

## SYNTHESE DE LA CONSULTATION PUBLIQUE SUR LA TECHNOLOGIE RLAN

-----

## Synthèse des réponses à la consultation publique sur les RLAN

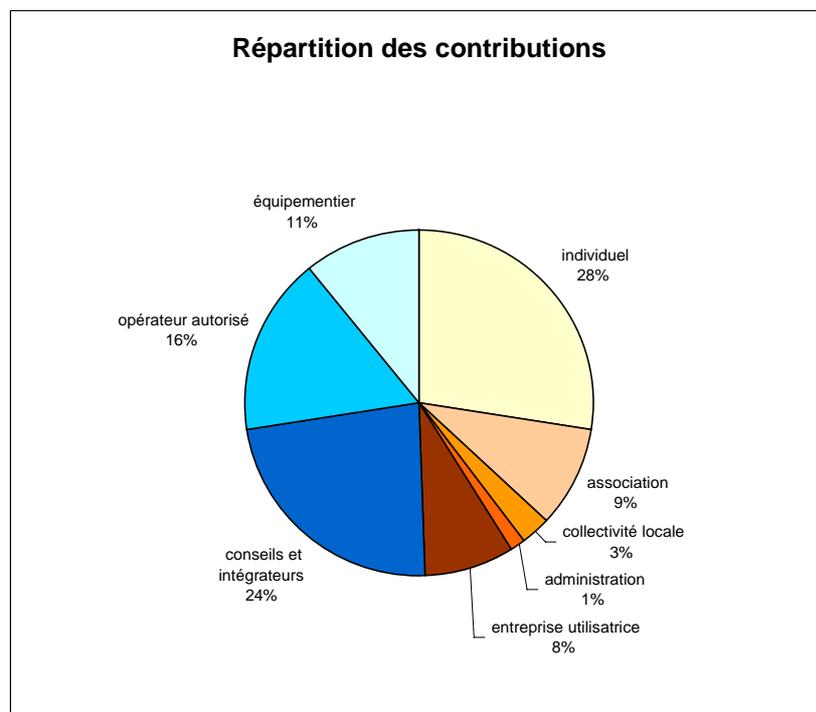
### 1 Les contributeurs

Le nombre des contributions reçues par l'Autorité, en réponse à la consultation, est important : soixante-quatorze contributions sont parvenues, dont un nombre significatif avec un contenu particulièrement intéressant, témoignant de l'intérêt du secteur pour le sujet.

Il apparaît que les contributions sont réparties à parts sensiblement égales entre :

- des représentants du secteur non impliqué directement dans le marché des technologies de type RLAN : individuels utilisateurs amateurs ou professionnels, associations, collectivités locales, administration, entreprises utilisant la technologie pour leurs besoins propres ; ces contributions représentent 50 % des réponses,
- des représentants du secteur impliqué dans le marché des technologies de type RLAN , ou susceptible de l'être : opérateurs de télécommunications, équipementiers, sociétés de conseil/intégrateurs.

La répartition est la suivante :



## 2 Les potentialités des technologies de type RLAN évoquées dans la consultation

*A l'heure actuelle, les trois technologies disponibles pour des équipements sans fil dans la bande de fréquence 2,4 GHz sont Bluetooth, Home RF et Wi-Fi (Wireless Fidelity, norme IEEE 802.11b). Bluetooth offre des débits de 1 Mbit/s sur un rayon limité de l'ordre de 10 à 30 mètres avec une puissance des terminaux faible de l'ordre de 10 mW et Wi-Fi offre un débit théorique de 11 Mbit/s avec un rayon d'action de l'ordre de 50 à 100 mètres et une puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE) de 100 mW. Cette dernière technologie est compatible avec Ethernet ce qui permet des applications dans les réseaux locaux d'entreprises. Les deux technologies sont déjà disponibles et des évolutions de la 802.11b se font d'ores et déjà jour. La norme 802.11a est également finalisée et porte le débit à 54 Mbit/s dans la bande de fréquence des 5 GHz bien qu'elle ne soit utilisable que dans la bande 5150-5250 MHz. Les normes Hiperlan 2 et 802.11h sont en cours de finalisation.*

### 2.1 Services potentiellement offerts au moyen de technologies de type RLAN, clientèle et fournisseurs attendus

Les services envisagés dans les contributions peuvent être classés en trois grandes catégories :

- services offerts dans le cadre de réseaux privés (entreprises, universités, bibliothèques ou particuliers) ;
- services offerts au public dans des lieux de passage ("hot spots") ;
- services de couverture d'une agglomération ou d'une localité.

#### 2.1.1 Services limités à des usages privés

##### a) Services de réseaux privés professionnels

Les contributions font valoir que les usages professionnels possibles pour les technologies RLAN dans le cadre de réseaux privés permettent de s'affranchir de câblage supplémentaire à l'intérieur des bâtiments pour mutualiser des accès à Internet, ou assurer la mise en relation d'appareils radioélectriques d'entreprises, de constituer des réseaux locaux de transmission de données d'entreprises sans fil et leur interconnexion ("Ethernet sans fil"), notamment dans le cadre d'Intranet d'entreprises. Ces réseaux pourraient être utilisés en outre pour interconnecter des bâtiments sur quelques dizaines de mètres (interconnexion de réseaux locaux de type campus étendus) ou offrir une connexion à des visiteurs particuliers.

##### b) Les usages personnels

Les usages "domestiques" principaux recensés seraient disponibles dans un cercle de quelques mètres autour de l'utilisateur (PAN, *Personal Area Network*). Ils permettraient de s'affranchir du câblage à l'intérieur des maisons, notamment pour la connexion de l'ordinateur (surtout l'ordinateur portable), de partager les débits entre plusieurs utilisateurs pour l'accès à Internet à partir d'une borne d'accès ADSL, du câble, ou d'une antenne BLR, de faire communiquer tous les appareils radioélectriques entre eux dans le cadre de la domotique (applications de *Bluetooth* notamment).

Les avis sont plus mitigés quant à leurs capacités à fournir de la voix sur IP, pour lesquelles elles n'ont pas été conçues (les problèmes de qualité de service demeurant pour le moment trop importants).

### 2.1.2 Services accessibles au public dans des "hot spots"

Les contributions ont mis en avant trois types de services (accès à Internet, services d'information localisés, applications multimédias) dont la spécificité serait d'être offerts dans les lieux de passage de grande densité ouverts au public, appelés « *hot spots* », tels les aéroports, gares, métros, centres commerciaux, hôtels, centres de conférence, parcs de loisirs, cafés ou restaurants.

Les services s'appuieront sur la technologie 802.11b dans un premier temps puis sur les technologies qui se développeront dans la bande des 5 GHz, les technologies Hiperlan 1 et 2 (qui devraient se diffuser dans 2 ou 3 années bien que, selon un constructeur, les équipements utilisant la norme Hiperlan 1 ne verront jamais le jour).

Par ailleurs trois types de terminaux sont envisagés pour des usages différents : les micro-ordinateurs portables, les PDA et les téléphones portables.

Les services recensés sont ainsi :

- l'accès à Internet :

En particulier applications du type messagerie, navigation sur le *web*, potentiellement les jeux en réseau ; des services de type « réseaux privés virtuels » donnant accès à l'Intranet de l'entreprise pour la clientèle d'affaires via un accès distant et une technique de *tunneling* (ce qui nécessite des progrès dans la sécurité et l'authentification de ces technologies). Les terminaux utilisés sont les micro-ordinateurs portables et les PDA pour un accès à Internet à haut débit partagé (lorsque le nombre d'utilisateurs n'est pas trop élevé) ; il s'agit alors d'un accès à Internet nomade et non mobile (on profite d'une faible mobilité et d'un confort d'utilisation élevé pour se connecter à Internet à haut débit).

- Les applications multimédia :

Ces applications de diffusion audio et vidéo par *streaming* sont plus problématiques car la bande passante est partagée. Le nombre d'utilisateurs par cellule serait dans ce cas limité à 20 ou 30, ce qui nécessiterait l'installation d'un grand nombre de bornes d'accès dans des lieux très fréquentés.

- les services d'information localisés :

Il s'agit de la réception d'informations ou de messages d'informations locaux (stratégie « *push* » de la part des gestionnaires locaux), par exemple tout ce qui concerne les horaires, les informations utilisateurs pour les infrastructures de transport (aéroports, gares, métros) ou une information commerciale (pour les aéroports, les galeries commerciales notamment).

L'accès à ces services se ferait via une borne d'accès reliée à un serveur connecté à Internet ou diffusant de l'information localisée. Les contributeurs souhaitent que les services proposés dans les « *hot spots* » offrent le *roaming*, c'est-à-dire un service d'itinérance donnant la possibilité d'utiliser son ordinateur portable dans un grand nombre de lieux, y compris à l'international, et assurant l'interopérabilité avec les réseaux 2,5G et 3G pour l'accès à Internet mobile.

Plusieurs contributeurs estiment que la clientèle qui sera la plus touchée sera d'abord la clientèle d'affaires (ce qui est déjà le cas dans les pays où ces services ont pu être offerts) dans les hôtels ou les aéroports (exemples en Scandinavie, aux Etats-Unis ou au Japon), avant de se diffuser massivement en direction des particuliers (dans les cafés, les restaurants, les stations services, le métro).

Les contributions font ressortir le fait que les opérateurs mobiles semblent bien placés pour fournir ce type de services en complément de leurs services GPRS puis UMTS dans les « *hot spots* » où le trafic est important et la mobilité faible, ce qui leur permettrait d'offrir des services de meilleure

qualité que celle fournie par leurs réseaux en ces lieux. Ils intégreraient alors la fourniture de ces services RLAN dans leur bouquet. Les gestionnaires d'infrastructures de ces « *hot spots* » souhaitent pouvoir en retirer des revenus et envisagent d'exploiter eux-mêmes les infrastructures mises en place, mais le modèle économique ne semble pas viable au vu des premières expériences étrangères.

Des applications cumulant plusieurs « îlots » sont envisagées :

- plusieurs réseaux domestiques dans le cadre de « réseaux individuels fédérés » (dans le cadre d'un immeuble collectif par exemple) ;
- l'utilisation de ces services dans plusieurs réseaux d'entreprise dans le cadre de « réseaux professionnels fédérés » (par exemple dans tous les entrepôts d'une même société ou tous les hôtels d'une même chaîne) ;
- liaisons entre plusieurs « *hot spots* » (ce qui rejoint la nécessité du *roaming*).

### 2.1.3 Réseaux ouverts au public constitués par technologies de type RLAN en vue de la couverture d'une agglomération ou d'une localité.

L'usage de technologies de type RLAN dans le cadre de réseaux ouverts au public en extérieur est le cas le plus controversé.

Des opérateurs mobiles estiment que les technologies de type RLAN sont de portée faible (quelques dizaines de mètres uniquement), et qu'elles n'ont pas été conçues pour établir des réseaux de télécommunications ouverts au public. Ils insistent sur le fait que leur extension au domaine public poserait un problème grave de garantie de qualité de service, inséparable de la notion de réseau ouvert au public, du fait de deux difficultés principales : brouillages inévitables puisque les bandes de fréquence sont libres et partage de la bande entre un nombre élevé d'utilisateurs. D'autre part, ils estiment que le coût de déploiement risque de s'avérer rapidement prohibitif avec des micro-cellules de quelques dizaines de mètres qu'il faudra ensuite relier entre elles, ce qui fera rapidement perdre l'avantage initial du coût de déploiement faible des équipements radio. Aussi, ces opérateurs ne conçoivent l'utilisation des technologies de type RLAN que dans des zones circonscrites de forte fréquentation (« *hot spots* ») ou dans le cadre de réseaux privés.

Des opérateurs de boucle locale radio sont intéressés par l'utilisation des technologies de type RLAN afin d'établir un réseau ouvert au public dans les villes où ils ne déploieraient pas leur technologie (dans les villes de moins de 50 000 habitants) . Ils estiment que les technologies de type RLAN sont complémentaires à la BLR ; celle-ci sera *in fine* la technologie idoine pour fédérer l'accès à Internet de ces différents réseaux RLAN isolés.

Des collectivités territoriales, au travers notamment de contributions issues de collectivités rurales et de certains particuliers, associatifs ou de consultants, voient dans les exemples de déploiement de réseaux sur une ville entière (*MAN, Metropolitan Access Network*) comme à Seattle le remède à l'absence de réseaux déployés par les opérateurs pour fournir l'accès à Internet à haut débit ; ils s'inspirent notamment d'expériences menées dans des petites communes en Europe pour promouvoir cette idée. En l'absence de haut débit dans leurs agglomérations, les collectivités sont prêtes à accepter une qualité de service inférieure. Les services fournis seraient dès lors constitués de l'accès à Internet partagé à haut débit ainsi que des services d'informations locaux ou de communautés.

Quelques contributions, issues principalement d'individuels et associatifs ainsi que de deux consultants, estiment que les réseaux coopératifs disposent d'atouts qui devraient permettre leur explosion : modicité du prix des équipements, simplicité de mise en œuvre, administration et gestion réalisée par des bénévoles motivés (issus de la culture des *hackers*), exigences de qualité de service et de sécurisation beaucoup plus faible que pour le secteur marchand. A ce titre, ils considèrent que le seul obstacle majeur est constitué par le cadre juridique actuel, abusivement contraignant.

Toutefois plusieurs contributions relativisent l'importance donnée aujourd'hui à l'essor des réseaux coopératifs. Il est en particulier relevé que ce secteur ne concerne en réalité qu'un petit nombre de cas, à chaque fois très limité dans son ampleur : le réseau Seattle Wireless ne comporte que 130 points d'accès (dont seulement 30 nouveaux en 4 mois), le réseau NYC Wireless pour sa part n'en comporte que 30 et le réseau de San Francisco n'en comporte quant à lui qu'une vingtaine. En France, deux groupes seulement sont recensés sur ce créneau.

Pour nombre de contributions, issues d'opérateurs, de consultants ou de constructeurs, les réseaux coopératifs demeureront relativement marginaux, limités à des zones extrêmement réduites et ne pourront se développer à l'échelle de villes entières en raison des contraintes multiples qui s'imposent à eux : contraintes techniques, en réalité plus prononcées que ce qu'annoncent les constructeurs (diffusion limitée à quelques dizaines de mètres au grand maximum), capacité trop faible à investir dans des équipements nombreux, absence de modèle économique permettant d'assurer la pérennité du système, complexité de la gestion, de l'administration et de la maintenance des équipements, manque volontaire de mécanismes de sécurité et accès facilité aux points d'accès... Ainsi, le secteur libre et militant ne serait qu'un stade transitoire (vers la constitution de jeunes pousses), voué à disparaître *in fine* ou à demeurer marginal, à l'image du mouvement des radios libres. Pour ces contributions, la professionnalisation et la contractualisation de services marchands seraient par ailleurs inéluctables dans une deuxième étape qui devrait apparaître assez rapidement.

D'autres contributeurs opérateurs ou associatifs sont cependant moins catégoriques et n'excluent pas tout à fait un rôle significatif de la part de ce type de réseaux, même en restant sur des zones limitées. Des associations, individuels et consultants envisagent même le foisonnement d'un grand nombre de petits réseaux coopératifs, limités à des zones très restreintes (entre deux bâtiments en zone rurale très isolée, à l'intérieur d'immeubles en ville, entre voisins de paliers) pour répondre à des usages ciblés de petites communautés d'utilisateurs (quelques personnes au plus) : jeu en réseau ; échange de données poste à poste (musique, logiciels, films...), partage d'accès à Internet (trois voisins sur un seul accès ADSL, par exemple), desserte de zones isolées. Sur ce dernier point (desserte de zones rurales), un cabinet de consultant relève que quelques expériences sont menées à l'étranger à l'initiative de collectivités : aux Etats-Unis en Caroline du Nord et dans le Maine ; au Canada, dans l'Ontario (avec le LMDS) ; en Espagne, en Catalogne ; en Suède à Stockholm.

## 2.2 Modèles économiques envisagés

La fourniture des services s'appuyant sur les technologies de type RLAN intéresse principalement les opérateurs mobiles qui souhaitent que leur utilisation soit complémentaire des services 3G et qu'elle ne les prive pas d'une partie de leurs revenus, les gestionnaires d'infrastructures qui souhaiteraient offrir un service rémunéré aux clients de passage, les opérateurs de boucle locale radio qui ont une position proche de celle des opérateurs mobiles et dans une moindre mesure les opérateurs de téléphonie fixe.

Des opérateurs mobiles et des opérateurs de BLR, ainsi que divers contributeurs, estiment que la fourniture de ces services doit se faire en complément des leurs dans les lieux où le trafic est important et la mobilité faible. Cette option permettrait d'offrir des services de meilleure qualité que celle fournie par leurs réseaux en ces lieux. Ils estiment que le seul modèle économique viable de fourniture des services RLAN passe par une base d'abonnés développée. Cela suppose que ces services doivent être intégrés dans leur offre de services traditionnelle (abonnement ou carte prépayée) avec des mécanismes d'authentification (carte SIM), d'interopérabilité (notamment de *roaming* avec les réseaux mobiles pour assurer une couverture importante pour une clientèle internationale) avec le GPRS et l'UMTS et une tarification compatible avec les services fournis par les opérateurs mobiles. Ils conviennent que la fourniture de ces services doit se faire en concertation avec le gestionnaire d'infrastructures ou de site (hôtel, aéroport, gare, ...).

Le cas des « *hot spots* » a particulièrement focalisé l'intérêt des contributeurs. Plusieurs hypothèses sont évoquées principalement :

- le service d'accès à Internet serait intégré dans l'offre de services du gestionnaire d'infrastructure sur le modèle appelé "*sponsored network*", en fonction des retombées commerciales sur son activité principale, gratuit ou payant. Le gestionnaire du site peut faire appel à un fournisseur d'accès à Internet, à un opérateur ou à un autre prestataire de services pour assurer la gestion, notamment lorsqu'il s'agit d'une chaîne hôtelière, sur le modèle des réseaux *Wayport* aux Etats-Unis ; il pourrait fournir des services d'information ciblés sur ses produits aux clients en transit.

- le service d'accès à Internet serait une offre d'un fournisseur d'accès à Internet ou d'un opérateur sous sa propre marque, avec paiement à la clé (uniquement pour des endroits particuliers comme certains hôtels ou des salles de conférences) par forfait journalier ou annuel pour une clientèle régulière ou bien avec un paiement à l'acte. Certains contributeurs pensent que les accès à Internet peuvent fonctionner comme des cabines téléphoniques (paiements par carte bleue, carte prépayées, micro paiements électroniques).

Le modèle de l'opérateur dont le seul marché serait celui des clients fréquentant les «*hot spots*» est jugé fragile au regard notamment de l'échec de *Mobilestar* aux Etats-Unis, du fait d'absence d'économies d'échelle (lieux séparés entre eux, chacun étant de taille limitée), de l'absence d'une base d'abonnés, de coûts élevés (bien que les coûts unitaires des bornes soient faibles, la taille réduite des cellules oblige à déployer un nombre très élevé de bornes). Le service n'est envisagé que comme un complément d'activités d'un opérateur présent sur d'autres marchés, et bénéficiant d'une base d'abonnés.

Le système Radius est le plus souvent cité notamment pour assurer gérer l'authentification, l'autorisation et la taxation - c'est le modèle classique des fournisseurs d'accès à Internet. Les opérateurs mobiles gèreraient ces fonctions au moyen de la carte *SIM* et de leur système de gestion existant.

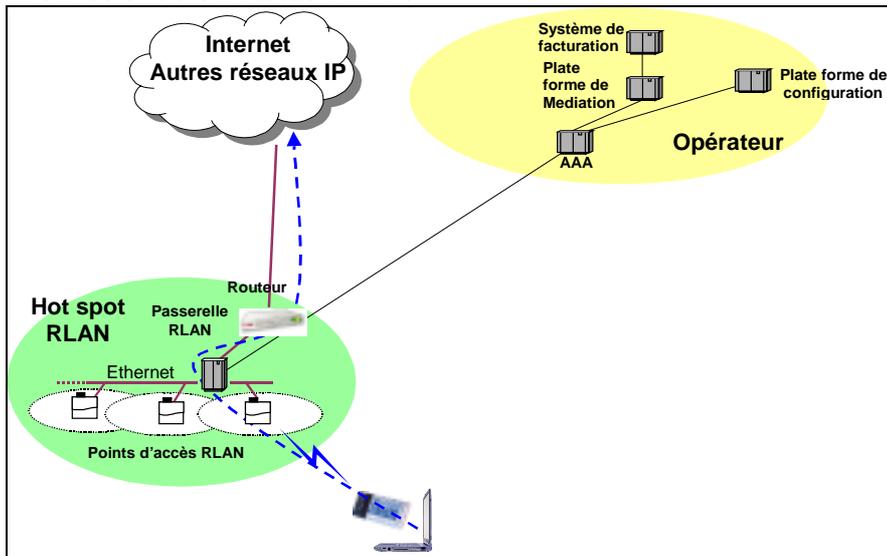
## 2.3 Architectures envisagées

### 2.3.1 Interconnexion avec les réseaux fixes

La majorité des contributeurs (opérateurs, associations, utilisateurs, entreprises) considèrent que les réseaux et raccordements établis en technologie RLAN sont assimilables à des réseaux Ethernet en matière d'interopérabilité. Ils considèrent ainsi que l'interopérabilité avec les réseaux fixes et les réseaux câblés ne soulève pas de problème particulier. Des acteurs évoquent cependant en complément la nécessité d'introduire des passerelles d'interconnexion dans certaines configurations (cas des réseaux établis en BLR ou des réseaux de signalisation).

Pour les applications dans les réseaux privés, il s'agira principalement d'une intégration des fonctionnalités des technologies RLAN dans les équipements. Les intégrateurs auront un rôle important à jouer dans la diffusion des technologies sans fil dans les entreprises pour les réseaux étendus sans fil.

### Architecture d'un réseau RLAN



(Extrait de la contribution de Lucent Technologies)

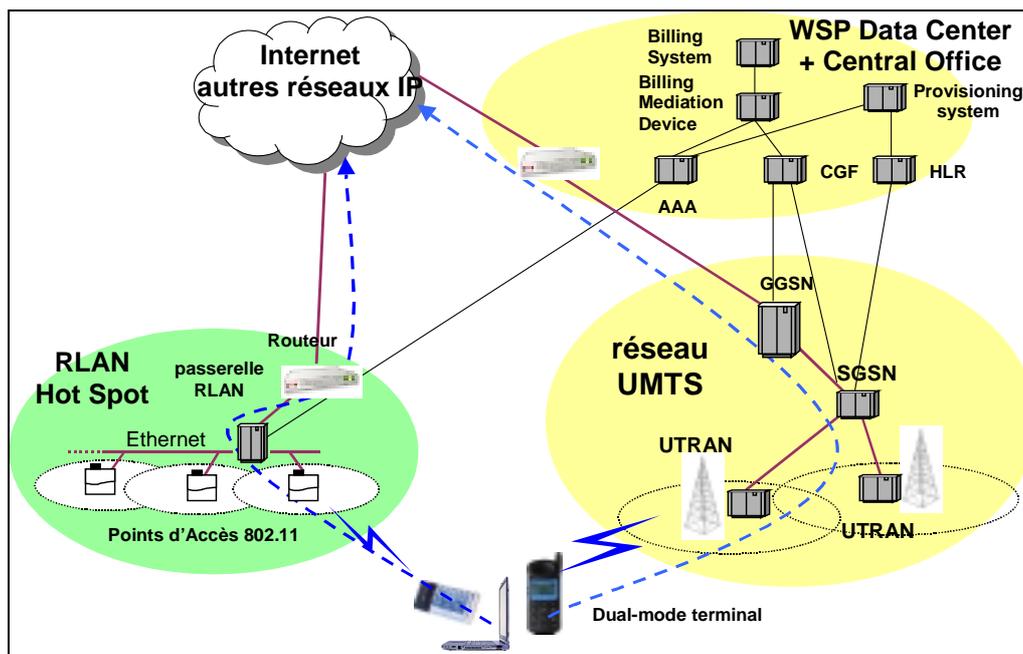
#### 2.3.2 Les technologies de type RLAN et les réseaux mobiles

##### - Interopérabilité des réseaux

Même si les premières solutions existent déjà, l'interconnexion des RLAN (les interfaces 802.11 et Hiperlan2 sont les plus citées) avec les réseaux mobiles de seconde et troisième génération apparaît plus délicate que dans le cas des réseaux fixes. Au stade actuel, seules des solutions propriétaires semblent pouvoir garantir un *handover* sans coupure entre RLAN et GPRS. Plusieurs acteurs du mobile notent qu'une solution est disponible sur le marché, consistant à utiliser la chaîne de gestion des abonnés mobiles via l'insertion d'une carte SIM dans le terminal RLAN,.

Les résultats des travaux de normalisation de l'UMTS sur le sujet sont attendus pour 2005 même si les constructeurs peuvent proposer des solutions propriétaires dès 2003. Les interfaces 802.11 et Hiperlan 2 sont les plus citées avec un atout pour cette dernière, souligné par plusieurs acteurs, en raison de travaux initiés de plus plusieurs années au sein de l'ETSI.

Une contribution estime que l'on peut s'attendre à ce que le développement des technologies de type RLAN amène une évolution des normes et des équipements 3G, à la fois sur les aspects terminaux et sur les aspects réseaux et stations de base. Une organisation professionnelle considère par ailleurs que les opérateurs mobiles devront développer des applications dans un contexte de mobilité et fonctionnant sur des terminaux de poche type téléphone ou PDA, et cela afin de se différencier des services rendus par les réseaux d'accès RLAN.



(Extrait de la contribution de Lucent Technologies)

- de terminaux bi-mode

La majorité des acteurs mettent en avant le marché des terminaux du type PC et PDA. Des cartes au format "PC card" ou "PC MCIA" couplant plusieurs modes d'accès radio (802.11 et GPRS) sont déjà disponibles ou sont attendues courant 2002.

Plusieurs acteurs relèvent que la consommation trop élevée de l'interface 802.11 interdit à court terme toute perspective de terminal mobile intégrant cette interface en complément de l'interface cellulaire (GPRS, UMTS). Au contraire, plusieurs acteurs précisent que l'interface *Bluetooth* est d'ores et déjà intégrée dans certains terminaux GSM/GPRS, et un acteur en souligne le potentiel important dans le cas d'un accès à un PABX entreprises.

- Itinérance

A l'exception d'une réponse, les acteurs rappellent que l'itinérance sans coupure de la communication entre un réseau GSM/GPRS et RLAN n'est pas disponible actuellement et que des travaux de normalisation sont en cours. Le protocole *Mobile IP* (ainsi que *mobile IPV6* cité par un acteur) est la solution qui se dégage de plusieurs contributions. Même si quelques acteurs, en minorité, précisent qu'il n'y a pas de demandes pour ce type de marché, la majorité des contributions confirment les travaux de normalisation en cours. Les premières solutions ne sont pas envisagées avant 2003/2004.

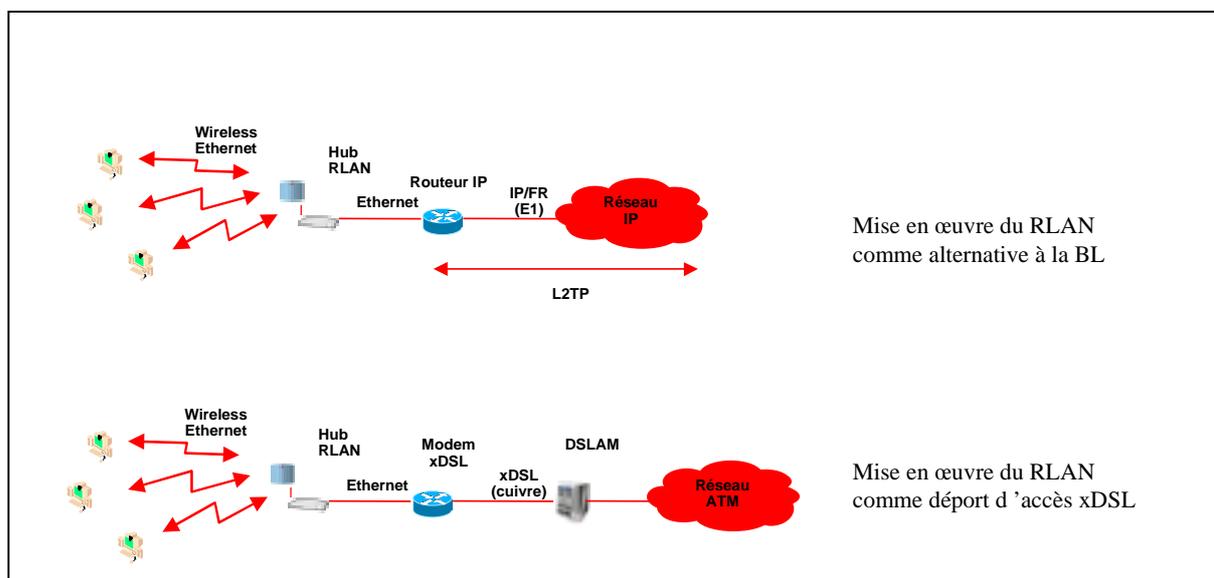
Enfin, quelques acteurs précisent qu'il n'y a pas de demande pour ce type de marché.

### 3 Intégration dans le marché existant

#### 3.1 Les technologies de type RLAN et les technologies de boucles locales fixes (fibre, câble, DSL, BLR, courants porteurs, satellites, ...)

Les contributions mettent toutes en avant la complémentarité des technologies de type RLAN avec les technologies fixes existantes de boucles locales fixes, dans la mesure où elles apportent la capillarité du "dernier mètre" en complément au "dernier kilomètre" des réseaux d'accès qui collecteront le trafic.

Dans les zones à forte densité, les technologies de type RLAN apparaissent peu coûteuses et rapides dans leur mise en œuvre, pour des services de transmission de données sans débit garanti en prolongement du réseau d'accès, DSL et BLR notamment. Les technologies de type RLAN sont présentées surtout comme une alternative à un câblage difficile ou temporaire, un réseau "Ethernet sans fil" qui ne modifierait pas l'architecture des réseaux.

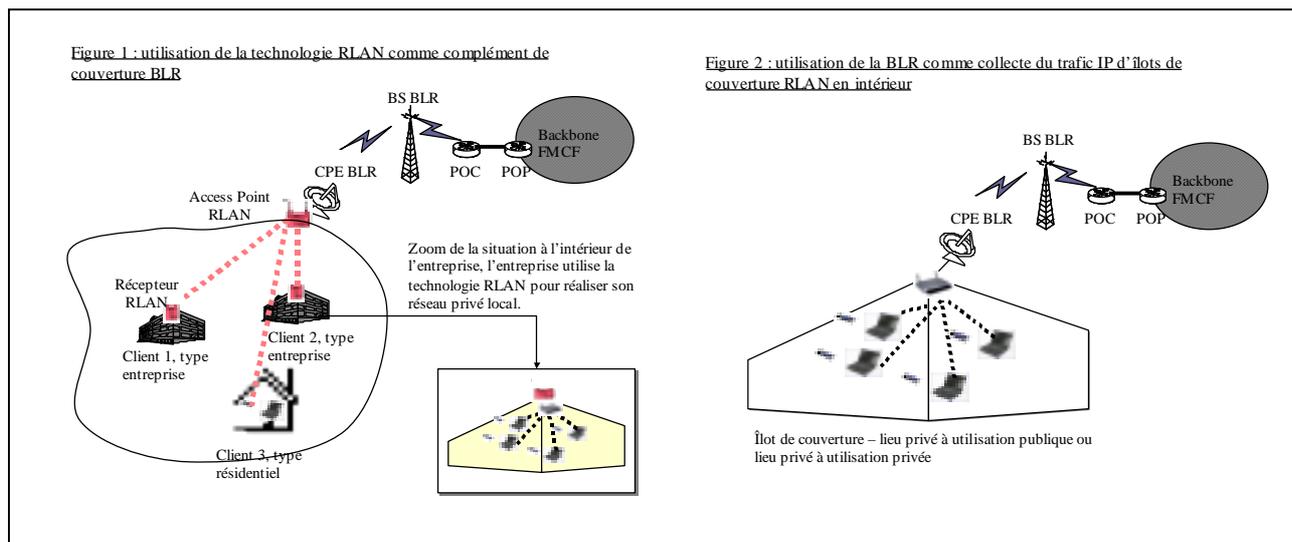


(schéma extrait de la contribution de la société Devoteam)

Dans les zones rurales ou isolées, dans lesquelles les opérateurs ne sont pas présents, les technologies de type RLAN sont perçues comme un moyen de développer l'accès à Internet à faible coût (intéressant pour les collectivités concernées) sous la condition que la connectivité avec un réseau *backbone* soit assurée.

Un bon nombre de contributions, émanant y compris des opérateurs de BLR, soulignent que les technologies de type RLAN constitueront une offre plus complémentaire que concurrentielle à la BLR. Les débits (en général inférieurs à 3 Mb/s contre 1 à 10 Mb/s pour la BLR), la qualité de service et les coûts ne sont en effet pas comparables. Deux opérateurs BLR notent que l'antenne client peut faire office de tête de réseau RLAN pour collecter le trafic d'utilisateurs isolés ou d'un réseau privé établi en technologie RLAN, pour collecter le trafic d'une entreprise dispersée sur plusieurs sites.

Exemple de raccordement par BLR présenté dans la contribution de la société Firstmark



Il convient cependant de noter que, de l'avis de quelques acteurs, les technologies de type RLAN sont susceptibles de devenir potentiellement concurrentes de la BLR, si elles sont employées au moyen de puissances plus fortes comme technologie de transport en usage MAN (*Metropolitan Area Network*).

Un câblo-opérateur souligne par ailleurs que, si les technologies de type RLAN peuvent permettre de mutualiser utilement l'accès haut débit à l'intérieur d'une maison, il convient de prendre en compte les risques de brouillage induits par un développement incontrôlé de ces technologies avec des puissances assez fortes pour constituer des MAN (*Metropolitan Area Networks*).

**Ainsi, dans la quasi-totalité des contributions, des effets stimulants voire "boule de neige" sont attendus sur le marché de la boucle locale fixe, du fait de l'accroissement de la demande dû au développement de nouveaux usages et à la commercialisation de nouveaux produits à coûts bon marché.**

### 3.2 Impact sur l'économie des réseaux mobiles

Un certain nombre de contributions mettent en évidence l'ambivalence de l'articulation entre ces deux technologies qui sont décrites à la fois comme complémentaires et concurrentes. Toutefois, peu de contributeurs perçoivent les deux technologies comme strictement concurrentes ; une association estime pour sa part que les facteurs de concurrence ou de complémentarité entre les deux technologies s'équilibrent à ce stade.

La complémentarité des deux technologies est mentionnée par un certain nombre d'acteurs. Un argument très souvent avancé par ces contributeurs est que les technologies de type RLAN permettent d'offrir des débits très élevés sur des zones localisées et donc sur une zone de couverture restreinte et qu'à l'inverse, les réseaux mobiles sont conçus pour une mobilité importante et dans le cadre d'un déploiement national. Cependant, un contributeur note qu'une partie du trafic de données moyen et haut débit qui devait être écoulé via IMT-2000 pourrait être détourné par les réseaux exploités par des opérateurs concurrents en technologie RLAN. Un autre fait remarquer que les technologies de type RLAN pourraient être concurrentes du TDD UMTS, technique permettant d'atteindre des hauts débits (2 Mbits/s) avec une mobilité très limitée.

Un constructeur note qu'il est probable que les services RLAN seront concurrents des services de téléphonie mobile, dès lors que les réseaux exploités en technologies RLAN sont opérés par des sociétés concurrentes des opérateurs mobiles. L'attention de l'Autorité est attirée par des acteurs du secteur mobile sur le fait que le cadre réglementaire relatif aux RLAN doit préserver une équité concurrentielle et ne pas créer de distorsion de concurrence au détriment de la 3G. L'un d'entre eux estime que si les technologies RLAN étaient reconnues comme des réseaux L. 33-1, elles auraient alors un impact sur le démarrage des réseaux mobiles de troisième génération et le développement futur du marché mobile et, ce faisant, représenteraient un risque de déstabilisation de la 3G.

Un opérateur mobile cite ainsi une étude selon laquelle l'offre de service RLAN sur le seul marché des « *hot spots* » pourrait capter en 2006 jusqu'à 10% du marché Grand Public et 35% du marché professionnel en matière de services de données 2.5G/3G. Un autre note également que le développement de services voix dans le cadre des technologies RLAN pourrait également affecter les revenus voix des opérateurs mobiles 3G. Un opérateur mobile estime que le risque de concurrence des réseaux 3G par les RLAN serait en particulier accru si le déploiement massif des technologies RLAN en Europe s'imposait comme une solution intermédiaire avant l'arrivée de l'UMTS. Cette société estime cependant que l'impact des technologies RLAN sur les réseaux mobiles devrait être faible à plus long terme et au fur et à mesure que l'UMTS deviendra un succès.

**Un nombre important de contributeurs mentionne l'impact potentiellement positif des technologies de type RLAN sur la demande en services mobiles de données.** Cette idée est reprise par un certain nombre d'acteurs qui estiment que les technologies RLAN pourraient ainsi dynamiser la demande en matière de services mobiles. Certaines contributions indiquent que le couplage de services RLAN et 3G pourraient enrichir l'offre des opérateurs et renforcer ainsi la croissance des services 3G. Un opérateur mobile investissant dans les technologies RLAN le ferait en complémentarité de sa stratégie de couverture dans les zones denses. Cette complémentarité pourrait trouver sa pleine expression dans l'itinérance entre ces deux technologies .

Un certain nombre de contributeurs minimisent en fait le risque de déstabilisation, notamment au motif que les technologies de type RLAN resteront confinés dans des « *hot spots* » et que les utilisateurs de cette technologie ne pourront pas se passer de leurs abonnements GSM/GPRS/UMTS s'ils veulent conserver une mobilité complète sur l'ensemble du territoire. Un opérateur estime que le terme de déstabilisation est un peu excessif et que le risque est plutôt celui d'un « écrémage » du marché du système mobile de 3<sup>ème</sup> génération par les technologies RLAN.

### 3.3 *Le marché des équipements*

Une société de conseil et d'intégration estime que le développement de l'offre de service devrait faire baisser le coût des terminaux disponibles, sous la condition que l'offre de services destinés au public soit disponible, afin de franchir le seuil requis pour un marché de masse.

Un équipementier et une société de conseil/intégration constatent que le coût des équipements des points d'accès et des terminaux est relativement peu élevé par comparaison avec les autres technologies disponibles sur le marché. Un opérateur estime que le marché privé de l'ensemble des terminaux de type RLAN devrait atteindre 2 milliards de dollars en 2002.

Un équipementier signale que les équipements offrant des services au public comporteront des fonctionnalités qui ne seront pas présentes ou pas mises en œuvre dans les réseaux privés (contrôle d'accès, gestion et facturation). Deux opérateurs pensent qu'il est indispensable que l'utilisateur puisse utiliser un même portable sans distinction en réseau d'entreprise et en poste nomade dans les lieux publics. Une société de conseil / intégration indique que les cartes d'accès en 2,4 ou 5 GHz seront adaptées en fonction de l'usage autorisé.

Certains contributeurs (constructeur, individuels, consultants) considèrent que les restrictions réglementaires françaises brident le marché.

### 3.4 Disponibilité des équipements conformes à la réglementation en vigueur

Pour la bande 2,4 GHz, la plupart des équipements disponibles sur le marché peuvent être utilisés conformément à la réglementation française en vigueur. Certains sont spécifiques à la France et d'autres sont universels et donc paramétrables par l'utilisateur. D'une façon générale, les contributeurs soulignent que le respect de la réglementation dépend de la bonne volonté des utilisateurs. Certains constructeurs proposent dans leur catalogue des adaptations pour une utilisation en extérieur d'équipements prévus pour une utilisation à l'intérieur des bâtiments ; ils permettent ainsi à des utilisateurs peu informés, une utilisation en dehors du cadre réglementaire, notamment en terme de puissance.

Pour la bande 5 GHz, les seuls équipements disponibles sont conformes à la norme IEEE 802.11a. Ils ne peuvent pas être utilisés car ils ne respectent pas les conditions d'utilisation en vigueur pour ce type d'équipement (-implémentation de la sélection dynamique de fréquences et contrôle de puissance-). Un constructeur considère cependant que les équipements répondant à la norme IEEE 802.11a peuvent être utilisés conformément à la réglementation en vigueur à condition de limiter l'utilisation à la bande 5150 – 5250 MHz.

### 3.5 Qualité de service sur les technologies de type RLAN, débits et portée attendus

L'ensemble des contributions s'accorde sur le fait que la qualité de service prévue dans les normes existantes dans la bande 2,4 GHz est celle du "best effort" ; la fiabilité ainsi que les performances dépendent du nombre d'utilisateurs et des risques d'interférences par recouvrement de cellules lorsque plusieurs réseaux cohabitent. Certaines contributions pointent de surcroît les difficultés potentielles liées à l'existence de normes hétérogènes.

Les réponses n'avancent pas de chiffres définitifs en l'absence d'expériences à grande échelle. Des contributions font remarquer que la qualité de service des installations établies en technologie RLAN dans la bande 2,4 GHz dépendra de la capacité du gestionnaire du lieu d'implantation des bornes de limiter l'accès à ses locaux pour de telles installations. Dans ce cas la qualité de service sera celle des réseaux fonctionnant avec le protocole TCP/IP, suffisante pour des services comme la navigation sur le web, l'e-mail, le téléchargement de fichiers, mais non pour des services à forte exigence en débit garanti et temps de réponse comme la voix et la vidéo.

Il faudra attendre la disponibilité d'équipements conformes aux normes Hiperlan 2 et 802.11h pour obtenir la permanence de service car ces normes intègrent des mécanismes garantissant qualité de service et fiabilité, notamment les mécanismes de réservation de ressource et de contrôle de débit (DCF et TCF).

Les contributeurs s'accordent pour constater qu'il n'est pas possible de garantir la permanence de service, sinon à limiter le nombre d'utilisateurs et à restreindre l'usage des RLAN à l'intérieur des bâtiments, dans la mesure où il n'y a pas attribution individuelle de ressources en fréquences. Des contributions proposent d'informer en temps réel l'utilisateur sur la ressource disponible en débit.

### 3.6 Sécurisation

Les contributions soulignent unanimement les carences en matière de sécurisation dues au protocole employé (WEP). En effet, comme le soulignent constructeurs et opérateurs, la sécurité de base est assurée par le WEP, dont la clé de chiffrement est trop courte et dont l'augmentation récente (de 40 à 128 bits) n'empêche pas le système d'être d'ores et déjà cassé ou en passe de l'être sous peu.

Les constructeurs font état de nouvelles normes pour améliorer la sécurité : 802.11i, qui permettra l'usage de WEP2 ou AES, et 802.1x qui permet d'améliorer l'authentification. Enfin, Hiperlan2 permettra de renforcer la sécurisation de l'authentification au niveau du serveur et le chiffrement des données par le protocole DES ou 3DES. Un opérateur regrette cependant que les solutions proposées par les constructeurs et visant à renforcer la sécurisation (WEP+, WEP2) ne sont pas inter opérables et donc ne conviennent pas pour le raccordement de lieux publics.

Plusieurs sociétés de conseils et individuels, tout en reconnaissant les faiblesses du protocole WEP, rappellent que la sécurisation ainsi offerte est du même niveau que celle qui est observable par exemple sur Internet et qu'elle est comparable à ce qui se pratique avec d'autres technologies radioélectriques (comme le GSM). Plusieurs contributions rappellent d'ailleurs que le nom du protocole WEP (Wired Equivalent Privacy) signifie qu'à l'origine l'objectif était de donner une sécurisation tout juste équivalente à celle des câbles filaires.

En dépit des évolutions attendues des normes, l'ensemble des contributeurs – constructeurs, opérateurs, société de conseils / intégrateurs ou individuels – s'accordent sur le fait que les progrès de la sécurisation ne pourront être apportés par la technologie RLAN elle-même, mais que l'avenir réside dans des solutions de sécurisation complémentaires mises en place par les utilisateurs (de bout en bout, à des niveaux plus élevés de la couche OSI). Les opérateurs en particulier relèvent que les utilisateurs devront implémenter eux-mêmes leurs propres protocoles de chiffrement pour assurer la sécurité dans des cas sensibles (à l'image de ce que font par exemple aujourd'hui les banques sur leurs réseaux virtuels en technologie classique).

### 3.7 Risques de congestion

Les contributions dans leur ensemble rappellent qu'aucun mécanisme ne permet d'éviter les problèmes de congestion dans les normes de la bande 2,4 GHz, et que la multiplicité des équipements et normes existants dans cette bande de fréquence risque de conduire à terme à des problèmes de congestion en certains points denses. Une société de conseil souligne que dans un contexte de déploiement en zones de peuplement peu denses, le risque de congestion est relativement faible. Deux contributions font valoir en complément que le respect des limitations de puissance actuelles permet de limiter suffisamment la portée des équipements et, par voie de conséquence, les problèmes de cohabitation.

Certaines contributions mettent en revanche en avant les avantages de la bande 5 GHz dans la mesure où les deux normes en présence (802.11a et Hiperlan2) permettent de disposer d'un plus grand nombre de canaux et également de mécanismes d'allocation de canaux plus efficaces. Plus précisément, il apparaît à la majorité des contributeurs que seule la norme Hiperlan 2 permettra vraiment de limiter ce problème, grâce au mécanisme de sélection dynamique de fréquence (DFS). Un consultant évoque également l'arrivée des technologies Ultra Wide Band (UWB), à l'horizon 2003-2004, qui devraient permettre d'apporter les meilleures réponses (faible puissance, débit très élevés) aux risques d'encombrement et de congestion du spectre.

Pour quelques acteurs, cette question trouvera sa réponse dans l'architecture choisie – par exemple par une densification très importante des cellules, ce qui suppose un investissement relativement important – plutôt que dans les évolutions technologiques proprement dites.

Enfin, plusieurs contributions appellent à l'utilisation de nouvelles bandes de fréquences ou à des partages en fonction des usages. En particulier, les opérateurs suggèrent de réserver tout ou partie de la bande 5 GHz pour la fourniture au public de services de télécommunications.

### 3.8 Risques de perturbation des applications actuelles

Les applications actuellement autorisées seraient peu affectées, selon des équipementiers et la majorité des utilisateurs individuels, si la fourniture de service au public était autorisée dans les conditions actuelles de limitation de puissance, avec une utilisation à l'intérieur des bâtiments ou sur les propriétés privées. Un utilisateur individuel d'un institut de recherche n'a pas constaté de problèmes d'interférences dans un bâtiment à forte densité de terminaux à la norme 802.11b.

La plupart des opérateurs craignent cependant que les zones à forte densité de RLAN fournissant des services de télécommunications au public ne saturent la ressource spectrale et nuisent à l'équilibre des nombreuses applications qui coexistent dans la bande (appareils de faible portée de type *Bluetooth*, équipements de détection de mouvement et d'alerte, étiquettes radio RFID).

Des études ont permis de constater que les équipements *Bluetooth* et 802.11b se brouillent mutuellement dans des situations de proximité. En général, les appareils à saut rapide (*Bluetooth*) ont moins de chance d'être pollués par les appareils à sauts lents (type 802.11b) que l'inverse. La perturbation des réseaux 802.11b est très importante s'ils fonctionnent sur des canaux voisins.

L'étude d'une entreprise utilisatrice relève que la garantie d'une bonne coexistence n'est pas assurée car les solutions retenues pour supprimer les brouillages diffèrent d'un fournisseur à l'autre et certains équipements ne disposent que de mécanismes rudimentaires pour limiter les risques d'interférence. Certaines dispositions comme la sélection dynamique de fréquence (fonction DFS), le contrôle de puissance (fonction TPC) ou le codage d'information en séquences orthogonale (CDMA) permettraient cependant de les réduire.

Trois entreprises utilisatrices craignent qu'un développement incontrôlé d'une offre de service au public n'affecte les applications actuellement en service dans les réseaux autorisés où un certain niveau de sécurité est recherché.

## 4 Les souhaits des acteurs : levée ou maintien des restrictions, Organisation du spectre

### 4.1 Fourniture de services au public au moyen des fréquences de la bande 2,4 GHz

**Les contributions sont, dans leur très large majorité, favorables à la fourniture au public de services de télécommunications utilisant des fréquences non assignées spécifiquement à un utilisateur.**

De manière générale de nombreuses contributions souhaitent limiter les contraintes réglementaires pour l'usage des technologies RLAN et n'envisagent donc pas la nécessité d'une attribution de licence.

Les grandes entreprises souhaitent pouvoir continuer à exploiter avec cette technologie des réseaux indépendants pour leur propre compte, dans des conditions techniques non dégradées. Les opérateurs sont partagés sur l'attribution de licence L. 33-1 pour exploiter les RLAN et suggèrent divers possibilités : limiter l'usage de la bande 2,4 GHz aux applications privées et réserver la bande 5 GHz à la fourniture des services au public dans un cadre réglementaire d'autorisation L. 33-1, aménager dans les licences la partie relative à la qualité de service, assouplir la notion de GFU pour l'étendre aux voyageurs d'une gare ou d'un aéroport, l'exploitation de RLAN ne justifiant pas à elle seule une autorisation L. 33-1. Une contribution considère que des autorisations par opérateur de type L. 33-1 devraient s'appliquer à ces réseaux compte tenu de l'importance qu'ils pourraient prendre et des possibilités de concurrence avec les réseaux existants.

#### 4.2 Utilisation en extérieur

Les réponses diffèrent grandement sur la pertinence de limiter en intérieur les utilisations ou de les autoriser en extérieur. Un constructeur note que plus de 80% des appels de données pour les mobiles de 3<sup>ème</sup> génération seront passés à l'intérieur des bâtiments, ainsi une limitation en intérieur des technologies de type RLAN n'invaliderait pas nécessairement le plan d'affaires de ce type de réseau.

Les radio-amateurs, ainsi que les grands utilisateurs partagent ce souhait, qui aurait pour avantage de limiter *de facto* les risques de brouillage.

Cependant **de nombreuses contributions considèrent qu'il faut autoriser un usage en extérieur, au moins autour des bâtiments**, pour ne pas faire obstacle au développement de nouveaux services (point de vue de sociétés de conseil, d'intégrateurs de plate-forme WISP) et à l'aménagement des zones rurales (réponses dans la mouvance des collectivités locales). En outre ces contributeurs considèrent qu'il ne serait pas réaliste de vouloir confiner les usages et constatent que des utilisations en extérieur se multiplient d'ores et déjà.

#### 4.3 Organisation du spectre

##### - Bande 2,4 GHz

Un bon nombre de contributions, provenant notamment d'industriels, considèrent que **la quantité de spectre est insuffisante dans la bande 2,4 GHz pour le déploiement des technologies RLAN en raison du nombre restreint de canaux pouvant être utilisés avec une puissance maximale de 100 mW**. Ces restrictions actuelles seraient trop fortes pour offrir au public un service de qualité et constituent une exception européenne.

Toutefois une majorité d'utilisateurs individuels ainsi que certains équipementiers ne souhaitent pas limiter les usages. Les différentes applications pourraient selon eux cohabiter dans ces bandes. Les systèmes Wi-Fi se développant dans une logique de banalisation, il serait vain de vouloir mettre en place des barrières trop rigides et il semble difficile de faire migrer vers d'autres bandes les réseaux RLAN déjà installés.

La plupart des opérateurs et équipementiers souhaitent que les réseaux RLAN qui seraient autorisés au titre de l'article L. 33-1 ne cohabitent pas dans la bande 2,4 GHz avec des réseaux existants. Ces contributeurs proposent de faire migrer les réseaux de type L. 33-1 dans la bande des 5 GHz.

##### - Bande 5 GHz

Une contribution fait valoir que les contraintes ne peuvent pas être relâchées sur la bande 5150 – 5350 MHz, compte tenu du partage avec les autres services de radiocommunications, notamment en matière de puissances autorisées. Une association d'utilisateurs estime que les restrictions actuellement en vigueur pour ce qui concerne la puissance et les lieux d'utilisation n'empêcheraient pas la compatibilité avec la fourniture de services au public. Il est noté que les mécanismes de sélection dynamique de fréquences et de contrôle de puissance permettent d'optimiser l'utilisation du spectre radioélectrique.

Néanmoins, un grand nombre de contributions estime que la quantité de spectre disponible dans la bande de fréquences 5 GHz n'est pas suffisante pour offrir au public un service de qualité dans les zones à forte concentration d'utilisateurs. **Aussi une large majorité des contributions est**

**favorable à l'ouverture de la bande 5470 – 5725 MHz au déploiement des RLAN** . Un opérateur indique que l'utilisation de la bande 5 GHz en France n'est pas conforme aux décisions de la CEPT.

Quelques suggestions sont faites également pour segmenter cette bande 5 GHz par type d'usage (coopératif, privé, public,..) et réserver des sous-bandes de fréquences pour optimiser l'utilisation de la ressource radio. En particulier, les opérateurs estiment que la qualité de service offerte serait difficilement maîtrisable dans le cas d'un déploiement non coordonné et suggèrent l'attribution d'une partie au moins de la bande 5 GHz aux opérateurs de réseaux ouverts au public L. 33-1.

Un opérateur rappelle que le rapport ERC DSI phase 3 propose que les technologies de type RLAN utilisent la bande des 5 GHz et que la bande 2,4 GHz soit réservée à des applications "domestiques" PAN (appareils à faible portée et faible puissance de type *Bluetooth*). Deux opérateurs préconisent d'exclure les liaisons fixes point à point pour satisfaire les besoins des utilisations actuelles et futures.

Un contributeur souhaite cependant attirer l'attention sur le fait qu'un dépassement des niveaux de puissance rayonnée spécifiés dans la décision ERC/DEC/(99)23 afin de faciliter l'utilisation d'antennes fortement directionnelles dans les bandes 5150-5350 MHz et 5470-5725 MHz pourrait remettre en question les bases du partage avec les autres services. Elle indique que des études sur ce point sont en cours dans le cadre de la préparation de la CMR-03.

#### 4.4 *Cohabitation des réseaux*

- Faut-il limiter le nombre d'exploitants commerciaux de RLAN ?

- Bande 2,4 GHz

**Compte tenu des usages actuels dans la bande 2,4 GHz, et en l'absence de critère technique ou économique pertinent à ce stade de développement, les contributeurs ne trouveraient pas réaliste de restreindre globalement aujourd'hui le nombre d'opérateurs dans cette bande.**

Certains insistent pour que l'usage des fréquences reste complètement libre.

Cependant les contributions constatent qu'une couverture multi-opérateurs d'un site n'est pas possible pour des raisons techniques dans la bande 2,4 GHz, et il est rarement envisagé la présence de plus d'un exploitant (à la rigueur deux) de RLAN sur un même site. Les gestionnaires des lieux de déploiement seront ainsi amenés à limiter le nombre d'installations utilisant les technologies RLAN pour éviter les brouillages. Une contribution pointe à ce propos le risque de préemption du canal disponible par un seul acteur en l'absence de toute régulation.

- Bande 5 GHz

Bien que l'ensemble des contributions s'accorde sur le fait que l'usage de technologies de type RLAN ne doit pas nécessairement nécessiter d'autorisation relevant de l'article L. 33-1, les réponses sont assez variables sur le nombre de sociétés exploitant de tels réseaux.

Un certain nombre de contributions, émanant notamment d'opérateurs, souhaitent un partage explicite du spectre entre quelques opérateurs pour la bande 5 GHz ou au moins une réservation d'une partie de la bande à des opérateurs de réseaux publics ou indépendants.

D'autres contributions, en nombre équilibré, sont absolument opposées à cette position, considérant que la quantité de spectre disponible dans cette bande, ainsi que les mécanismes

disponibles pour gérer l'accès aux canaux ne justifient pas de limiter l'accès à la bande, et que les problèmes de congestion sont surtout dus au nombre d'utilisateurs plutôt qu'au nombre d'opérateurs.

- Cohabitation des réseaux coopératifs et des réseaux commerciaux

Sur le plan technique, la majorité des contributions, issues aussi bien de constructeurs, de consultants ou de particuliers, constate que les réseaux coopératifs ont vocation à se développer dans les zones résidentielles et non dans les zones commerciales ou industrielles, ni même dans les «hot spots» tels que aéroports, gares, etc. où se déploient les réseaux privés d'entreprises ou d'administration. Le risque de brouillage est donc faible, sous réserve du respect des conditions actuelles de puissance. D'autres contributions soulignent la faible puissance des équipements RLAN et considèrent que la cohabitation est un faux problème.

*A contrario*, quelques contributions soulignent la nécessité de conserver les limitations actuelles en puissance en fonction des usages (intérieur, extérieur) et certaines s'inquiètent de la saturation du spectre dans la bande des 2,4 GHz, à terme, sur certaines zones particulières.

Sur le plan économique, la plupart des contributions des experts et consultants considère faible voire nul le risque que le secteur non marchand empiète sur le secteur marchand. Ces acteurs soulignent au contraire une complémentarité stimulante. Toutefois, certains opérateurs font valoir qu'il n'est pas souhaitable que les réseaux coopératifs soient autorisés à s'établir dans les zones concurrentielles, dans la mesure où rien ne garantit que les réseaux dits "non marchands" le demeurent à terme (exemple des radios libres) ou bien le soient réellement (rémunération indirecte ou cachée, cas de sponsors...). En outre, l'un d'eux fait remarquer qu'indirectement les réseaux coopératifs peuvent avoir un impact négatif sur les autres services fournis en technologie RLAN, en véhiculant l'image de réseaux à qualité et sécurité très dégradée.

#### 4.5 *Redevances*

**La majorité des contributions est favorable au maintien de la gratuité du spectre dans ces bandes de fréquences.**

Quelques points de vue divergents apparaissent cependant :

– une contribution fait valoir que si l'usage de ces fréquences donne lieu à une commercialisation de services, il ne paraît pas choquant dans ce cas d'espèce que l'Etat puisse tirer une rétribution de la mise à disposition d'une partie de son domaine public hertzien, même sans assignation de fréquence ;

– les opérateurs considèrent que si le 2,4 GHz doit rester gratuit, en revanche, une redevance pourrait être instituée en 5 GHz, par exemple sur le modèle des redevances GSM, si une partie de la bande est finalement réservée à des fréquences assignées à des L. 33-1.



### Tableaux comparatifs des technologies GSM/GPRS, UMTS et RLAN selon deux contributions

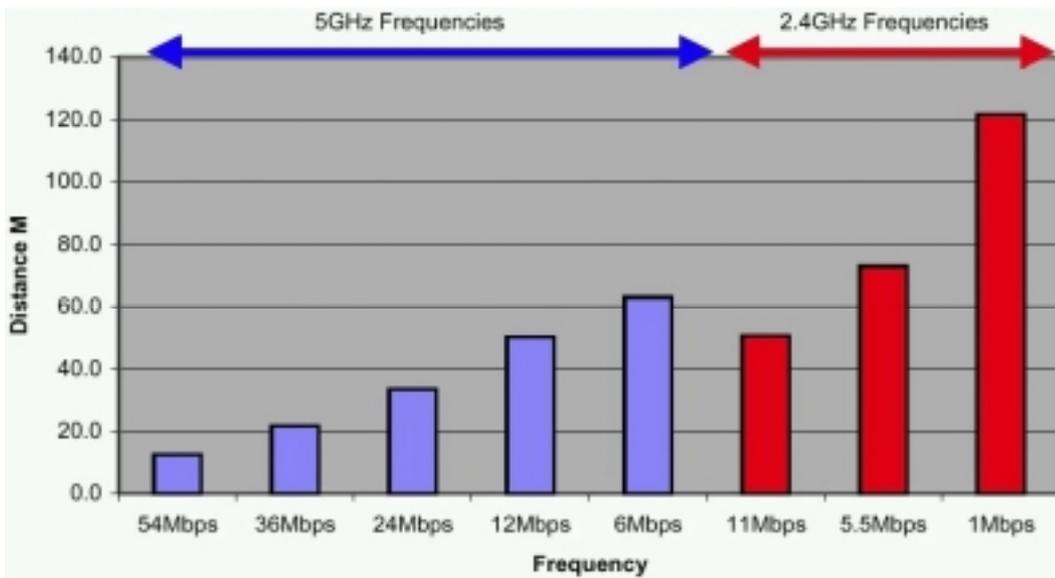
	GPRS	UMTS	RLAN	Wireless DSL
Débit suffisant	Non	Non ?	Oui	Oui
Fonctionnement indoor	?	?	Oui	Oui?
Mode diffusion radio	Non	Non	Oui	Non
Localisation aisée	Non	Non	Oui	?
Sécurité suffisante	Oui	Oui	Oui?	Oui
Authentification	Oui	Oui	Oui	Oui
Mise en œuvre économique	Non	Non	Oui	?
Date disponibilité	2002	2004	2002	2005

*(Extrait de la contribution de APC Fingermind)*

	GSM/GPRS	UMTS	RLAN
Débit utilisateur	+	+++	++++
Qualité de service	++	++++	++
Services voix	++++	++++	+
Accès Internet/Intranet	+	+++	++++
Services de localisation	+++	++++	+
Couverture	++++	+++	+
Mobilité	++++	++++	++
Facilité de déploiement	+	+	+++

*(Extrait de la contribution de Nokia)*

Comparaison de couverture entre le 2,4GHz et le 5GHz à 15dBm



(Extrait de la contribution de Lucent Technologies)

## Liste des contributeurs

ADP Telecom	Radio amateur
AFUTT	Radio amateur
Agence Nationale des Fréquences	Radio amateur
Agere Systems Response	Radio amateur
Air France	RATP
Airbus	SPM web
All Comm	Stepmind
Altitude	TLC
Alvarion	T-Systems (Siris)
Amara/Bursztejn	Ubiqwi
APC SA Fingermind	Unplugged world
Association de radio amateurs REF-Union	Wificom
Association Fondation Internet Nouvelle Génération (FING)	XRING
Association France Wireless	
Association radio amateur	
Association Radiophare	
Bouygues Telecom	
CED Entreprises	
Cegetel	
Cervoni conseil	
Cisco	
Colubris Networks/Equipements scientifiques	
CRI -Conseil Gal Hte Savoie	
D.A. Systemes	
Devoteam	
Digital Airways	
étudiant CNAM	
étudiant Compiègne	
étudiant Ecole Centrale Paris	
étudiant ENST	
Firstmark	
Forum Hiperlan 2 (Telia)	
France Telecom	
GITEP	
Hypranet (rep. individuelle)	
ICO	
individuel	
individuel	
individuel	
individuel	
ingénieur cnrs	
INRIA (rép individuelle)	
IS Production	
ISOman ORBlman	
Items International	
Lagardère Active Broadband	
Louis Dreyfus Communications	
Lucent	
Mairie de Paris	
MyStream	
Netin@ry	
Netmobile-Mobilys	
Nokia	
Noos	
Observatoire des télécoms dans la ville	
Orange France	
PSA	
Quartier-rural (rep. Individuelle)	
Radio amateur	
Radio amateur	
Radio amateur	