, permettraient de faire évoluer certaines caractéristiques des équipements en fonction des conditions de propagation et/ou de l'évolution des débits, ceci pourrait aller à terme jusqu'à la possibilité de prendre en compte des débits «crête».

En résumé, l'utilisation des bandes de fréquences par les FH pourrait ne pas rester telle qu'elle est actuellement. L'évolution des usages et des équipements, l'ouverture de nouvelles canalisations ou de nouvelles bandes de fréquences, pourrait répondre en partie, aux probables futures besoins.

Il faut toutefois noter que chaque bande a ses caractéristiques propres, que les bandes ne sont donc pas simplement substituables, et que pour relier deux sites radios à débit élevé, on aura toujours besoin des bandes de fréquence au dessous de 15 GHz.

3.4 Densification du réseau (rapprochement des sites avec redéploiement des stations et utilisation de fréquences plus élevées)

Cette conclusion reste vraie, même si quasiment rien n'a été fait depuis 2001 en raison du coût des investissements et des raisons environnementales qui contraignent fortement le déploiement de nouveaux sites et l'investissement dans des équipements supplémentaires. Les points nodaux du réseau de desserte restent donc très saturés.

Une autre contrainte, dans l'hypothèse d'une extension de l'infrastructure du réseau de desserte, serait de rendre équitable l'accès à ce réseau à tous les opérateurs.

Pour ce faire, un principe d'incitation au développement et à la mutualisation d'infrastructure passive au profit des télécom (points hauts) financée par le secteur public (collectivités locales par exemple) pourrait être incité.

De plus, le regroupement/partage de fréquences entre les affectataires, dans le cadre de certains projets, est également une piste d'optimisation.

3.5 Pistes d'études supplémentaires

Des études sur les points suivants pourraient permettre de nouvelles avancées :

- favoriser l'implantation des stations dans les vallées (réutilisation par des masques naturels, des fréquences) ;

⁴ REPORT ITU-R F.2060 "Fixed service use in the IMT-2000 transport network" (2005)

⁵ RAPPORT UIT-R F.2047 «Evolutions en matière de techniques et d'applications dans le service fixe» (2005)

⁶ Voir en particulier le Rapport Technique TR 102 565 (2006-12) «Fixed Radio Systems; Point-to-point equipment; Requirements and bit rates for packet data interfaces, effects of flexible system parameters, use of mixed interfaces», ainsi que la nouvelle révision de la Norme Harmonisée EN 302 217-2-2

- optimiser la PIRE par un gain d'antenne primant sur la puissance de sortie de l'émetteur (meilleure directivité);
- adapter la liaison en temps réel en fonction de l'information transportée et de la qualité qu'elle requiert (aujourd'hui, la RAPE intervient pour une qualité déterminée à l'ensemble de la liaison sans tenir compte de l'information transmise en l'instant).
- augmenter le bilan de liaison par la mise en oeuvre de moyens statistiques ayant fait leurs preuves (systèmes de diversité: espace, angle, etc..).
- réutilisation par un système de réjection des fréquences environnantes, des mêmes fréquences que celles de sites peu éloignés (antennes adaptatives de réjection des brouilleurs)
- modulation plus efficace voir modulable à l'information à transporter (multiplexage de modulation: imaginons un canal X incompressible, suivant le type d'information à transporter, le codage est plus ou moins important. Il n'y aurait plus une modulation unique à la trame mais fonction des multi trames).
- utilisation des algorithmes de modulation (existant déjà sur certains FH, et permettant d'anticiper les problèmes de propagation), voir à ce sujet les travaux de A Levy (Thomson).

ANNEXE

Revue détaillée des bandes du SF

Nota : le ratio « liaisons/bande » est un indicateur de l'occupation de la bande

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p style="text-align: center;">1,4 GHz</p> <p>1375 – 1452 MHz</p> <p>1400-2700 MHz</p> <p>1375-1377 MHz 1427-1429 MHz</p>	<p>05-0173 du 24/2/05 Arrêté du 23/5/2005 CEPT E/R 13-01</p>	<p style="text-align: center;">ARCEP</p> <p style="text-align: center;">MINDEF</p> <p style="text-align: center;">MIAT</p>	<p>Proposition d'utilisation (selon plan CEPT) présentée en juin 2004 à la CCR par l'ARCEP :</p> <ul style="list-style-type: none"> - RRI (Réseaux radioélectriques indépendants) (2 x 6,5 MHz) - Liaisons d'abonnés (2 x 16 MHz) <p>Largeur de bande totale de 2 x 25 MHz (2,5 MHz de bande de garde)</p> <p>Débits possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de 20 kbit/s à 5,2 Mbit/s pour le réseau ouvert au public - de 20 kbit/s à 1,3 Mbit/s pour le réseau indépendant <p>800 liaisons environ - Réseau Rubis – Ecart duplex : 119, 74, 198 MHz</p> <p>56 liaisons</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p style="text-align: center;">4 GHz</p> <p>3400-3600 MHz</p> <p>3600-3800 MHz</p> <p>3800 - 4200 MHz</p> <p>4400 – 5000 MHz</p>	<p>En cours JO du 26/10/99 ECC/REC 14-03</p> <p>ECC/REC 12-08</p> <p>Aucune ECC/REC 12-08</p>	<p>ARCEP</p> <p>MIAT</p> <p>ARCEP</p> <p>ARCEP 22 à 25 liaisons 6 canaux à 29 MHz</p> <p>MINDEF 160 liaisons environ</p>	<p>Liaisons P-MP Métropole : 3 blocs de 2x15 MHz sont ouverts pour BLR-WiMAX DOM : 2 blocs de 2x42 MHz ou 3 blocs de 2x28 MHz sont ouverts. Les bandes autour de 4 GHz (3,4-4,2 GHz) sont en cours d'étude pour accueillir les systèmes « beyond » (4G ou IMT-dvanced)</p> <p>81 liaisons</p> <p>Bande sous-utilisée. Pas ou peu de développement industriel dans cette bande. Bande intéressante pour IMT2000 mais problème de partage avec SFS délicat. Les bandes autour de 4 GHz (3.4 - 4.2 GHz) sont en cours d'étude pour accueillir les systèmes beyond (4G ou IMT-Advanced).</p> <p>Utilisation européenne à considérer (recherche en cours par l'ARCEP). Position industrielle à définir.</p> <p>Réseau Socrate – Ecart duplex : 98 MHz</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">6 GHz</p> <p>5900 - 6400 MHz</p> <p>6425 - 7110 MHz</p>	<p>Décision 03/1117 du 16/10/03 JO du 9/12/03 ERC/REC 14-01</p> <p>Décision 03/1116 du 16/10/03 JO du 9/12/03 ERC/REC 14-02</p>	<p align="center">ARCEP</p> <p>400 liaisons en 2001 1000 liaisons en 2004</p> <p align="center">ARCEP</p>	<p>Bande très fortement utilisée pour des liens SDH. En constante progression Débit : STM-1, 2xSTM-1 ou équivalent</p> <p>Bande utilisée pour des liens SDH. En vue des opérateurs pour des liaisons moyens débits, longues distances. Canalisation à 40 MHz. Une canalisation à 20 MHz permettrait peut-être une plus grande utilisation (coût moins important).</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p>7 GHz 7110 - 7250 MHz</p> <p>7250 - 7750 MHz</p> <p>7450 - 7550 MHz</p>	<p>Depuis le 1^{er} janvier 2005</p>	<p>ARCEP</p> <p>MINDEF</p> <p>MINDEF exclusif avec garantie des assignations existantes de l'Aviation Civile</p>	<p>Utilisation exclusive pour liaisons de vidéo reportage France. 5 canaux de 28 MHz centrés sur les fréquences 7124, 7152, 7180, 7208, 7236 MHz.</p> <p>MINDEF : 480 liaisons environ – Réseau Socrate – Ecart duplex : 161 MHz</p> <p>Bande à libérer par l'ARCEP. Protection des liaisons ARCEP existantes jusqu'en 2010.</p>
7550 - 7750 MHz		MINDEF (prioritaire) et ARCEP	
7750 - 7890 MHz		<p>ARCEP Liaisons de vidéo reportage analogiques ou numériques</p> <p>FH transport audiovisuel France sauf Paris.</p>	<p>Utilisation exclusive, à l'intérieur d'un cercle de 50km de rayon centré sur la cathédrale de Paris. 5 canaux de 28 MHz en unidirectionnel centrés sur les fréquences 7764, 7792, 7820, 7848 et 7876 MHz.</p> <p>Bande réservée aux réaménagements de la bande 8.5 GHz (décision 99-37)</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">8 GHz</p> <p>8025 - 8500 MHz</p>	<p align="center">ROP : Décision 97-390 du 13/11/97</p> <p align="center">AUV : Décision 99-37 du 12/1/99</p> <p align="center">UIT-R F.386-4</p>	<p>ARCEP FH RoP limité à un opérateur Transport de la TNT et des réseaux sonores et de TV analogique et numérique.</p> <p>MIAT</p>	<p>Difficulté de coexistence entre liaisons analogiques et numériques. Coordination avec les stations terriennes du ministère de la Défense. Débits : 4 Mbit/s à 34x2 Mbit/s</p> <p>284 liaisons</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">10 GHz</p> <p>10500 - 10680 MHz</p>	<p align="center">ERC/REC 12-05 UIT-R F.747</p>	<p>ARCEP Jusqu'au 1/1/04 : FH d'intervention France Télécom Depuis : fin d'exclusivité FT, mais attributions décidées par ARCEP pour durée de 2 ans.</p>	<p>Bande en cours de réaménagement. ARCEP souhaite ouvrir cette bande aux RFID (appareils de faible puissance) à 500 mW, ce qui pose des problèmes de compatibilité avec les FH. Discussion en cours entre ARCEP et FT.</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">11 GHz</p> <p>10700 - 11700 MHz</p>	<p>Aucune (à venir) ERC/REC 12-06</p>	<p>ARCEP Service Fixe et SFS. Canalisation à 40 MHz</p>	<p>L'utilisation de la bande 10.7 – 11.7 GHz fait l'objet d'un projet de décision fixant les conditions techniques d'utilisation. Une étude technique de compatibilité entre le SF et les stations terriennes non coordonnées dans cette bande a été demandée par la CPF.</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">13 GHz</p> <p>12750 - 13250 MHz</p>	<p>Décision 03/1118 du 16/10/03 JO du 9/12/03 ERC/REC 12-02</p>	<p align="center">ARCEP</p> <p align="center">MIAT</p>	<p>Utilisée de plus en plus par les opérateurs de téléphonie mobile. Débits :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ROP : 2 Mbit/s à STM-1 ou équivalent - RI : 2 Mbit/s à 34 Mbit/s <p>789 liaisons</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p style="text-align: center;">14 GHz</p> <p>14250 - 14500 MHz</p> <p>14500 - 15250 MHz</p>		<p>ARCEP 490 liaisons</p> <p>MINDEF 280 liaisons environ</p>	<p>Attributions bloquées pour le seul utilisateur (FT). ARCEP souhaite fermer cette bande au FS au profit du SFS. Dossier à proposer au fonds de réaménagement du spectre si de nouveaux entrants potentiels. Mais pas de nouvelles demandes tant que FT exploite la bande.</p> <p>Réseau Rubis – Ecart duplex : 420 MHz</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">15 GHz</p> <p>15250 - 15350 MHz</p>		<p>ARCEP Bande non canalisée dans un plan CEPT</p>	<p>Bande en cours de réaménagement. Partie Défense saturée et écart duplex à réaménager –négociations en cours entre ARCEP et BMNF</p>

Nota : 4 liaisons MINDEF entre 15 et 24 GHz (réseau Socrate – Ecart duplex : 1008 MHz)

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">18 GHz</p> <p align="center">17.7 à 19.7 GHz</p>	<p align="center">Décision 03/1115 du 16/10/03 Décision 05-0174 du 24/2/05 JO du 9/13/03 ERC/REC 12-03 UIT-R F.595-8</p>	<p align="center">ARCEP</p>	<p>Débits : de 8x2 Mbit/s à STM-1 ou équivalent 4x2 Mbit/s possible dans les DOM.</p> <p><i>SDH urbaines et raccordement boucles optiques en rural, PDH. Nécessité d'autoriser la canalisation de 13,75 MHz en France</i></p> <p>En métropole, les canalisations 27,5 et 13,75 MHz sont ouvertes conformément à la décision 03-1115 en date du 16 octobre 2003 Dans les DOM, les canalisations 27,5 et 13,75 et 7,5 MHz sont ouvertes conformément à la décision 05-0174 en date du 24 février 2005</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">21 GHz</p> <p>21200 - 22000 MHz</p>		<p>ARCEP FH du service fixe FH pour vidéo reportage</p>	<p>Bande en cours de réaménagement. 1/4/07 : cette bande sera affectée au CSA pour TVHD sauf 21,2-21,4 GHz (7 canaux unidirectionnels de 28 MHz) attribuée au service fixe de vidéo reportage.</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">23 GHz</p> <p>22.12525 à 22.37725</p> <p>22.500 à 22.550</p>		<p align="center">MIAT</p> <p align="center">MIAT</p>	<p>139 liaisons</p> <p>25 liaisons</p>
<p>22.6 à 23.6 GHz</p>	<p>Décision 01/1230 du 19/12/01 JO du 13/3/02 CEPT/R 13-02 UIT-R F.637-3</p> <p>Décision 04/673 passée en CCR en cours d'homologation pour utilisation du plan CEPT.</p>	<p>ARCEP Rapatriement station de base de la téléphonie mobile</p> <p align="center">MIAT</p>	<p>Débits : de 2 Mbit/s à STM-1 ou équivalent, distance entre 3 et 20 km. Utilisation essentiellement par les opérateurs mobiles pour des débits de 2 à 155 Mbit/s (STM-1). L'augmentation croissante des lignes d'abonnés va entraîner des besoins en spectre. L'utilisation de largeurs de canaux plus importantes et de modulation plus performante est en cours</p> <p>263 liaisons</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">28 GHz 28500 à 29500</p>	<p align="center">CEPT/T/R 13-02</p>	<p align="center">ARCEP Service fixe</p>	<p>Les propositions de l'ARCEP d'ouverture des bandes 28 et 32 GHz n'ont pas été suivies d'effets de la part des opérateurs, en raison essentiellement de contraintes d'origines naturelle (pluie), technique (distances) et industrielle (disponibilité d'équipements).</p>

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">32 GHz</p> <p>31800 – 33400 MHz</p>	<p align="center">Décision à venir</p> <p align="center">ECC/REC 01-02</p>	<p align="center">ARCEP et MINDEF</p>	<p>Les propositions de l'ARCEP d'ouverture des bandes 28 et 32 GHz n'ont pas été suivies d'effets de la part des opérateurs, en raison essentiellement de contraintes d'origines naturelle (pluie), technique (distances) et industrielle (disponibilité d'équipements).</p>

Nota : 10 liaisons MINDEF entre 29,5 et 40,5 GHz (réseaux gouvernementaux – Ecart duplex : 1260 MHz)

Bande de fréquences	Décision ARCEP Homologation J.O. Textes ECC Textes UIT	Affectataires - Utilisateurs	Commentaires
<p align="center">38 GHz</p> <p>37000 - 39500 MHz</p>	<p align="center">Décision 02/387 du 28/5/02 JO du 24/7/02 CEPT/T/R 12-01</p>	<p align="center">ARCEP</p>	<p>Pas de problème. Bande largement utilisée. Implémentation partielle du plan CEPT Débits de 2 Mbit/s à STM-1 ou équivalent, distances inférieures à 6 km.</p> <p>Utilisation essentiellement par les opérateurs mobiles pour des débits de 2 à 155 Mbit/s (STM-1), l'augmentation croissante des lignes d'abonnés va entraîner des besoins en spectre. L'utilisation de largeurs de canaux plus importantes et de modulation plus performante est en cours</p>