



Le spectre des fréquences : les enjeux

Juillet 2002

TERA Consultants

32 rue de Jeûneurs

75002 PARIS

Tél. + 33 (0) 1 55 04 87 10

Fax. + 33 (0) 1 53 40 85 15

S.A.S. au capital de 200 000 €

RCS Paris B 394 948 731

Quelques tendances fondamentales

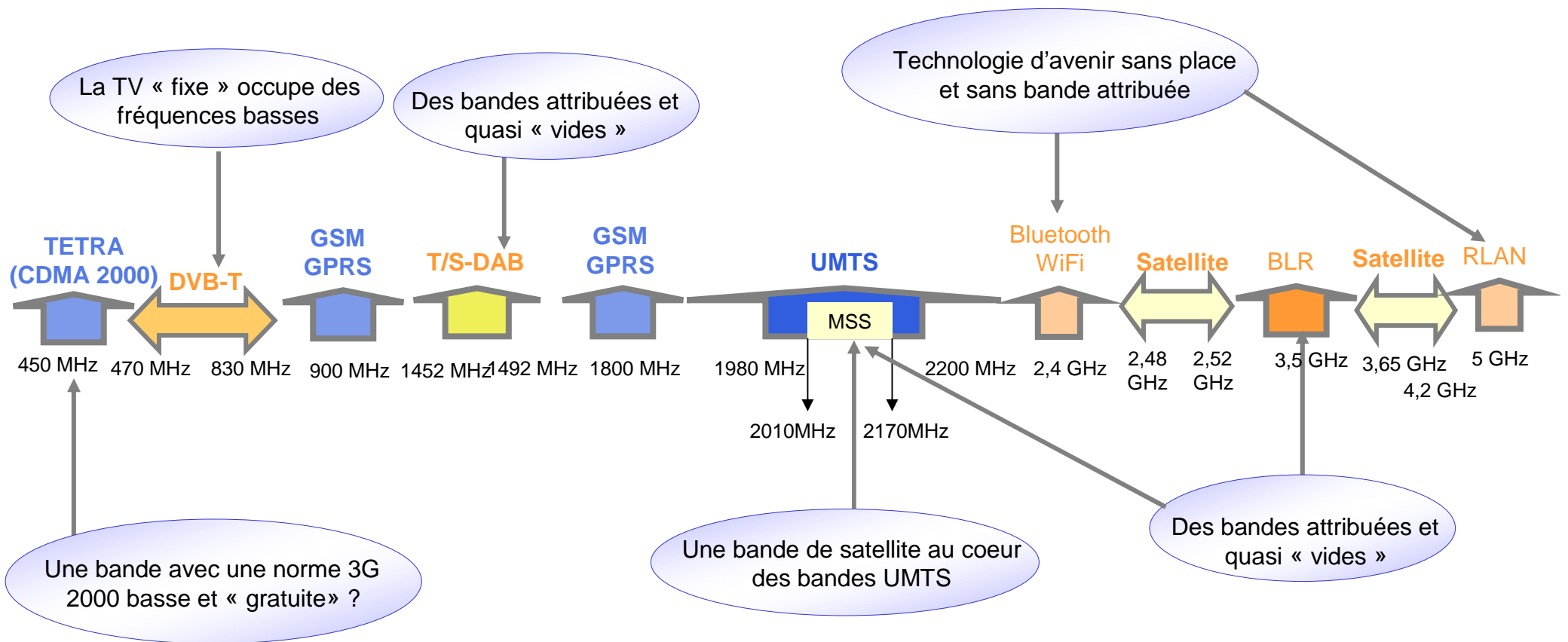


- ⇒ Les fréquences «**basses**» (moins de 2 GHz) doivent être réservées aux services mobiles : la propagation des ondes est meilleure dans les fréquences basses, les coûts sont plus faibles pour déployer un réseau
- ⇒ Les services exigeant des débits élevés doivent plutôt se situer dans des fréquences «**hautes**» : la fréquence est moins rare lorsque l'on compte en milliards (Giga hertz) et pas en milliers (Kilo hertz)
- ⇒ **Tous les signaux** utilisant le spectre seront progressivement **numérisés** : utilisation plus efficace des fréquences, coût plus faible.
- ⇒ Les typologies de service issues du «règlement radio international» s'estompent : distinction services fixes versus mobiles (ex. nomade), ou distinction radiocommunication versus radiodiffusion (ex. services broadcast avec stockage local)

L'occupation actuelle du spectre des fréquences : quelques anomalies



Le plan de fréquences n'est jamais optimisé : poids de l'histoire, incertitude des marchés, des technologies, ...



Quelques questions clés



- ⇒ **Que faire des services fixes de diffusion dans les fréquences basses ? A terme les faire migrer ailleurs (filaire ou bandes «hautes» : Ku) et les utiliser pour ou en couplage des services mobiles...**

- ⇒ **Comment éviter des allocations pour des technologies qui ne trouvent pas leur marché (Ermès, BLR, etc.) ? Casser la règle du couplage fréquence-service-norme**










- ⇒ **Comment faciliter une meilleure allocation du spectre pour éviter la coexistence de situation de rareté et d'abondance dans la dimension spectrale (Wifi/BLR) ou géographique (Paris versus Lozère)? créer un marché secondaire...**

Multimédia Mobile : le succès des services « enrichis » entraîne rapidement un risque de saturation des réseaux → la 4G



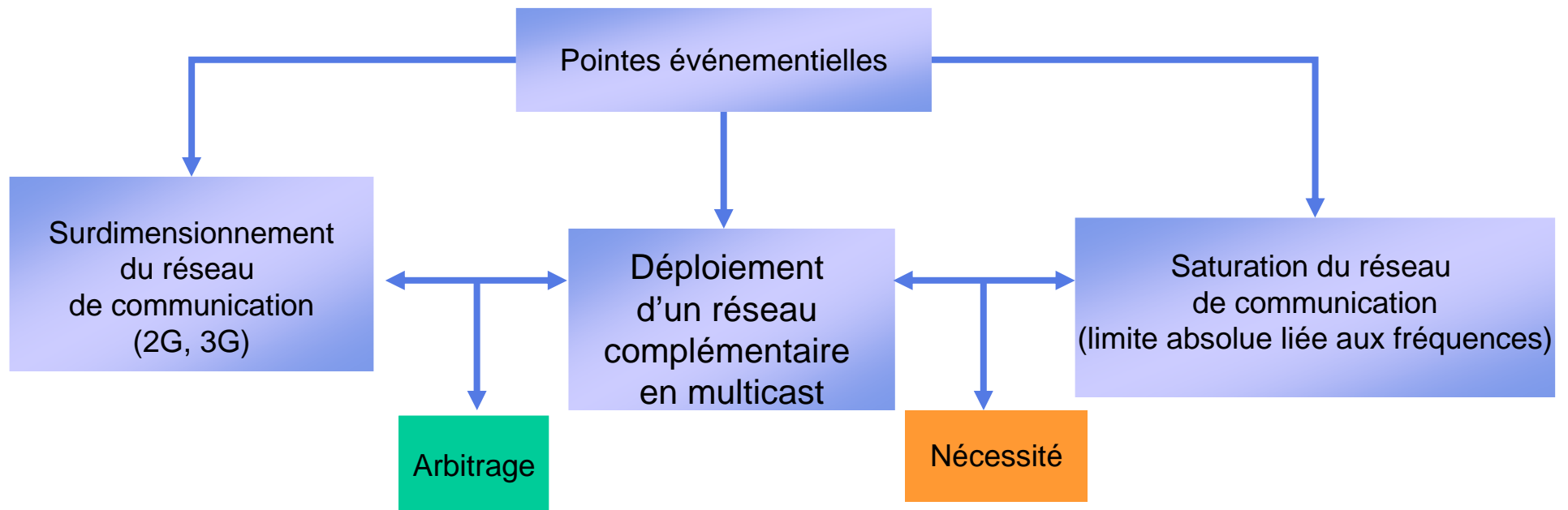
- **Durée de téléchargement d'un fichier MP3 musique : 11 secondes à 1mn 30**
- **50 à 100.000 streams simultanés suffisent à saturer un réseau 3G (50% population nat.)**
- **NTT DoCoMo anticipe des problèmes de saturation de son service FOMA et développe une norme 4G en collaboration avec HP**
- **Les «fréquenciers» du lobby terrestre sont entrés en guerre contre les «fréquenciers» du lobby « stellaire »**

Exemples de services mobiles « gourmands » en fréquences

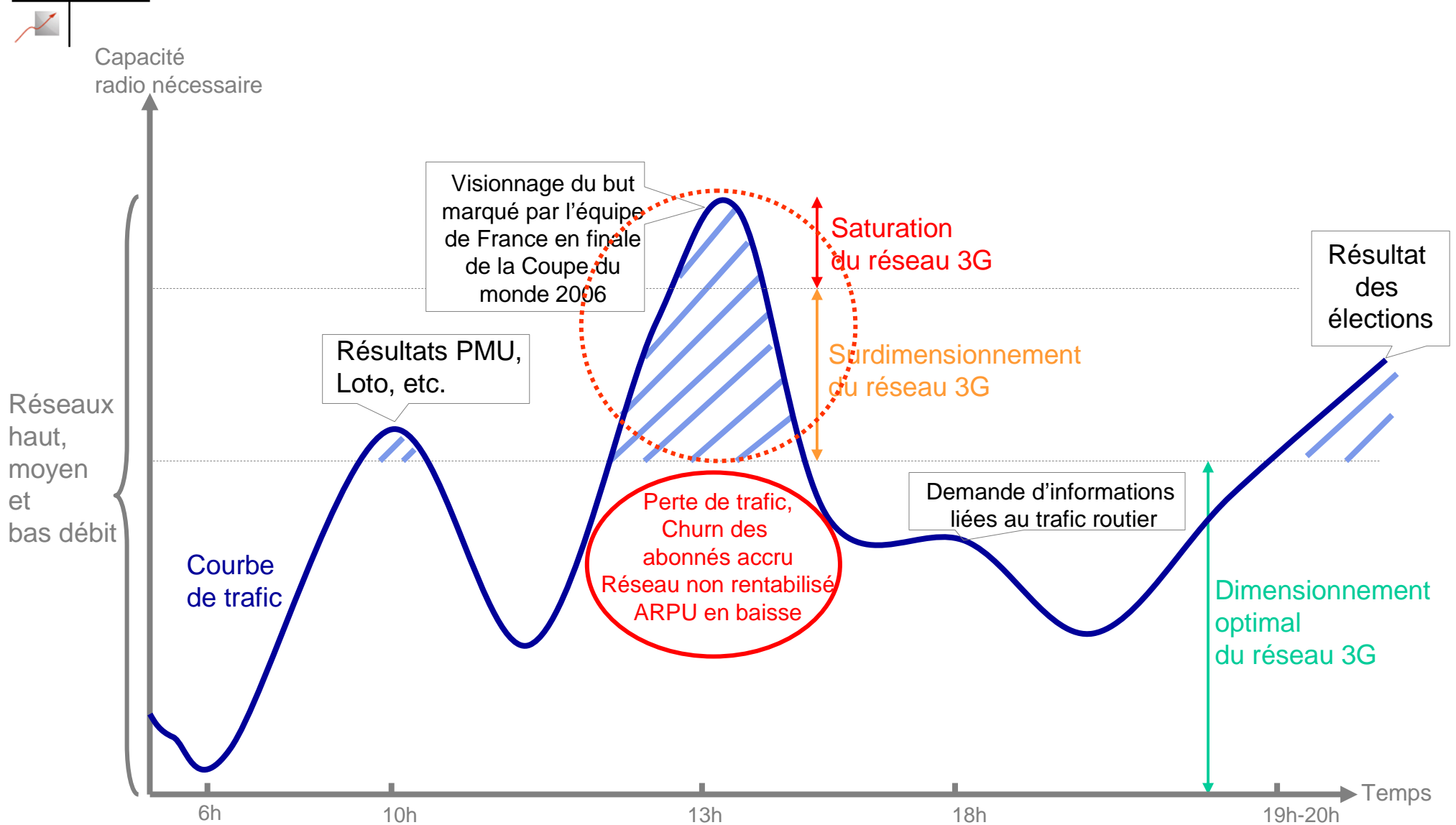
COMMUNICATION	INFORMATION	CONTENU	COMMERCE
 Visiophonie	<ul style="list-style-type: none">  enrichie et renouvelée (finance, trafic, météo)  Services liés à de la géolocalisation  Web browsing sur services haut débit 	<ul style="list-style-type: none">  Streaming de contenu audio et vidéo  Téléchargement de contenus audio et / ou vidéo  Jeux 	<ul style="list-style-type: none">  Catalogues On-line  Publicité « attractive »

Une opportunité : la pointe est souvent liée à un besoin d'information événementielle partagée en débit asymétrique

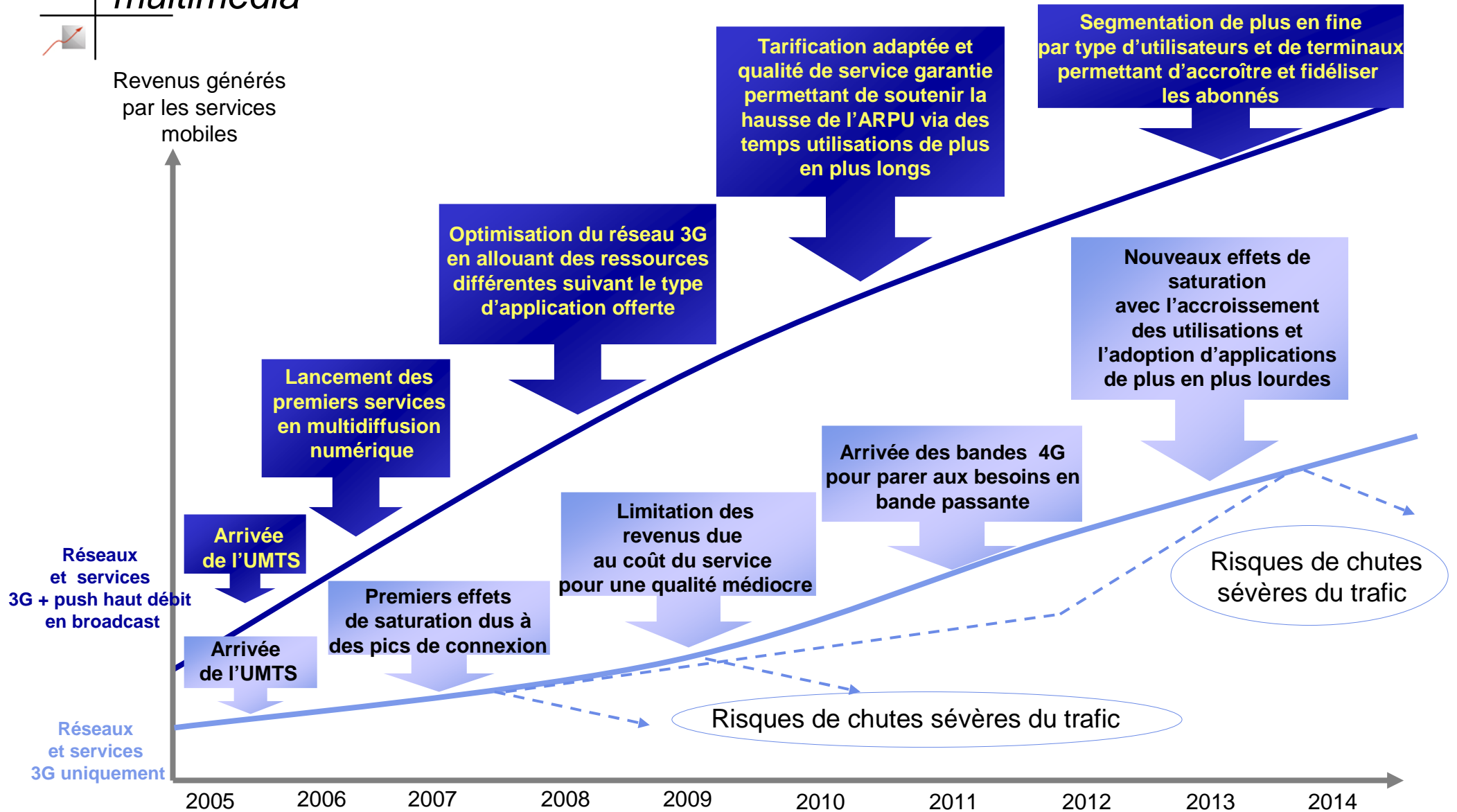
- Pour nombre de services enrichis, la consommation correspond à des besoins d'accès à une information partagée entre un grand nombre de consommateurs qui peut être stockée dans le terminal. Il y a souvent et régulièrement focalisation des consommateurs dans le temps et dans l'espace pour l'accès à ces informations
- Ces caractéristiques donnent tout son sens technique et économique au recours à des solutions de multicast (push) pour satisfaire les besoins d'information « rafraichies » et les pointes événementielles car un réseau de diffusion délivre à un coût moindre qu'un réseau de communication une information sur un parc de terminaux.



La diffusion permet l'optimisation des réseaux de communication

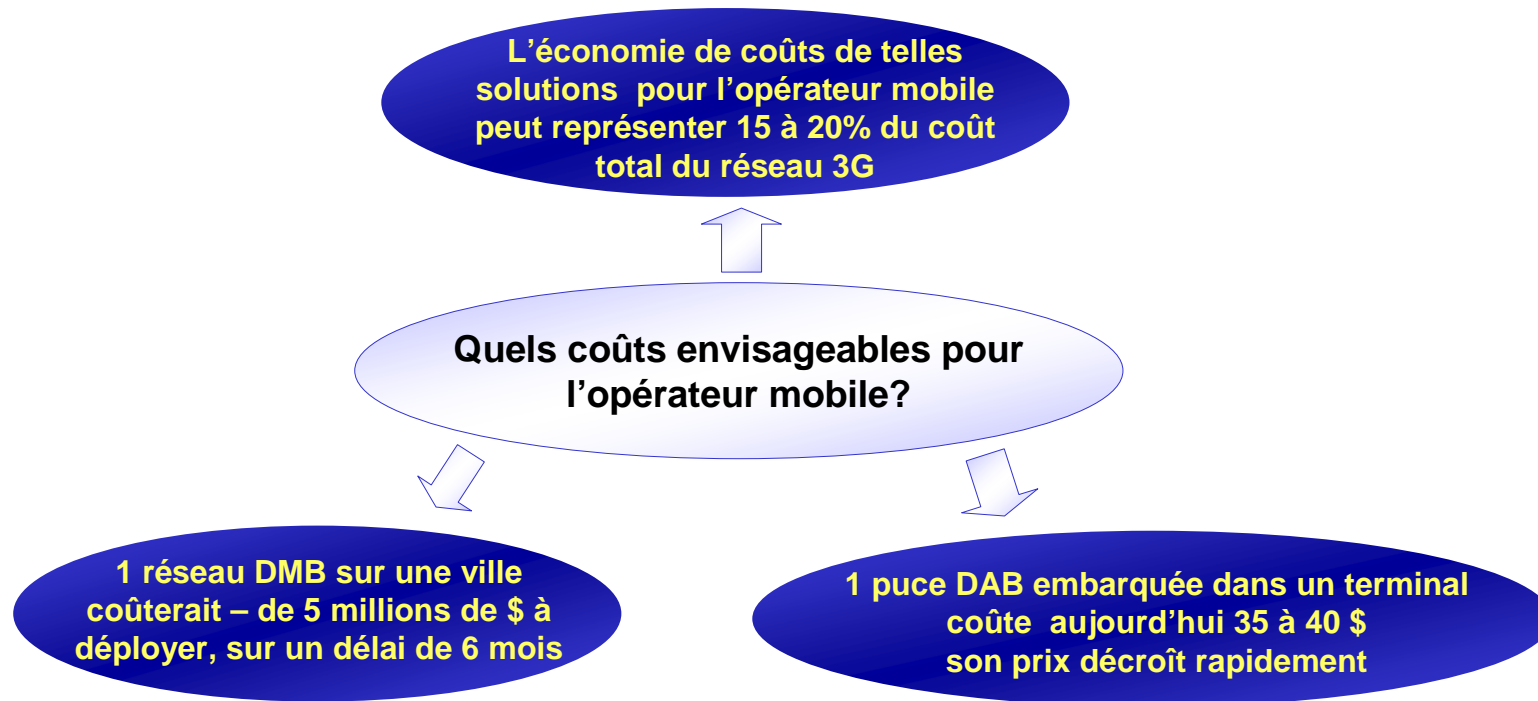


L'impact potentiel du multicast sur les revenus mobiles est important et pourrait minimiser les risques inhérents aux futurs services multimédia



Des économies d'investissement significatives ?

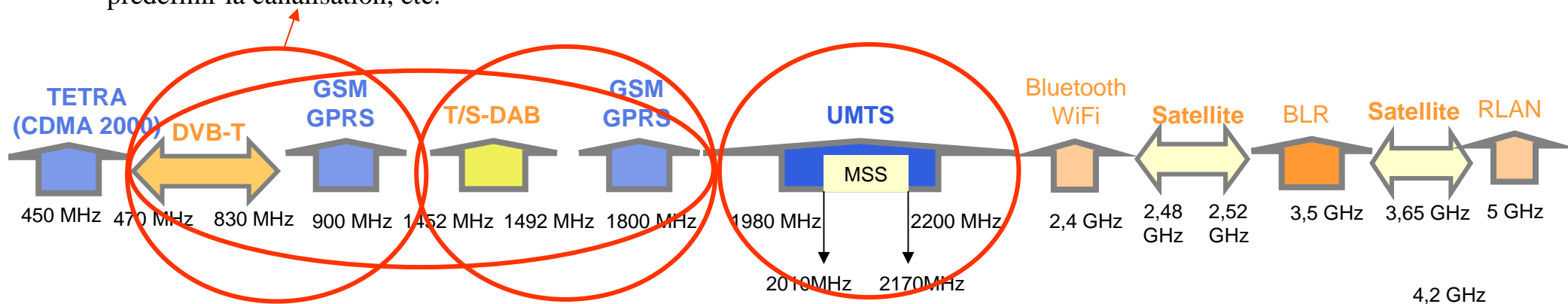
Le coût d'un réseau complémentaire permettant le broadcasting mobile reste encore à évaluer suivant les technologies employées (DAB/DVB/DMB, satellitaire / terrestre). Toutefois, il ne devrait pas représenter une charge additionnelle trop importante par rapport aux investissements 3G déjà réalisés par les opérateurs mobiles.



La question de l'appariement des bandes



TNT : elle devient mobile mais il faut un contrôle d'un multiplex par un seul acteur, ne pas retenir la modulation actuelle, ne pas prédéfinir la canalisation, etc.



Des questions en suspens



La complémentarité mobiles/diffusion n'en est encore qu'au stade de projet et suscite des interrogations techniques qui seront levées au cours des expérimentations qui débutent. Au plan réglementaire, les futurs services suscitent des interrogations qui doivent être résolus avant leur lancement par les opérateurs.

Quelle technologie?



- Avantages/inconvénients de chaque technologie?
- Complémentarité / Substituabilité de chaque technologie?
- Coût global de l'infrastructure?
- Impact sur les terminaux?
- Évolutions industrielles à 5 ans?
- Quels partenariats technologiques?

Quel cadre réglementaire?

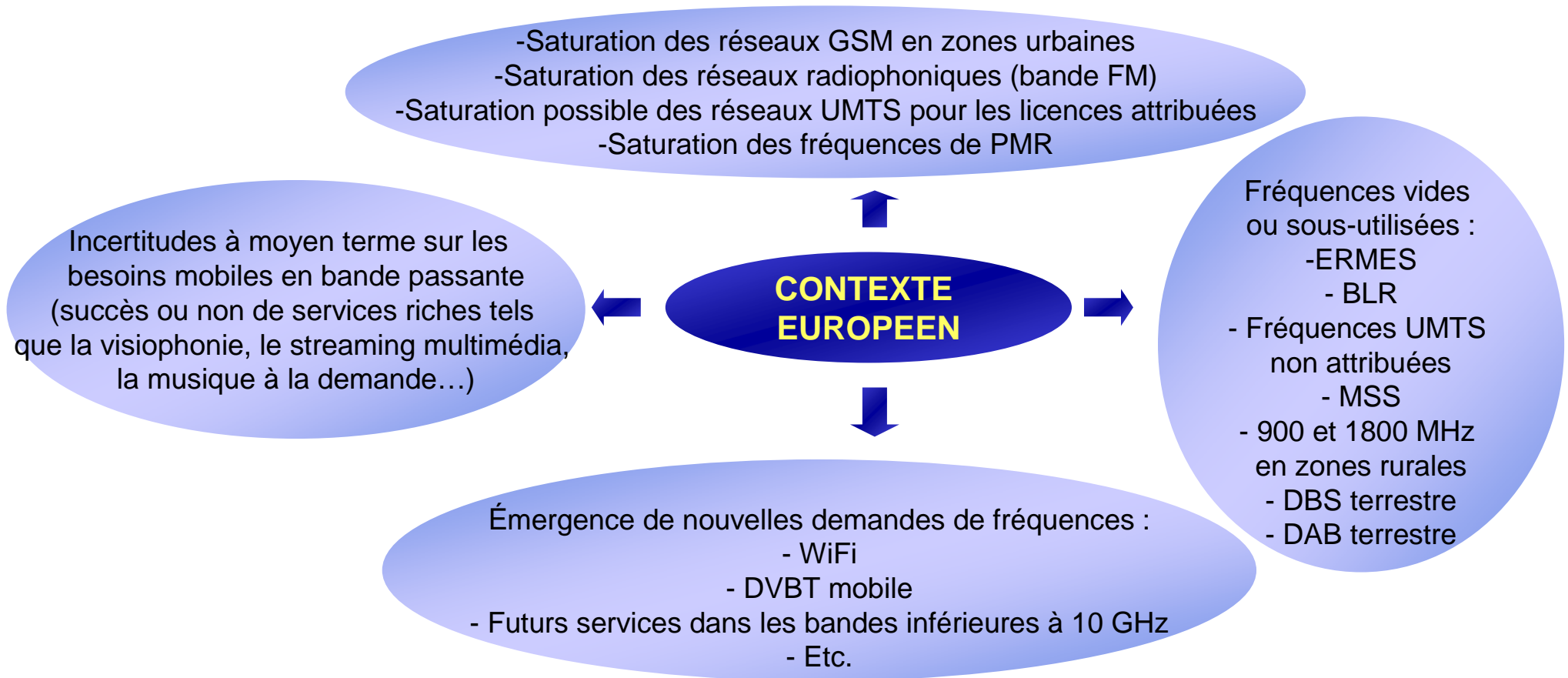


- Application du droit audiovisuel?
- Application du droit radiophonique?
- Application du droit satellitaire?
- Application du droit du numérique terrestre?
- Législation sur les quotas culturels, les droits sur les contenus, la protection de la personne, la pub...
- Tutelle du CSA et/ou de l'ART?
- Réglementation du spectre
- Variantes nationales du cadre réglementaire...

Le contexte actuel montre des déséquilibres significatifs dans la gestion du spectre



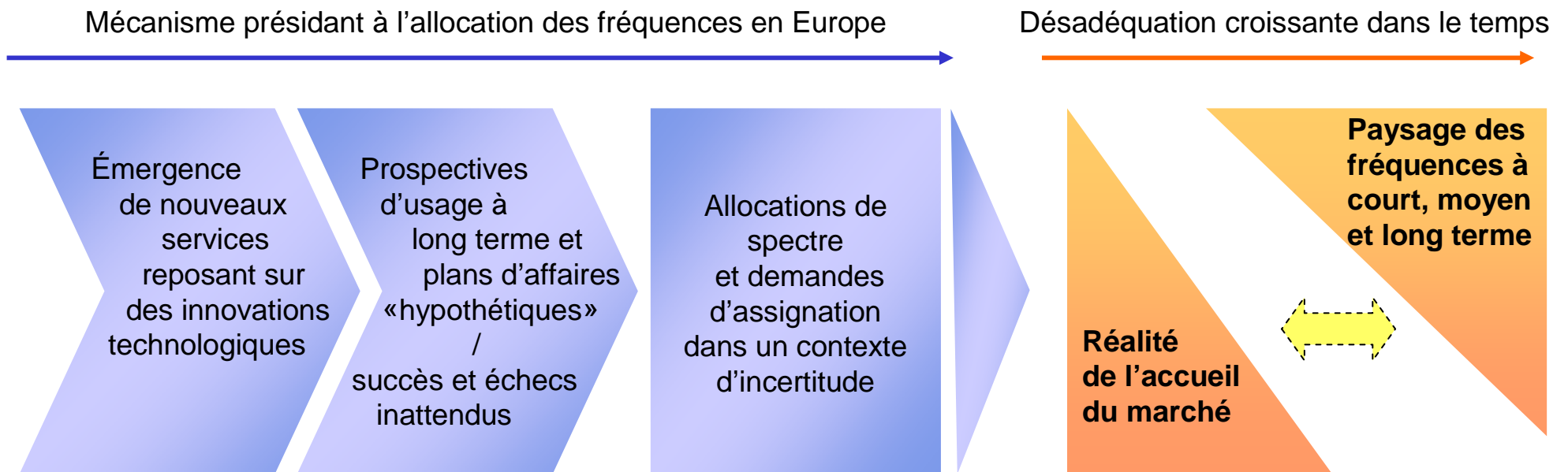
Actuellement, des déséquilibres existent entre les fréquences allouées aux différents types de services de communication et leur utilisation réelle par les différentes catégories d'opérateurs.



Une situation susceptible de s'aggraver avec le temps



Cette situation provient d'un mode d'attribution des fréquences qui repose sur des hypothèses de marché trop incertaines...



... d'où la nécessité d'envisager un marché secondaire des fréquences pour corriger les phénomènes d'inadéquation entre l'offre de fréquences et les besoins réels!

Un fait nouveau : la réglementation évolue vers une autorisation de la création de marchés secondaires



ETATS-UNIS

• Secondary Markets in Spectrum Initiative de 1996

- Pour les licences déjà attribuées : « partitioning » (revente des licences par redécoupage géographique) ou « disaggregation » (revente de fractions de bandes).

- Pour le spectre : sous-location de la licence.

Possibilités de **revente du spectre pour l'instant limitées aux bandes dédiées aux services de communications sans fil, fixes ou mobiles.**

(cf. § 63 de la Notice of Proposed Rulemaking (WT Docket No. 00-230) « Promoting Efficient Use of Spectrum Through Elimination of Barriers to the Development of Secondary Markets »)

EUROPE

• Considérant 19 de la directive 2002/21/CE:

- Gestion aussi efficace que possible de l'attribution et l'assignation des fréquences

- Le transfert de radiofréquences comme moyen de susciter une utilisation plus efficace du spectre

• Article 9 § 3 de la Dir. Cadre

• **Possibilité, pour les entreprises, de transférer des droits d'utilisation de radiofréquences vers d'autres entreprises**

• Article 9 § 4 de la Dir. Cadre

- **Transfert des droits d'utilisation de radiofréquences entre entreprises est autorisé mais encadré par l'autorité réglementaire nationale**

AUTRES EXPERIENCES

Australie : A instauré une mise aux enchères du « spectrum licencing » avec :

- Neutralité technologique vis-à-vis des services utilisant les bandes
- Licences constituées d'un certain nombre de **STU** (Unités d'Échange Standard) pouvant être achetées/ vendues sur un marché secondaire en totalité ou par parties.

Nouvelle-Zélande : Depuis 1989, mise en vente du spectre avec 2 types de droits de propriété :

- Droit **exclusif de gestion d'une bande nationale jusqu'à 20 ans**
- Dans la bande nationale spécifiée, droit d'émission de licences locales par le gestionnaire

Retour des premières expériences



L'expérience d'un marché secondaire la plus aboutie aujourd'hui est celle de la Nouvelle-Zélande. Elle montre qu'il est possible de créer des droits négociables d'utilisation du spectre et de permettre la vente de ces droits, quand bien même des occupants sont déjà présents.

- ➔ **Nouvelle-Zélande** : 6 ventes de licences entre 1989 et 1995, d'autres ventes à l'étude. Le Gouvernement envisage par ailleurs de remplacer les droits de 20 ans par des droits perpétuels sur les licences (privatisation du spectre).
- ➔ **Australie** : Première allocation de licences de fréquences (grossiste) en 2001. Première vente a donné lieu à une hausse du prix de la ressource (\$/MHz) de 20% par rapport au prix payé par le détenteur de la licence primaire.
- ➔ **Etats-Unis** : Important marché informel de vente et d'achat d'opérateurs ou de licences, mais échec de l'initiative «spectrum licencing».
- ➔ **France** : Négociation sous l'égide de l'ART et sans appel d'offre pour un accès d'Orange et SFR à la bande 1800 en échange d'un accès à la bande 900 pour Bouygues Telecom.

Marché secondaire : une solution qui ne va pas sans risques...

Toutefois, l'expérience de la Nouvelle-Zélande n'est pas transposable telle quelle dans n'importe quel pays. Des difficultés et risques spécifiques sont ainsi à prévoir, notamment en Europe, mais une démarche "créative" et mesurée permettrait de les neutraliser

TYPOLOGIE DES RISQUES PRINCIPAUX

ETAT

Non-coordination aux frontières

Hétérogénéité des mécanismes en Europe et non-coordination des autorités réglementaires concernées

Incompatibilité des Intérêts de l'Etat avec le marché secondaire

Non-coordination des affectataires entraînant des réallocations contraires aux règlements internationaux

OPERATEURS

Spéculation des détenteurs de droits

Éviction des plus petits acquéreurs

Monopole de gros acteurs

MARCHE

Distorsions de concurrence dues à des différences de prix de fréquences pour des services concurrents.

Fragmentation spectrale / géographique empêchant l'introduction de services gourmands en bande passante ou en continu sur le territoire

Rigidification des transactions

Exemples de transaction possibles à gros enjeux



- ⇒ **Le cœur des fréquences UMTS : les opérateurs satellites négocient déjà avec les opérateurs terrestres**
- ⇒ **Les bandes numériques de diffusion (radio ou TV) pour des applications intégrées dans des réseaux de communication mobiles**
- ⇒ **Les excédents de capacité «radio» des petits opérateurs nationaux pour faciliter l'entrée de MVNO comme BT... (ex. Espagne et projet CMT)**
- ⇒ **Bandes radio numérique terrestre (T-DAB) pour des bandes satellite (S-DAB)**
- ⇒ **La 4ème licence 3G en France attribuable pour trading de bandes par exemple pour faciliter l'entrée d'acteurs « Data nomade » axés sur Wifi comme BT...**

Internet et WiFi : un parallèle saisissant



- ⇒ Une norme détournée de sa finalité initiale : utiliser au mieux le cuivre et ou les ondes pour contourner les problèmes de saturation/destruction des boucle locales.
- ⇒ Une norme libre développée par des communautés de chercheur à travers le monde (plusieurs milliers) → coût de la norme = 0 ; évolution très rapide (sécurité, débits, diffusion, interférences, etc.)
- ⇒ Une idéologie tournée vers la gratuité (bande en partage) → le conflit entre les marchands (les «WISP») et les 'gardiens du temple' («FISP»)
- ⇒ Une explosion des utilisateurs parfaitement anticipable car basée sur un parc de terminaux acquis incidemment par les consommateurs USA
- ⇒ L'accès aux fréquences allouées (2001) est la clé du développement comme l'accès aux réseaux commutés était la clé du développement de l'Internet (1995)

Une demande naissante qui décolle mécaniquement et sans effort



- **Les « hot spot » et réseaux communautaires**
 - aux USA : **900 000 utilisateurs actifs environ 10 000 points d'accès**
 - en Europe : **20 000 utilisateurs actifs et près de 3500 points d'accès**
- **1 million d'appareils ayant des fonctionnalités WLAN vendus en 2001 (75 millions en 2006...) parc de 2 millions de terminaux déjà en Europe**
- **Les réseaux d'entreprises**
 - le marché mondial du matériel WLAN : **2 milliards d'euro en 2001**
 - **100.000 entreprises utilisent WI-FI dans leurs réseaux**
- **Mécaniquement, 2/3 laptops, 1/3 des PDA, 1/5 des radio-téléphones seront WiFi en 2006**
- **En 2006, plus de 100 millions de personnes utiliseront des service WLAN dans plus de 90.000 zones desservies**

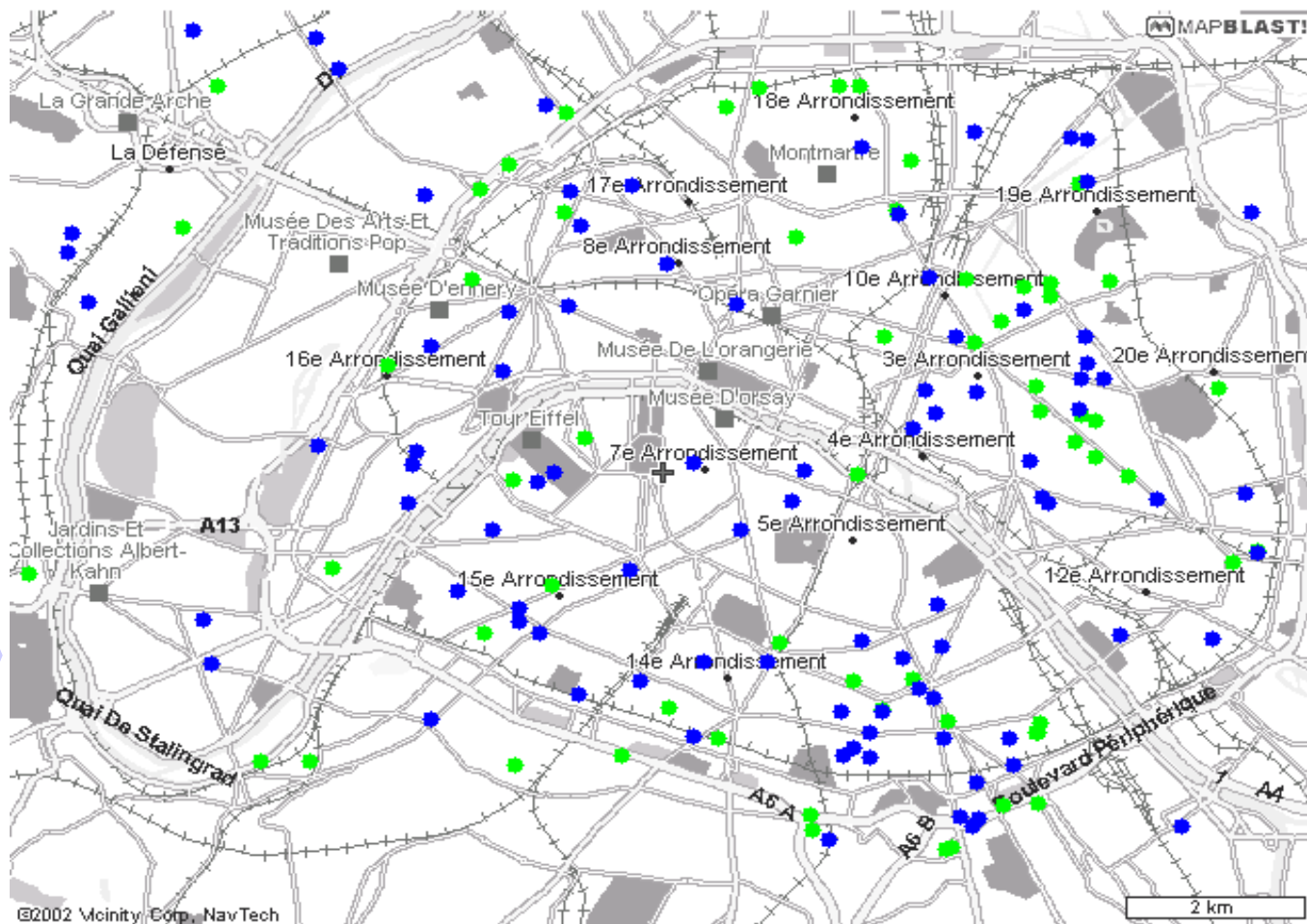
Des réseaux qui s'installent spontanément : déjà un MAN à Paris ?



Les relais installés dans la ville de Paris

Seattle Wireless compte aujourd'hui plusieurs centaines d'antennes relais disséminées dans la ville

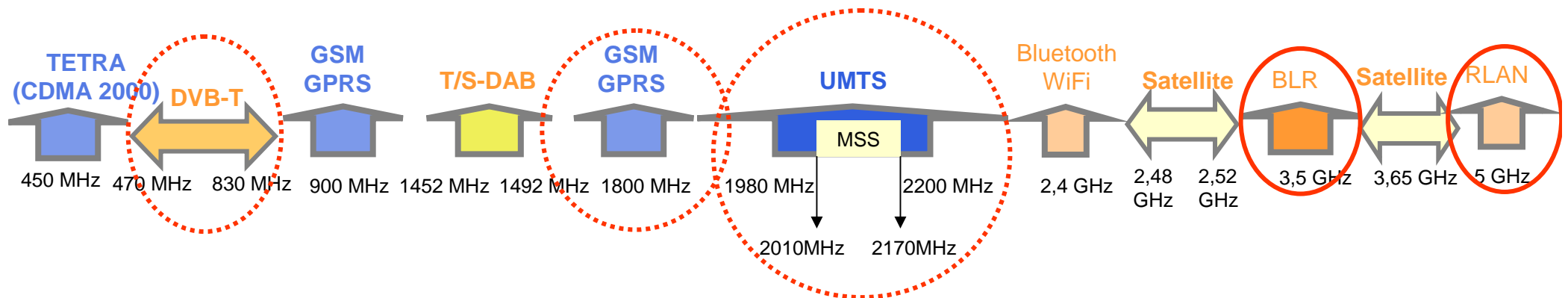
A Paris, on approche les 90 fin mai 2002



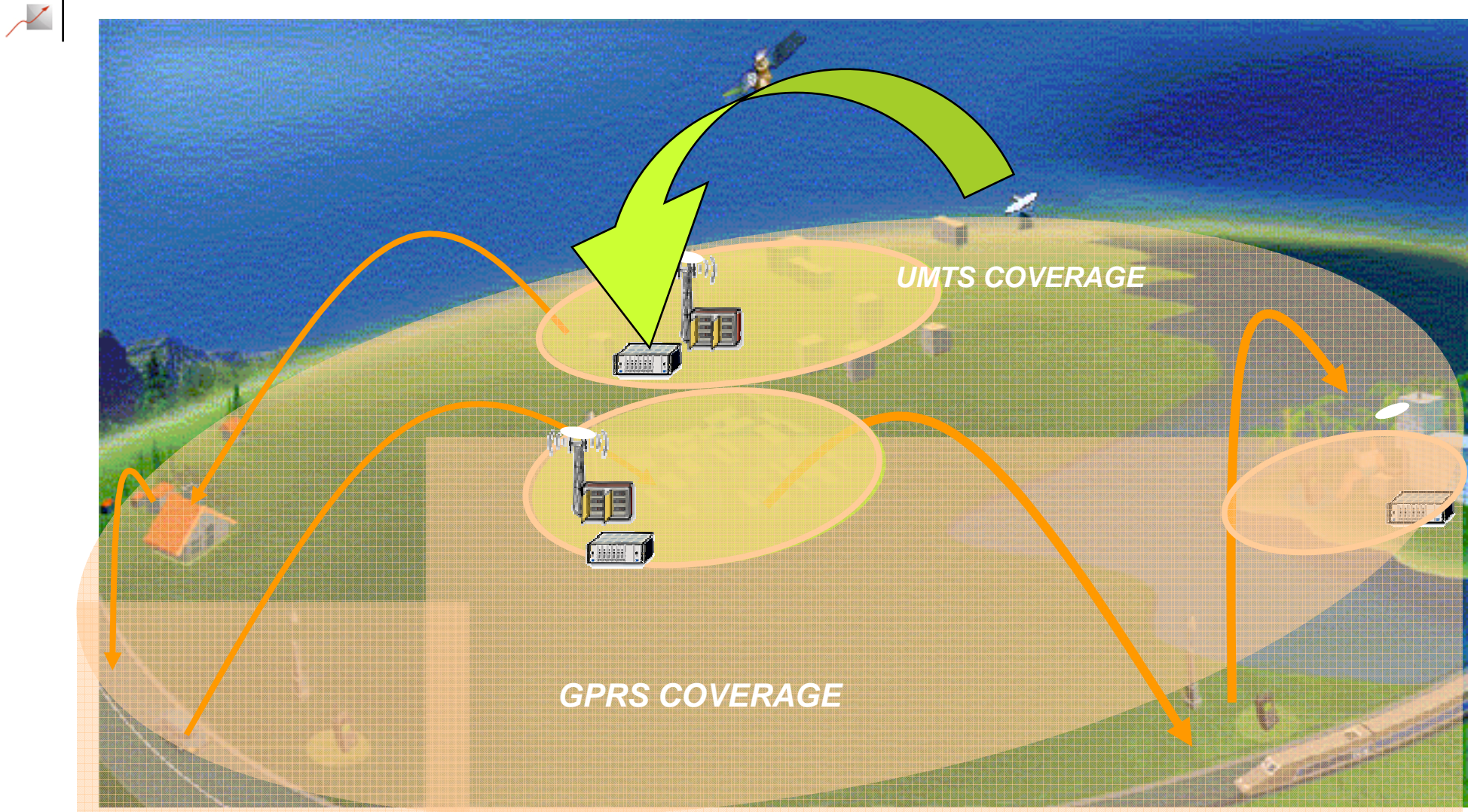
Source : association.wifi-paris.net

La question de la recherche des bandes

- Aux Etats-Unis : les bandes UMTS et PCS sont utilisables pour le WLAN (fréquences 2400-2483,5 MHz), en plus des bandes 5725-5850 MHz pour le 802.11a. (réseaux locaux intérieurs : hot spot), les bandes UHF seraient mobilisées pour les réseaux ruraux.
- En Europe : la réflexion tarde....donc le retard pris risque d'être important... mais ne retrouve-t-on pas là aussi, la logique de l'Internet...



Une architecture multicast totalement intégrée dans les réseaux 3G



Source : Alcatel

Qu'est-ce que la norme IEE 802.11?



Comme les normes Bluetooth et Home RF, Wi-Fi occupe la bande de fréquence 2,4 GHz. Dans la fréquence des 5 GHz, 802.11a partage ses bandes avec la norme européenne Hiperlan. Ces deux fréquences ne sont pas sujettes à licence et sont donc accessibles aux opérateurs gratuitement. Pour les entreprises utilisatrices, les réseaux mobiles utilisant Wi-Fi sont ainsi bien moins onéreux que les réseaux filaires.

Wi-Fi : Wireless Fidelity (IEEE 802.11b)

Caractéristiques :

- Norme d'origine américaine
- Débit théorique maximal de 11 Mbit/s
- Rayon d'action de 50 à 100 mètres
- Fréquence : 2400 MHz- 2483,5 MHz
- Compatible avec Ethernet (réseaux locaux d'entreprises)

➤ **Lancé commercialement en Europe et aux États-Unis en 2001**

IEEE 802.11a)

Caractéristiques :

- Norme d'origine américaine
- Débit théorique maximal de 54 Mbit/s
- Rayon d'action de 50 à 100 mètres
- Fréquence : 5150 MHz-5350 MHz
- Compatible avec Ethernet
- Ouverture prévue de la bande 5470 MHz – 5725 MHz

➤ **Lancé commercialement aux États-Unis fin 2001**

⇒ **D'autres normes dans les bandes 2,4 GHz et / ou 5 GHz en cours de finalisation : 802.11g, 802.11h, 802.11i, censées être plus sécurisées et fournir une plus grande interopérabilité ainsi qu'une meilleure qualité de service.**