

**Etude technique, économique
et réglementaire de l'évolution
vers les réseaux de
nouvelle génération
(NGN, Next Generation Networks)**

**Etude réalisée par le cabinet Arcome
pour le compte de l'Autorité de régulation des télécommunications**

- Septembre 2002 -

Table des Matières

1	Introduction – Objectifs de l'étude	6
1.1	Le contexte et les enjeux des réseaux et services de nouvelle génération	6
1.2	Objectifs de la présente étude	8
1.3	Méthodologie adoptée par Arcome	9
1.4	Organisation du document	9
2	NGN : concepts communs et déclinaison	11
2.1	Approche générale et concepts communs.....	11
2.2	Une vision plus ou moins homogène chez les constructeurs	11
2.3	Une vision plus contrastée chez les opérateurs et fournisseurs de services.....	13
2.4	Conclusion.....	15
3	NGN : une nouvelle vision des réseaux et services	16
3.1	Introduction : l'architecture cible.....	16
3.2	Impact des évolutions de la couche Accès	18
3.3	Vers un réseau de Transport IP, multiservices et haut débit	32
3.4	Vers un Contrôle d'appel en mode IP sur des serveurs dédiés et une gestion indépendante des fonctions de transport.....	53
3.5	Les Services : des plates-formes unifiées et des interfaces ouvertes	84
3.6	La mutation des terminaux.....	103
3.7	Problématiques transverses associées aux NGN.....	119
3.8	Conclusion technique : des éléments technologiques structurants	131
3.9	Introduction : un foisonnement d'organisations impliquées	138
3.10	Les organismes de normalisation «traditionnels» : un rôle fédérateur ?.....	142
3.11	L'IETF : une organisation incontournable.....	145
3.12	Le W3C World Wide Web Consortium : l'organisme dédié aux technologies Web	149
3.13	Les forums et groupements d'intérêts au cœur des NGN	150
3.14	De multiples organisations spécialisées ou connexes	153
3.15	Quelques programmes de recherche et expérimentations NGN	154
3.16	Conclusion : les problématiques de la normalisation des NGN	157
4	Acteurs et économie des NGN : tendances et impacts	159
4.1	Introduction : méthodologie, périmètre et préambule.....	159
4.2	Enjeux de l'évolution du marché vers les NGN.....	161
4.3	Economie des NGN : opportunités et nouveaux modèles	172
4.4	Constructeurs : acteurs et positionnement.....	179
4.5	Offres NGN : maturité et coûts.....	195
4.6	Opérateurs et fournisseurs de services : acteurs et positionnement.....	200
4.7	Migration vers les NGN : des visions contrastées.....	207
4.8	Conclusion : vers une mutation des relations entre acteurs	219
5	NGN : quelles perspectives pour la régulation ?	227
5.1	Introduction : tendances ressortant des entretiens et axes de réflexion	227
5.2	Les acteurs.....	229
5.3	Les perspectives techniques	235
5.4	Les perspectives économiques.....	240
5.5	Evolution des services d'intérêt général.....	246
5.6	Conclusion : champs d'actions prioritaires pour la régulation	251

6	Conclusions : une évolution émergente vers les NGN, aux multiples facettes, et à anticiper	254
6.1	Distribution de l'intelligence en périphérie du réseau.....	254
6.2	Activités de normalisation et standardisation au cœur des débats.....	255
6.3	Evolution du marché	256
6.4	Maturité des offres et coûts associés	257
6.5	Les différentes approches de migration.....	257
6.6	Vers une mutation des relations entre acteurs	259
6.7	Chantiers d'évolution pour la régulation.....	260

Liste des Figures

Figure 1 : Principe général d'architecture d'un réseau NGN (Source : Arcome)	15
Figure 2 : Architecture physique d'un cœur de réseau NGN (Source : Arcome).....	16
Figure 3 : Architecture physique d'un cœur de réseau NGN (Source : Arcome).....	32
Figure 4 : la structure en couches actuelle utilisée dans les réseaux WAN, RAN et MAN (Source : Arcome) 34	
Figure 5 : Exemples de commutation dans un réseau de données (Source : Arcome)	37
Figure 6 : Exemple d'un réseau de commutation IP/MPLS (Source : Arcome).....	41
Figure 7 : La structure en couches d'un réseau NGN WAN ou RAN fondé sur une solution GMPLS / WDM (Source : Arcome)	43
Figure 8 : Exemple de reconfiguration d'un réseau de transmission WDM sous le contrôle d'un réseau de commutation MPLS (Source : Arcome)	44
Figure 9: Architecture simplifiée des NGN (source Arcome)	54
Figure 10 : Architecture H.323 (Source Arcome)	57
Figure 11 : Etablissement d'appel en mode « FastStart » (source Intel)	59
Figure 12: Initiation d'un appel avec le protocole SIP (source Arcome)	61
Figure 13 : Enregistrement d'un terminal SIP (source :Radvision)	63
Figure 14 : Initiation d'un appel avec SIP (source : Radvision).....	64
Figure 15: RTP/RTCP dans la suite de protocole pour services multimédia (source Arcome)	67
Figure 16 : Positionnement de MGCP et H.248/MEGACO dans les NGN (source Arcome).....	70
Figure 17 : Protocole de commande impliqués dans les NGN (source Arcome)	72
Figure 18 : Couche d'adaptation M2UA fournie par SigTran (source Arcome)	73
Figure 19 : Protocole de signalisation entre « Media Gateway Controller » (source Arcome).....	75
Figure 20: Interconnexion de réseaux (source Arcome).....	76
Figure 21 : Architecture domaine circuit UMTS release R4 (source : 3GPP TR 23.821)	79
Figure 22 : Architecture de référence Release 2000 (source : 3GPP TR 23.821).....	80
Figure 23 : Rôle de l'interface OSA (source API group)	85
Figure 24 : Architecture d'un réseau avec l'interface OSA (source ETSI/GA38).....	86
Figure 25: Positionnement des API JAIN dans l'architecture OSA/Parlay (source Arcome)	87
Figure 26: Détail de l'interface OSA/Parlay (source API group).....	88
Figure 27 : Architecture du modèle « Web services » (source ETSI/GA38).....	90
Figure 28: Suite de protocoles impliqués dans l'implémentation des « Web services » (source IBM)	92
Figure 29 : Exemple de service fourni par les protocoles SIP et SOAP (source Ubiquity)	93
Figure 30 – Usages des terminaux mobiles de nouvelle génération. (D'après Séminaire « Journée J2ME » Sun Microsystems).....	104
Figure 31 – Les trois classes spécifiées par MExE. (D'après le MExE Forum).....	109
Figure 32 – JavaPhone au sein de la pile logicielle d'un terminal téléphonique. (Source : Sun Microsystems).....	110
Figure 33 : Schémas de connexion Bluetooth. (D'après Bluetooth SIG)	117
Figure 34:Fonctionnement du protocole ENUM (Source : Arcome)	120
Figure 35:Classes de service pour les communications multimédia proposées par l'ETSI (Source : Groupe de travail TIPHON)	126

Figure 36:Modèle de gestion de la qualité de service de bout en bout (Source : TIPHON- ETSI) 127

Figure 37 : Principe d'architecture d'un cœur de réseau NGN (Source : Arcome)..... 132

Figure 38: Positionnement d'une partie des organisations de normalisation (source : Arcome)..... 139

Figure 39 : Segmentation des acteurs NGN (Source : Arcome)..... 229

Figure 40 : Nouveaux types d'acteurs dans le contexte NGN. (Source : Arcome)..... 234

Figure 41 : Interconnexions verticales et horizontales au sein des NGN (source : Arcome)..... 242

Figure 42 : Interconnexions entre un NGN et un réseau traditionnel (source : Arcome)..... 242

1 Introduction – Objectifs de l'étude

1.1 Le contexte et les enjeux des réseaux et services de nouvelle génération

L'évolution progressive du monde des télécommunications vers des réseaux et des services de nouvelle génération est aujourd'hui une tendance forte qui suscite l'intérêt d'une majorité d'acteurs. Elle résulte de la conjonction d'un ensemble de facteurs favorables dont :

- **Les évolutions profondes du secteur des télécommunications :**
 - La dérégulation des marchés (du transport longue distance à la boucle locale). Le cadre réglementaire actuel tend à encourager la compétition et a permis à un certain nombre d'opérateurs alternatifs de se positionner par rapport à l'opérateur historique et de le concurrencer sur les marchés des données, de la voix, des services Internet et plus récemment sur la boucle locale.
 - Des tendances plus nouvelles, comme le recours à l'externalisation, que ce soit pour le matériel ou les applicatifs, et la recherche d'optimisation des réseaux. Le développement massif de l'outsourcing sur le marché des utilisateurs professionnels a généré ou développé de nouveaux métiers dans les télécoms : opérateurs de réseau privé virtuel ou de bande passante, infogérance, ASP (Application System Provider), centres d'appels, services Centrex ...
 - La recherche d'économies d'échelle est une notion présente dans plusieurs concepts télécoms qui font aujourd'hui l'actualité : l'évolution de la téléphonie vers l'IP, la convergence voix/données, la flexibilité réseau, les opérateurs virtuels et le partage d'infrastructure (MVNO dans le monde mobile) ou encore les nouvelles générations de réseaux mobiles économes en ressources spectrales.
 - L'émergence de nouveaux acteurs et de nouveaux modèles économiques afin de développer de manière viable et optimisée les services et les contenus : développement du marché des « purs » fournisseurs de services, partenariats entre les opérateurs de transport / accès et les fournisseurs de services. Cette tendance est favorisée par les nouveaux standards (ex. : interfaces OSA – Open Service Architecture – en UMTS, et travaux du groupe Parlay). Elle rend d'autant plus cruciales les problématiques d'interopérabilité et de facturation.
- **Le développement de gammes de services nouveaux :** l'essor des services Internet et multimédia, la recherche de mobilité et d'accessibilité totale. Il est raisonnable de penser que l'évolution massive des services constatée ces dernières années est loin d'être terminée. Le marché des systèmes de communications électroniques s'apprête à vivre encore de nouvelles révolutions et des évolutions fortes en terme de services proposés :
 - L'accentuation du succès mondial d'Internet et l'explosion du volume de données gérées, stockées et transférées.
 - Le besoin toujours plus fort des utilisateurs d'une accessibilité totale aux données et aux services (Internet mobile, UMTS, WLAN, mobilité entre réseaux d'accès ou terminaux de technologies différentes, ...) potentiellement couplée à des services à haute valeur ajoutée utilisant la géolocalisation.

- Le développement de contenus et services multimédia, de plus en plus interactifs et temps réel, que l'on devine mais qui restent pour la plupart à définir. Ils nécessitent techniquement d'assurer différents modes d'accès, et de développer de nouveaux terminaux hybrides et multi-fonctions.
 - Le développement inévitable du commerce électronique, qui pose des problèmes techniques liés aux transactions temps réel, au paiement sécurisé, au développement de solutions de porte-monnaie virtuel.
 - L'importance cruciale et croissante de la relation client pour acquérir et fidéliser les clients, qui génère le développement massif des centres d'appel et du couplage téléphonie-informatique (CTI – Computer-Telephony-Integration).
 - D'éventuels produits nouveaux, répondant à des besoins non encore identifiés, qui seront le fruit de l'accélération de l'évolution des services aujourd'hui constatée. Cela implique pour les acteurs un besoin croissant de souplesse et de réactivité pour répondre aux attentes des utilisateurs.
- Enfin, on constate depuis quelques années **des progressions technologiques d'envergure dans le domaine des réseaux de données** :
 - L'évolution des réseaux de transport, et notamment des couches optiques, vers le très haut débit (commutation optique, multiplexage en longueur d'onde WDM).
 - La généralisation du protocole IP et l'émergence de la nouvelle version de ce protocole, IPv6, qui permettra notamment d'en améliorer les capacités d'adressage et de gestion et de la sécurité.
 - L'arrivée à maturité de technologies nouvelles comme le MPLS, qui permet de véhiculer de manière différenciée des flux IP avec une meilleure gestion de la qualité de service.
 - Ces évolutions permettent d'envisager de manière souple la diffusion sur IP de contenus temps réel avec des contraintes de qualité de service fortes.

Il résulte de ce contexte le besoin - et la faisabilité technique - d'une évolution vers un nouveau modèle de réseaux et de services appelé NGN (Next Generation Networks).

Afin de s'adapter aux grandes tendances qui sont la recherche de souplesse d'évolution de réseau, la distribution de l'intelligence dans le réseau, et l'ouverture à des services tiers, **les NGN sont basés sur une évolution progressive vers le « tout IP » et sont modélisés en couches indépendantes dialoguant via des interfaces ouvertes et normalisées** :

- La couche « Accès », qui permet l'accès de l'utilisateur aux services via des supports de transmission et de collecte divers : câble, cuivre, fibre optique, boucle locale radio, xDSL, réseaux mobiles.
- La couche « Transport », qui gère l'acheminement du trafic vers sa destination. En bordure du réseau de transport, des « media gateways » et des « signalling gateways » gèrent respectivement la conversion des flux de données et de signalisation aux interfaces avec les autres ensembles réseau ou les réseaux tiers interconnectés.
- La couche « Contrôle », qui se compose de serveurs dits « softswitch » gérant d'une part les mécanismes de contrôle d'appel (pilotage de la couche transport, gestion des adresses), et d'autre part l'accès aux services (profils d'abonnés, accès aux plates-formes de services à valeur ajoutée).
- La couche « Services », qui regroupe les plates-formes d'exécution de services et de diffusion de contenus. Elle communique avec la couche contrôle du cœur de réseau via des interfaces ouvertes et normalisées, indépendantes de la nature du réseau d'accès utilisé. Les services et contenus eux-mêmes sont par ailleurs développés avec des langages convergents et unifiés.

Cette évolution poussera les acteurs à construire de nouveaux modèles techniques et économiques :

- Les réseaux de télécommunications traditionnels évolueront vers un modèle ouvert, distribué, fortement basé sur le protocole IP et la transmission en mode paquet en général. Cette évolution technologique se fera de manière progressive pour les opérateurs et transparente pour les utilisateurs.
- Simultanément, un bouleversement et une réorganisation des acteurs s'opéreront dans le domaine des réseaux et services télécoms. L'apparition de fournisseurs de réseaux et de fournisseurs de services, entre autres, aura pour conséquence la réorganisation des flux économiques entre les acteurs.

Alors que les débats sur l'évolution vers le tout IP ou les conditions de mise en œuvre de modèles économiques viables pour les opérateurs et fournisseurs de services dans le cadre de l'UMTS, de l'xDSL ou de la boucle locale radio alimentent la presse spécialisée, les constructeurs, de leur côté, font démonstration de leurs nouveaux produits et se disent mûrs sur le plan technologique pour accompagner le passage de leurs clients aux réseaux de nouvelle génération.

1.2 Objectifs de la présente étude

Les objectifs de l'étude tels qu'ils avaient été définis par l'ART étaient les suivants :

- Synthétiser les différentes définitions des réseaux de nouvelle génération dans le but d'en obtenir une définition globale.
- Identifier les technologies nouvelles directement associées à la notion de NGN, en développant plus particulièrement les évolutions associées aux couches hautes (couche 3 et supérieures) des réseaux et services :
 - Réseaux de transport unifiés (transport en mode paquet IP ou ATM, MPLS, multiplexage en longueur d'onde, ...).
 - Séparation des fonctions des commutateurs traditionnels en « softswitch » pour le contrôle d'appel et en « media gateways » pour l'acheminement du trafic.
 - Protocoles associés pour le dialogue entre ces « softswitch » et « media gateways » (MEGACO, MGCP).
 - Protocoles de contrôle et d'appel entre « softswitch » (BICC, SIP, H.323).
 - Interfaces normalisées de dialogue entre le réseau et les services (OSA/Parlay, Web services).
 - Evolutions des plates-formes applicatives et convergence des langages de développements de services (XML, Java, ...).
 - etc...
- Evaluer le degré de maturité des technologies NGN et identifier les points de rupture par rapport aux réseaux traditionnels.
- Evaluer les différences de coûts actuelles et prévisionnelles des NGN par rapport aux réseaux traditionnels, tant en termes d'investissement que de fonctionnement.
- Identifier les moteurs et les freins à la migration vers les NGN (sur les plans technologique, économique et réglementaire).
- Identifier des nouveaux modèles économiques qui seront associés et évaluer leur adéquation et leur pérennité.
- Réaliser, sur les plans national et européen, un état des lieux des acteurs en place et identifier les potentiels de nouveaux acteurs : constructeurs, opérateurs, fournisseurs de contenu.
- Décrire la stratégie d'un panel représentatif d'acteurs par rapport aux NGN.

- Confronter le concept de NGN avec le cadre réglementaire actuel et le nouveau cadre réglementaire européen, et identifier les points susceptibles de nécessiter des adaptations.

1.3 Méthodologie adoptée par Arcome

Afin de répondre pleinement aux attentes de l'ART, Arcome a proposé quatre axes d'analyse :

- Une **étude technologique** a permis de décrire et comprendre l'ensemble des concepts nouveaux globalement désignés sous l'appellation NGN. Elle inclut une synthèse des évolutions technologiques majeures et le détail des nouveaux concepts liés aux NGN. Un état de l'art de la normalisation et des projets de recherche et d'expérimentation des constructeurs et opérateurs accompagne cette partie.
- Une **étude qualitative du marché** des constructeurs d'équipements de nouvelle génération, complétée par des entretiens détaillés avec un panel représentatif de 11 constructeurs, a permis de comprendre la position des différents acteurs (acteurs établis issus de la téléphonie, de l'Internet et acteurs de niche technologique) et de mesurer la disponibilité des équipements et logiciels. Un des principaux objectifs a été d'évaluer le degré de maturité des offres.
- Une **étude économique** des NGN a permis de saisir la position des acteurs (opérateurs, ISP, fournisseurs de services et de contenus) et leur stratégie vis à vis des NGN, de comprendre les grands principes des business models associés, les types de partenariats envisagés, les éléments moteurs et perturbateurs pour la migration, ce aussi bien dans une phase de migration qu'à plus long terme. Arcome a réalisé une recherche documentaire complétée par des entretiens détaillés avec un panel représentatif de 9 opérateurs et fournisseurs de services.
- Une **étude** prospective des impacts probables des NGN sur le cadre **réglementaire** et de l'influence de la réglementation sur le développement des NGN a été menée. Elle recense les principales thématiques réglementaires qui seront potentiellement impactées par les NGN et des interrogations qui se poseront très probablement.

Afin d'alimenter la réflexion, Arcome a collecté des informations au cours d'échanges avec des acteurs choisis pour leur implication forte dans les solutions de nouvelle génération ou pour leur influence forte sur le monde des télécommunications¹. Les principales communications sur les sujets connexes aux NGN (presse spécialisée, études, rapports, ...) ont été analysées parallèlement à ces entretiens.

L'ensemble de l'étude a été menée en collaboration étroite avec l'Autorité de Régulation des Télécommunications.

1.4 Organisation du document

Le rapport d'étude est organisé de la manière suivante :

- **Le chapitre 2** présente une synthèse des **définitions données pour les NGN** par les différents acteurs interviewés, avec mise en exergue des thèmes clé associés à ce concept. Il s'en dégage une vision commune, avec des variantes d'interprétation selon le domaine d'activité des acteurs.
- **Le chapitre 3** présente l'**étude technologique détaillée** des NGN. Il part de l'architecture générale cible (décomposition en couches), puis analyse en détail les évolutions majeures associées à chaque couche de réseau. Les technologies

¹ La liste des acteurs rencontrés est précisée dans la suite du document, et fournie en annexe.

éventuellement concurrentes sont présentées, avec une évaluation de la manière dont ce paysage technologique évoluera vraisemblablement. Dans certains cas une certaine convergence à moyen terme se dégage, dans d'autres au contraire il pourra persister plusieurs modèles qui cohabiteront. Les domaines identifiés sont :

- La couche accès.
 - La couche transport.
 - La couche contrôle.
 - La couche services.
 - Les terminaux.
 - Les problématiques transverses.
- **Le chapitre 4** présente un **panorama des organismes de normalisation et de standardisation** particulièrement pertinents dans le cadre des NGN, et leur rôle associé. Il recense aussi un certain nombre de programmes de recherche et d'expérimentation européens.
 - **Le chapitre 5** analyse les **tendances et les impacts des NGN sur les acteurs du marché et l'économie** du secteur des communications. Il restitue notamment de manière globale les éléments qui ressortent des échanges avec les constructeurs, les opérateurs et les fournisseurs de services étudiés et interrogés. Ce chapitre s'attache notamment à mettre en exergue les points de convergence et les différences de perception entre constructeurs d'une part, et fournisseurs de services et opérateurs d'autre part. En effet, les premiers sont impliqués très en amont dans l'élaboration des nouvelles solutions techniques et des nouveaux produits. Ils sont donc plus sensibilisés à la faisabilité d'un projet et à l'accompagnement du client. En revanche, les seconds ont des problématiques différentes puisque ce sont eux qui auront à mettre en œuvre ces solutions ; ils seront confrontés aussi bien au besoin qu'à la faisabilité technique et surtout économique de l'évolution vers les NGN, et aux conséquences opérationnelles de cette migration. Les thèmes traités sont :
 - L'évolution du marché des constructeurs : acteurs, positionnement, partenariats.
 - Une évaluation d'ensemble des offres orientées NGN, notamment en termes de maturité et de coût.
 - L'évolution du marché des opérateurs et fournisseurs de services : acteurs et positionnement, partenariats.
 - Les enjeux de l'évolution vers les NGN : déclencheurs, défis, freins et moteurs technologiques et économiques.
 - Les opportunités et nouveaux modèles économiques apportés par les NGN : nouveaux acteurs, nouveaux services, évolution des relations entre acteurs.
 - La vision des acteurs sur la problématique de migration vers les NGN.
 - **Le chapitre 6** recense l'ensemble des **problématiques réglementaires** soulevées par l'émergence des NGN, au niveau français et européen. Il identifie les thèmes devant être analysés, voire adaptés, en priorité. Ce chapitre résulte des avis exprimés par les constructeurs, opérateurs et fournisseurs de services interrogés, et d'une réflexion complémentaire d'Arcome.
 - **Le chapitre 7** présente les **grandes conclusions de l'étude** et la vision d'Arcome sur l'évolution des réseaux et services vers les NGN : la maturité des offres, les différentes approches des acteurs, le degré de convergence vers ce nouveau modèle, etc...

Les annexes du rapport restituent dans le détail, avec une approche qualitative et quantitative mais de manière non nominative, les éléments apportés par les différents acteurs interrogés dans le cadre de cette étude.

2 NGN : concepts communs et déclinaison

2.1 Approche générale et concepts communs

*L'ETSI a présenté les réseaux de nouvelle génération comme un concept permettant de définir et déployer des réseaux évolutifs et favorisant pour les fournisseurs de services et les opérateurs la **création et la gestion de services innovants**.*

*Ils reposent sur une architecture en **couches indépendantes** (transport, contrôle, services) communiquant via des **interfaces ouvertes et normalisées**. Les services doivent être **évolutifs et accessibles indépendamment du réseau d'accès utilisé**. (D'après : Rapport de l'ETSI-NGN Starter Groupe, compte-rendu de l'assemblée GA38 des 20-21/11/01).*

Cette définition reflète globalement celles qui nous ont été données durant les différents entretiens que nous avons effectués.

Nous avons cependant constaté des **variantes** suivant l'activité et le positionnement des acteurs (constructeurs, opérateurs). Notamment, au-delà de la séparation entre domaine d'origine « télécoms » ou « données », on peut tout naturellement distinguer **des thèmes et des centres d'intérêt privilégiés** selon que l'acteur est positionné principalement sur les couches basses (transport), moyennes (contrôle) ou supérieures (services, et particulièrement le domaine logiciel). **Ces différentes visions ne s'opposent pas mais se complètent.**

Au regard des réponses apportées, **l'ensemble des acteurs s'accorde globalement** pour définir les NGN comme un **réseau de transport en mode paquet** permettant la **convergence des réseaux** Voix/données et Fixe/Mobile ; ces réseaux permettront de fournir des **services multimédia** accessibles depuis **différents réseaux d'accès**. **Le protocole IP sera l'élément fédérateur**, le concept réseau « tout-IP » ayant été fréquemment abordé bien que nuancé parfois par les acteurs du monde des télécoms considérant que cette solution n'est pas actuellement assez mature pour offrir un niveau de qualité de service satisfaisant, et que le recours à ATM est indispensable à court terme.

2.2 Une vision plus ou moins homogène chez les constructeurs

De par leur positionnement, les constructeurs ont une **analyse technique poussée** des NGN, même s'ils ont en général pris soin de l'accompagner d'une analyse économique et opérationnelle afin de mieux **accompagner leurs clients**.

Il est communément admis qu'il sera nécessaire d'associer à IP des protocoles garantissant la qualité de service.

- **Pour les constructeurs issus des réseaux de données, la mise en œuvre directe d'un transport IP**, avec l'utilisation des classes de services (mécanisme DiffServ) **associé au protocole MPLS**, nativement conçus pour fonctionner avec IP, **est une solution envisageable dès à présent** ; l'évolution de la solution IP/MPLS sera apportée, à plus long terme, par le protocole G-MPLS qui simplifie la gestion du réseau de transport.

- **Pour les constructeurs télécoms généralistes**, même si certains orientent fortement leur discours commercial vers le « tout-IP », **la solution passe généralement par ATM à court terme, avant d'éventuellement se tourner vers des solutions « tout-IP »**. De plus, ATM est encore très présent au niveau de la boucle locale (xDSL, BLR, UMTS pour les premières versions) ; cependant les constructeurs issus du monde des réseaux de données pensent que les solutions basées sur Ethernet permettront d'adresser les besoins de bande passante pour la boucle locale et les réseaux régionaux ou MAN (Metropolitan Area Network) .
- **Les nouveaux acteurs** positionnés exclusivement sur des équipements NGN ont une conception moins tranchée. Ils **supportent en général les deux solutions**. Ils insistent particulièrement sur le fait que **l'essentiel pour une solution de réseau NGN est de migrer la signalisation sur IP natif**, le transport du trafic IP lui-même pouvant être réalisé indifféremment sur une couche IP, ATM, ou même sur un réseau TDM traditionnel.

L'évolution du cœur de réseau vers une **architecture en couches séparées (transport, contrôle, services)** est un principe partagé par tous.

La seule distinction notable est, chez un nombre marginal d'acteurs, la différenciation entre une couche Services supportés par l'opérateur et une couche Services, ouverte aux tiers. Mais cette distinction relève plus d'une vision organisationnelle que d'une divergence technique de fond.

Cette nouvelle architecture en couches se traduit également avec le remplacement des commutateurs traditionnels par de **nouveaux équipements**, les Softswitches ou Serveurs d'appel (couche contrôle), les Media Gateway et Signalling Gateway (couche Transport), et l'utilisation de nouveaux protocoles de signalisation associés. Les constructeurs présentent des **variantes d'implémentation** physique de cette architecture, en termes de décomposition / spécialisation, ou de localisation physique de certaines fonctions logiques. Peu de constructeurs disposent en propre d'une offre globale

L'importance relative entre l'évolution « tout IP » et la séparation du réseau en couches diffère selon les acteurs. Mais une majorité s'accordent à dire que **le concept majeur des NGN est bien l'évolution « tout IP »**, la séparation en couches n'étant qu'une étape, ou une nécessité pour optimiser les réseaux.

Les constructeurs s'accordent aussi à dire que ces réseaux NGN permettront de développer plus rapidement et de fournir plus aisément de **nouveaux services multimédia à haut débit et simples d'usage** incluant la donnée, la voix et la vidéo **indépendamment du réseau d'accès**.

En ce sens, les NGN permettront une évolution des services disponibles sur le réseau Internet d'aujourd'hui. Ces nouveaux services devront être accessibles à partir des différents réseaux d'accès.

Cependant, **deux modèles complémentaires se dégagent quant à la fourniture de services** : l'un « orienté softswitch » (i.e. s'appuyant fortement sur les fonctions de la couche Contrôle) plutôt supporté par les acteurs télécoms, et l'autre orienté « **services web** » (i.e. plus distribué) promu par les acteurs issus du monde Internet.

- Le modèle orienté « softswitch » promu par les constructeurs télécoms généralistes propose une architecture où **l'intelligence est centralisée** par les softswitchs et les autres serveurs de la couche Contrôle (ex. : serveur de localisation, plate-forme de réseau intelligent). Ceux-ci gèrent les équipements du réseau de contrôle et de transport et donnent l'accès aux plates-formes de services via des **interfaces standardisées du modèle OSA/Parlay**. Ce modèle est plutôt adapté aux services « télécoms » nécessitant une coopération forte du réseau (appel aux fonctions « Service Capability Features » via des « Service Capability Servers »).
- Le modèle orienté « services Web » est mis en avant par les acteurs issus du monde des services informatiques et réseaux. Il repose sur une **architecture distribuée** similaire au réseau Internet, l'intelligence étant répartie sur les différents serveurs. Ce modèle est plus adapté aux services exécutés de manière transparente après établissement d'une connexion IP, et nécessitant une coopération plus forte du terminal.

2.3 Une vision plus contrastée chez les opérateurs et fournisseurs de services

L'approche des opérateurs et fournisseurs de services vis-à-vis des NGN donne naturellement la **priorité aux aspects stratégiques, économiques et opérationnels** plutôt qu'à la technique pure.

Sur le sujet des « NGN », les opérateurs et, dans une moindre mesure, les fournisseurs de services ont une réflexion beaucoup moins avancée – i.e. moins structurée et moins globale - que les constructeurs, ce qui explique **des définitions moins complètes, et moins spontanées**.

D'ailleurs le terme « NGN » est très peu utilisé.

Cependant, tous s'accordent sur les grands thèmes liés aux NGN : **la convergence des réseaux** qui doit permettre de réaliser des économies d'échelles grâce à la flexibilité des solutions et des architectures et à la simplification des réseaux (à plus ou moins long terme, les avis diffèrent suivant les opérateurs).

Pour eux, l'évolution vers le « tout IP semble inéluctable ».

Cependant, alors que les ISP et les fournisseurs de services et contenus réfléchissent déjà à des services basés sur **des solutions IP natives**, les opérateurs télécoms pensent qu'il est encore nécessaire d'attendre la maturation de ces solutions ou **d'utiliser l'ATM**.

Les NGN vont permettre de proposer des **nouveaux services multimédia**, tel que la téléphonie sur IP, la messagerie unifiée, la diffusion de contenu. Les services NGN sont aussi **très liés au concept de mobilité** ; bien évidemment à cause de l'évolution des réseaux mobiles vers le GPRS et l'UMTS mais aussi dans le sens de **portabilité** des services sur les nombreux terminaux et d'**accessibilité** depuis les différents réseaux d'accès.

L'ouverture des réseaux à de multiples fournisseurs de services tiers est un des grands principes partagés, mais elle semble être le point le plus délicat à mettre en œuvre, autant sinon plus pour des raisons économiques et stratégiques que techniques.

Les fournisseurs de services et de contenus pensent que les NGN permettent la **fourniture des services par des tiers** (autres que les opérateurs), grâce à l'architecture ouverte et à la standardisation des NGN ; c'est pour eux le seul modèle économique viable, avec des exemples tels que le i-mode au Japon et le contre-exemple du WAP.

Les opérateurs, quant à eux, ne montrent que peu de signes d'ouverture des réseaux à des partenaires pour la fourniture de services, peu de **volonté** de le faire, peu de réflexions sur les **modèles économiques** associés.

Par ailleurs, une réflexion globale sur l'évolution de la nature, de la structuration et de la valeur des **contenus** semble nécessaire.

La vision des NGN qu'ont à ce jour les opérateurs et fournisseurs de services est fortement influencée par le **contexte économique** actuel où les capacités de financement réduites et le retour sur investissements rapide sont de rigueur

Concernant la **migration** vers les NGN, la position des opérateurs et fournisseurs de services est très **pragmatique** : ils évoluent actuellement dans un **contexte économique peu favorable à une « stratégie ou une révolution NGN »** et doivent donc rentabiliser leurs infrastructures existantes en investissant le moins possible.

Ils estiment donc à ce jour que la mise en œuvre de l'évolution vers les NGN, guidée davantage par des **facteurs économiques** (économies d'échelles et optimisations de réseau) que par le marketing des services, sera **lente** et que la **coexistence** avec les réseaux actuels persistera pendant une longue période. Cela ne les empêche pas de mener des **expérimentations**, voire de commencer à déployer (quoique en général encore à faible échelle) des solutions NGN.

Par ailleurs, la nature, l'étendue et l'ancienneté des réseaux existants sont un élément clé qui guidera la migration des opérateurs vers les NGN.

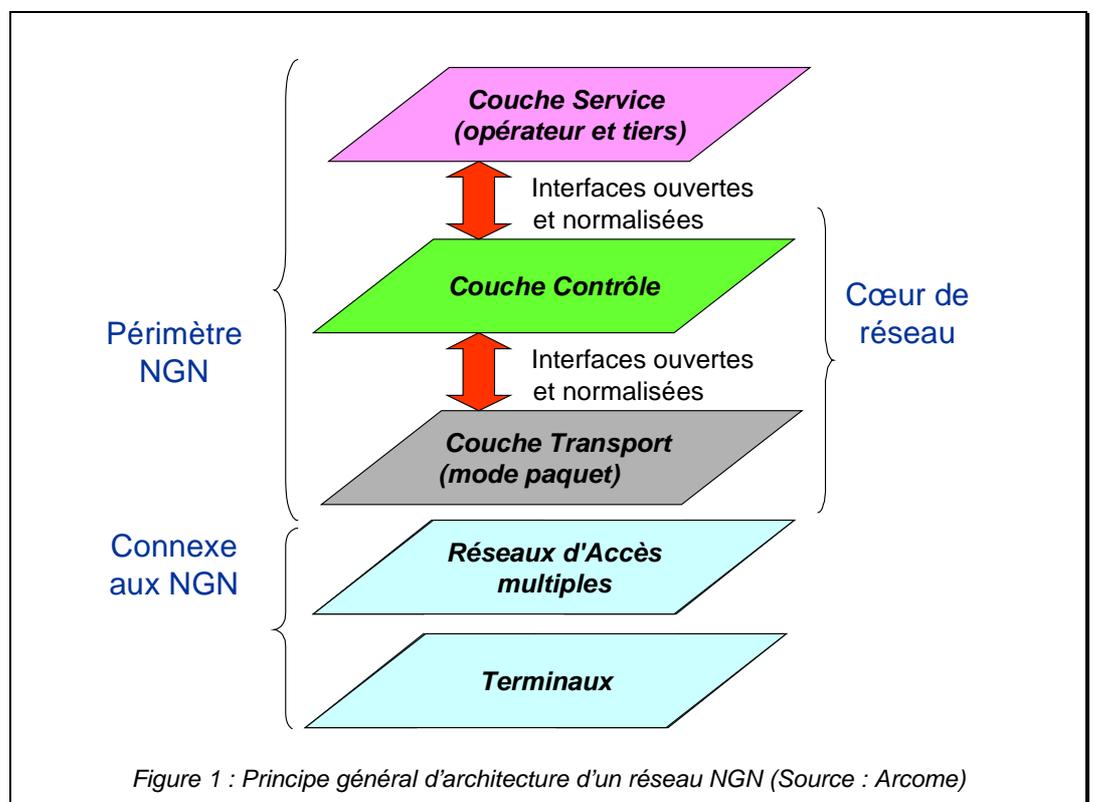
On constate donc une **disparité importante des approches et des sensibilités**. Si les opérateurs déjà relativement établis considèrent plutôt les NGN comme une **évolution à moyen/long terme**, certains acteurs (quelques opérateurs précurseurs des architectures NGN, ou des purs fournisseurs de services notamment dans le domaine d'Internet) considèrent que les NGN sont **les réseaux d'aujourd'hui**.

2.4 Conclusion

La définition des NGN varie suivant la nature des acteurs (constructeurs, opérateurs, fournisseurs de services). Cependant, le concept des NGN s'articule autour de tendances globalement admises par tous.

Le NGN sera un système offrant des services multimédia en s'appuyant sur un réseau support mutualisé et caractérisé par plusieurs éléments essentiels:

- Un **cœur de réseau unique et mutualisé** pour les différents types d'accès et de services.
- Une architecture de cœur de réseau en **3 couches : Transport, Contrôle et Services**.
- Une évolution du **transport en mode paquet (IP, ou ATM à court terme avec une convergence progressive vers IP)**.
- Des **interfaces ouvertes et normalisées** entre chaque couche, et notamment au niveau des couches Contrôle et Services afin de permettre la réalisation de services indépendants du réseau.
- Le support d'**applications** multiples, multimédia, temps réel, en mobilité totale, **adaptables à l'utilisateur et aux capacités des réseaux d'accès et des terminaux**.



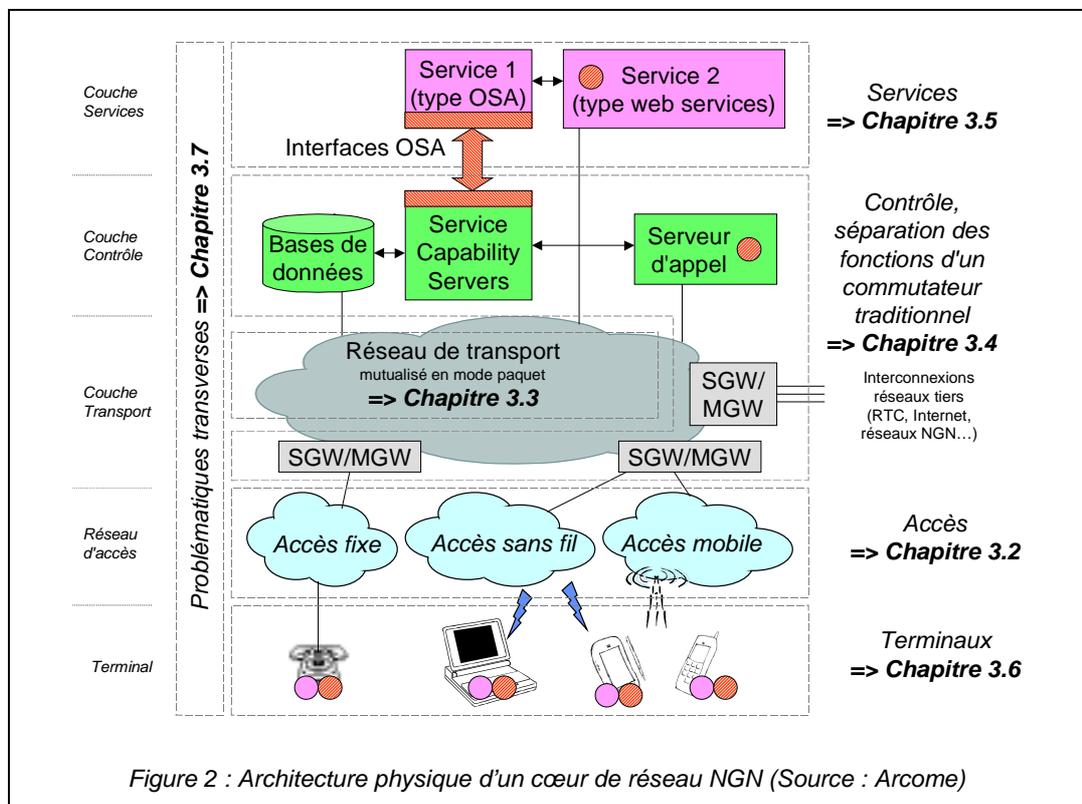
3 NGN : une nouvelle vision des réseaux et services

3.1 Introduction : l'architecture cible

Le NGN sera un système offrant des services multimédia en s'appuyant sur un réseau support mutualisé. Pour cela, plusieurs éléments sont essentiels et globalement partagés par tous :

- Un **cœur de réseau unique et mutualisé** pour tous types d'accès et de services.
- Une architecture de cœur de réseau en **3 couches** : Transport, Contrôle et Services.
- Une évolution du **transport en mode paquet** (IP, ou ATM à court terme avec une convergence progressive vers IP).
- Des **interfaces ouvertes et normalisées** entre chaque couche, et notamment au niveau des couches contrôle et services afin de permettre la réalisation de services indépendants du réseau.
- Le support **d'applications multiples, multimédia, temps réel, en mobilité totale, adaptables** à l'utilisateur et aux capacités des réseaux d'accès et des terminaux.
- La prise en compte de **réseaux d'accès multiples**.
- La prise en compte de **terminaux multiples**.

Le schéma ci-dessous présente, de manière très simplifiée, l'architecture physique d'un réseau NGN, et le périmètre couvert par chacun des chapitres de cette partie d'analyse technologique des NGN.



Cette partie a pour but de **détailler les évolutions technologiques liées aux NGN et les grandes tendances de convergence** dans chaque sous-domaine :

- Les évolutions au niveau des **réseaux d'accès**, qui sont connexes à la notion de NGN mais fortement impactantes, sont décrites au **chapitre 3.2**. Y sont détaillées notamment les problématiques suivantes : multiplication des technologies, évolutions vers le haut débit et vers des interfaces ATM ou IP avec le cœur de réseau.
- Les évolutions au niveau de la **couche transport** sont décrites au **chapitre 3.3**. Ce chapitre explique notamment comment les backbones sont susceptibles d'évoluer afin de supporter le très haut débit, mais surtout le transport unifié de flux mixtes voix / donnée / multimédia avec la qualité de service adéquate.
- Les évolutions au niveau de la **couche contrôle**, décrites dans le **chapitre 3.4**, sont majeures. Ce chapitre aborde tous les nouveaux mécanismes et protocoles en jeu ainsi que l'architecture qui en découle. Le chapitre détaille notamment les activités de normalisation de ces nouvelles solutions, et expose en détail les technologies concurrentes, leur maturité et l'éventuelle convergence vers une solution unique.
- Les évolutions au niveau de la **couche services** sont décrites dans le **chapitre 3.5**. Elles sont, elles aussi, majeures. Le chapitre expose la nouvelle architecture NGN pour les services, notamment concernant le dialogue avec la couche contrôle, et le développement d'interfaces ouvertes et normalisées permettant de développer et fournir des services adaptatifs, indépendamment du réseau. Les deux modèles de services NGN qui se dessinent, OSA et web services, sont présentés en détail.
- Les **évolutions des terminaux**, bien que connexes aux NGN, sont relativement indissociables des évolutions au niveau des services. En effet, les terminaux changent de par la nature des nouveaux services à supporter, mais aussi afin d'intégrer une partie de l'intelligence des services et de s'adapter aux évolutions de la couche contrôle. Le **chapitre 3.6** expose donc un aperçu des évolutions attendues, tant pour les terminaux fixes que les terminaux mobiles, et des problématiques qui en découlent du point de vue de la migration vers les NGN.
- Enfin, le **chapitre 3.7** expose des **problématiques transverses**, non traitées spécifiquement par le concept de NGN mais impactées par l'évolution des réseaux vers les NGN : notamment les évolutions de l'adressage et du nommage dans les réseaux, la gestion de la mobilité inter-systèmes, l'évolution des systèmes d'information associés aux réseaux et services, la qualité de service de bout en bout et la sécurité.

3.2 Impact des évolutions de la couche Accès

3.2.1 Foisonnement des réseaux d'accès alternatifs, transport paquet haut débit et mobilité : un contexte typiquement NGN

La multiplication et les évolutions des réseaux d'accès sont identifiées par une très grande majorité des acteurs interrogés dans le cadre de cette étude comme **un élément déclencheur majeur - et un moteur essentiel - de l'évolution des réseaux vers les NGN.**

Si l'on analyse les évolutions majeures apportées par ces différentes technologies d'accès, la tendance actuelle est à :

- la **multiplication des technologies** d'accès,
- l'évolution vers le **haut débit**,
- des technologies de **transport multi-services en mode paquet (IP, ou plus fréquemment ATM)**,
- la **convergence fixe/mobile**, avec la prise en compte du nomadisme et la suppression des câblages, du fait de l'essor des réseaux d'accès mobiles et des réseaux locaux sans fil.

Ces quatre axes d'évolution des réseaux d'accès s'inscrivent parfaitement dans le contexte des nouveaux réseaux et services NGN, et en favoriseront donc vraisemblablement l'émergence.

Parallèlement, la **déréglementation du secteur** a permis la multiplication des opérateurs et des acteurs sur ces deux marchés. De fait, les besoins et usages du grand public et des entreprises se sont développés et diversifiés pour prendre en compte les nouveaux modes d'accès et services (sélection du transporteur, dégroupage de la boucle locale, Internet, mobile, transmission de données haut débit, intégration voix/données, portage des applications dans un environnement nomade...), les performances nouvelles des offres d'accès proposées par les opérateurs, et les multiples possibilités de choix (maintenant non exclusifs) entre l'opérateur historique et les opérateurs alternatifs.

Les chapitres suivants présentent de manière non exhaustive les principales technologies d'accès actuellement connues dont la généralisation contribuera à alimenter le besoin et le développement des NGN. Un accent particulier est mis sur les tendances fortes en cours ou à venir en termes d'évolution de leur usage.

3.2.2 Les réseaux d'accès fixes

Les réseaux d'accès fixes s'adaptent progressivement au support de services de données à haut débit :

- Le réseau téléphonique commuté, initialement support des services voix, a permis une ouverture à des services voix/données haut débit grâce aux technologies xDSL accessibles aux nouveaux opérateurs par le biais du dégroupage de la boucle locale.
- L'accès Ethernet, initialement conçu pour fournir des services de données (IP) en entreprises, voit son usage s'étendre en termes de débit, de périmètre d'utilisation et de services transportés (voix et donnée, multimédia).

- Enfin, il existe d'autres médias permettant par nature indifféremment le support de services voix et/ou données : on citera notamment les réseaux câblés, la technologie fibre optique, déjà éprouvée mais dont l'usage évolue, et beaucoup plus récemment la technologie des courants porteurs en ligne, qui utilise le réseau de desserte électrique.

3.2.2.1 Le réseau téléphonique commuté (RTC)

Le réseau public de téléphonie, qui utilise une paire de cuivre comme support physique et était historiquement utilisé pour fournir des services de voix analogique, a intégré les technologies numériques autorisant de nouveaux services. Le RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services) est un service de téléphonie numérique qui permet de fournir des services voix et données à des débits de 64 ou 128 kbit/s en utilisant la paire de cuivre traditionnelle.

Le réseau d'accès téléphonique comme le réseau de transport longue distance associé restent aujourd'hui des réseaux dédiés basés sur la **commutation de circuits (TDM)**. Ils possèdent de nombreuses interconnexions afin de gérer les communications internationales, fixe vers mobile ou encore d'un opérateur à un autre pour une même communication.

Avec la déréglementation des télécommunications (notamment l'introduction de la sélection du transporteur), plusieurs **opérateurs alternatifs** ont développé des infrastructures pour offrir des **services voix** à leurs clients. Parallèlement, ces mêmes opérateurs ont étendu leurs offres de services afin de proposer à leurs clients, majoritairement des entreprises, le **transport de données**.

Ce type d'offre a amené les opérateurs alternatifs présents sur les deux types de marché (voix et données) à développer des **réseaux convergents de type paquets**, afin d'optimiser leur infrastructure.

Le RTC est aussi de plus en plus utilisé pour un accès à Internet en mode commuté. L'opérateur historique doit alors effectuer la collecte de ce trafic vers les différents fournisseurs de services Internet (ISP), qui sont en général des acteurs issus du monde de la donnée. Or, dans ce domaine, les équipements amenés à interfonctionner avec des réseaux téléphoniques utilisant de la signalisation SS7 implémentent généralement séparément les fonctions liées à la gestion du trafic et de la signalisation.

La généralisation de l'accès Internet commuté a été l'occasion pour les opérateurs historiques de faire évoluer leurs offres d'**interconnexion** afin d'accepter la gestion de la **signalisation quasi-associée** (i.e. transport séparé de la signalisation et du trafic vers deux équipements distincts). Ce schéma d'interconnexion se reproduira relativement souvent dans le cas des réseaux NGN, pour lesquels certains fournisseurs implémentent séparément les fonctions « media gateway » et « signalling gateway » (Cf. chapitre 3.4 couche Contrôle).

3.2.2.2 Dégroupage de la paire de cuivre : les technologies xDSL

Les technologies xDSL permettent **d'utiliser les paires de cuivre du réseau public de téléphonie afin d'offrir des services de données à haut débit**. Différents types de technologies xDSL, offrant des débits symétriques ou non, ont été développés ou sont en cours de spécification afin d'offrir l'adéquation entre les technologies utilisées et les services souhaités, ainsi qu'une augmentation des débits utilisables. Une contrainte forte de l'xDSL est la distance à parcourir sur la paire de cuivre entre le terminal du client et le DSLAM de l'opérateur. L'ADSL est actuellement la plus répandue ; pour une distance de 2700m, elle permet un débit de transmission de données montant de 640 kbit/s et un débit descendant de 8 Mbit/s (2 Mbit/s à une distance de 4600m).

La technologie d'accès ADSL, apparue vers la fin des années 1990, est maintenant mature mais la généralisation au grand public reste difficile. Néanmoins, ce type d'accès illimité à Internet permet un **changement dans la perception des utilisateurs** : la notion de durée de connexion tendra à disparaître au profit de la **notion d'accès à des services haut débit, à la demande, et sur la base d'une durée non limitée**.

Pour les offres d'interconnexion ADSL, l'interface du réseau de collecte xDSL vers le cœur de réseau s'appuie sur des flux IP, eux-mêmes en général véhiculés sur des technologies de transport ATM (Cf. offres d'interconnexion Turbo IP ou Connect ATM de France Telecom). Cette technologie permet donc une interconnexion simple et rapide pour les services de données. Mais la voix sur ADSL est un service qui a aussi vocation à se développer. La technologie permet en effet de transporter en mode paquet jusqu'à 16 communications sur un lien DSL. Un opérateur alternatif peut ainsi proposer une installation destinée à un groupe d'utilisateurs (PME/PMI) pour leur téléphonie complète et leur accès Internet haut débit.

L'ADSL est indéniablement un **moteur** pour l'introduction des NGN : **de nombreux contrats NGN portent d'ailleurs sur des services de voix sur ADSL**, qui représentent un exemple actuellement opérationnel de convergence entre un réseau de type « données » et un service de type « voix ». Cependant **l'utilisation d'ATM** comme protocole de transport des flux IP à l'interconnexion **peut à terme être un frein à l'évolution « tout IP »** des opérateurs.

3.2.2.3 Les réseaux de données IP et Ethernet

Les réseaux de données se composent traditionnellement d'un réseau local (LAN) sur lequel sont rattachés les équipements terminaux ou postes clients, de commutateurs ou routeurs, et d'un réseau distant (WAN) composé de liaisons de données qui interconnectent les différents sites. **Le protocole de transport de données maintenant le plus largement utilisé est IP**.

Ethernet est la technologie LAN la plus commune, qui utilise historiquement des câbles coaxiaux ou des paires torsadées pour des débits de transmission jusqu'à 10 Mbit/s, et plus récemment 100 Mbit/s (Fast Ethernet).

Récemment, le **Gigabit Ethernet** (débits de 1 Gbit/s avec une évolution à 10 Gbit/s) sur fibre optique est apparu dans les offres des constructeurs. IP sur Ethernet via la fibre optique ouvrira la porte aux applications basées sur des réseaux à haut débit qui fourniront des services intégrés pour la voix, les données, la vidéo sur demande ou l'imagerie médicale. Cette technologie devrait se démocratiser dans les transmissions WAN/MAN et dans la boucle locale, aux endroits où la fibre est disponible.

Un réseau Ethernet est conçu pour transporter des **flux IP natif**. Par ailleurs, ses évolutions vers le très haut débit et un support physique

optique permettent maintenant d'utiliser **Ethernet comme technologie d'accès, voire de transport longue distance**. Ces deux aspects en font une technologie particulièrement pertinente dans le cadre des NGN.

3.2.2.4 Les liaisons par fibre optique

Cette technologie a été développée pour permettre un transport de trafic à très haut débit. Elle nécessite cependant une infrastructure lourde à déployer vers les sites des clients finaux, ce qui explique qu'elle ait été à l'origine surtout utilisée :

- Pour les réseaux longue distance. En effet, une fibre optique monomode peut supporter des transferts allant jusqu'à 200 Gbit/s sur des dizaines de kilomètres sans répéteur. Ainsi tous les réseaux longue distance reposent sur le support optique et utilisent les technologies PDH ou SDH sur DWDM.
- Plus récemment pour l'interconnexion des sites d'entreprises aux réseaux des opérateurs, pour les services de données, en complément au réseau téléphonique.

Or **depuis quelques années la fibre optique est déployée pour constituer un réseau de boucle locale afin de desservir directement les sites clients**. Le déploiement de boucles locales en fibre optique permet ainsi au client de pouvoir prétendre à des débits plus importants mais impose également à l'opérateur d'investir lourdement sur son réseau afin d'en développer la capillarité. Sur ces boucles locales peuvent être multiplexés des services voix et données.

La fibre optique, incontournable de manière générale dans les réseaux de transport à très haut débit, est un **support de boucle locale « neutre »**, aussi bien adapté au transport de services voix (TDM) que données (IP), et permettant un **très haut débit**. Elle est donc pertinente dans le cadre de l'évolution vers les NGN.

3.2.2.5 L'accès par câble - HFC

Le câble est le réseau large bande le plus déployé en Europe de l'Ouest. L'offre de nouveaux services a contraint les opérateurs de câble à un effort important de mise à niveau de leurs réseaux, généralisant l'architecture de **transport mixte de type HFC (Hybrid Fibre Coax)** et activant une voie de retour bande étroite. L'architecture HFC a été reconnue comme l'une des plus fiables, tant techniquement qu'économiquement, car elle **combine les avantages de la large bande passante de la fibre optique** (utilisée au plus près de l'abonné) **et les coûts faibles de la technologie câble coaxial** (utilisée pour la desserte terminale).

Le HFC utilise typiquement une bande passante de 750 MHz, avec jusqu'à 250 MHz réservés pour un usage ultérieur. Ce spectre résulte de l'expansion du spectre traditionnel pour la vidéo analogique afin de réserver de la capacité pour les services **vidéo numériques**, la signalisation dans le sens montant pour les **services interactifs** (bande passante 5-42 MHz uniquement, car le HFC a initialement été conçu pour les services de diffusion), et la **téléphonie**. Les débits autorisés par les réseaux câblés de type HFC pour des **services de transmission de données** en complément de services de diffusion TV sont importants : en théorie **10 Mbit/s** en voie descendante, et 760 kbit/s en voie remontante, soit plusieurs centaines de fois supérieures à celle d'un modem classique utilisant la ligne téléphonique. L'utilisation du HFC pour la transmission de données uniquement permet d'atteindre des débits de l'ordre de **5 Gbit/s** avec les modulations actuelles les plus performantes. **Le HFC est compatible avec tout type de technologie de transmission** actuelle ou à venir : ATM, Frame Relay, SDH, multiplexage en longueur d'onde DWDM...

Malgré sa couverture limitée, l'accès câble, de par ses possibilités techniques de transmission de **services haut débit** en complément de la diffusion TV, représente **un réel potentiel de services NGN (et donc de nouveaux acteurs)**. On constate d'ailleurs déjà une diversification des activités de services des câblo-opérateurs en ce sens.

La France est dans la situation du modèle "pay-TV" où l'opérateur de câble est un fournisseur de services de télévision. Il sélectionne et facture un ensemble de chaînes qu'il diffuse à l'abonné par le réseau.

Sur le plan économique, les câblo-opérateurs sont donc déjà **familiarisés avec un modèle ouvert de relations entre opérateur de réseau et fournisseurs de services**. Ils disposent par ailleurs d'une **légitimité naturelle pour la fourniture de services multimédia** (services TV, « pay-per-view », et plus récemment accès Internet).

3.2.2.6 Les courants porteurs en ligne (CPL)

La technologie CPL (Courant Porteurs en Ligne) ou PLC en anglais (PowerLine Communication) connaît un regain d'intérêt en Europe dans le cadre d'un accès à la boucle locale d'abonné dans des zones non desservies par d'autres techniques par exemple. La simplicité apparente de sa mise en œuvre et la capillarité du réseau électrique Basse Tension existant présentent des perspectives intéressantes pour la desserte locale du client final.

Au stade actuel de développement de la technologie CPL, il n'existe pas encore de normes techniques relatives à l'interopérabilité des équipements, d'où des solutions propriétaires. Par ailleurs, l'expérimentation du CPL montre des limitations d'utilisation, notamment pour un usage autre que local à un bâtiment.

La première génération des spécifications du PLC autorisera des débits de transmission de données dans les bâtiments de l'ordre de 5 à 10 Mbit/s, ce qui permet aisément d'envisager des applications comme le streaming audio ou multimédia et la voix sur IP. **La technologie CPL pourrait donc éventuellement jouer un rôle dans la diffusion de contenus multimédia de proximité** (ex. : video streaming) **ou l'ADSL** à l'intérieur des bâtiments.

Exemple de produit ADSL utilisant la technologie CPL :

La start-up bretonne LEA a développé un boîtier intégrant un modem ADSL et un transformateur adaptant le signal ADSL au réseau électrique. Ce point d'accès reçoit les données Internet en provenance du réseau téléphonique et les transmet à travers le réseau électrique d'un bâtiment. Il permet aussi de réaliser un réseau local dont il devient le serveur central. Le débit maximum est de 10 Mbit/s théorique (en pratique, environ 500 kbit/s). Ce type de produit, qui s'adresse aux particuliers et aux PME, attend encore un cadre normatif européen pour être lancé sur le marché. (D'après : ZDNet Week, semaine du 25 au 31 Mars 2002).

3.2.3 Les technologies d'accès fixe sans fil / radio

Plusieurs technologies permettent de fournir des **services voix et données fixes en utilisant un accès radio**. On citera notamment la boucle locale radio, les réseaux locaux sans fil et Bluetooth. Ces technologies sont globalement **récentes** (pas plus de quelques années), voire à leurs balbutiements, mais apparaissent très prometteuses et **promises à des évolutions et un développement très importants**. Quant aux réseaux satellitaires,

plusieurs tentatives de déploiement déjà relativement anciennes ont mené à des échecs (avant tout d'ordre économique du fait des coûts particulièrement élevés de déploiement), mais ils pourraient, dans les prochaines années, trouver enfin leur place parmi les réseaux d'accès effectivement utilisés pour fournir des services « fixes ».

Ce sont **par essence des technologies convergentes voix-donnée** (technologie de transport « neutre » ou orienté données) **et/ou fixe-mobile** (nomadisme), qui joueront donc un rôle clé dans l'émergence des réseaux et services NGN.

3.2.3.1 La boucle locale radio (BLR)

Aujourd'hui, la technologie BLR permet aux opérateurs alternatifs de **s'affranchir de l'utilisation de la boucle locale de l'opérateur historique**. Elle a l'avantage de la souplesse, de la rapidité et de la progressivité du déploiement (du fait de l'utilisation de la technologie radio) et permet **des débits élevés ainsi que des services variés**. Elle est donc vue comme une concurrente des technologies d'accès xDSL.

Le principe de la BLR consiste à remplacer les derniers kilomètres de lignes filaires arrivant au foyer de l'abonné par des liaisons radio directives en mode point-à-multipoint entre une station de base (BS) reliée au réseau opérateur et plusieurs stations terminales (TS) reliées aux réseaux clients. Le lien radio ne peut couvrir qu'une distance maximale de 5 ou 6 kilomètres dans la bande des 26 GHz et d'une dizaine de kilomètres dans la bande 3,5 GHz.

La BLR est une technologie sans-fil large bande qui autorise la fourniture de **services voix et données fixes à haut débit**. Le réseau BLR se contente d'encapsuler les données dans des trames et ainsi ne limite aucunement les types de services pouvant être offerts. La technologie utilisée pour la transmission est le **LMDS** (Local Multipoint Distribution Services) qui a initialement été développé pour la diffusion de programmes télévisuels. Aujourd'hui, les services utilisant la technologie «LMDS» prévus selon les déclarations des opérateurs BLR couvrent **une large gamme de services de communication**, à savoir :

- L'accès à Internet haut débit,
- Les liaisons louées,
- La téléphonie de base,
- Les réseaux privés virtuels (VPN) et l'interconnexion de LAN,
- Le transfert de fichier en temps réel, le video streaming

Cependant, actuellement seules les offres d'accès Internet et de liaisons louées sont disponibles, les autres types de services étant moins répandus ou non disponibles. Les débits proposés pour les offres d'accès Internet sont généralement des débits symétriques de l'ordre de 128 kbit/s à 2 Mbit/s, caractéristique entre autres très intéressante dans le cadre d'utilisation de certains services multimédia en ligne (ex. : vidéoconférence). Certains opérateurs proposent également des débits asymétriques.

Les interfaces disponibles sur les équipements côté usager sont, par exemple, des liaisons à 2 Mbit/s tramées ou non, des interfaces pour la téléphonie analogique de base, des liaisons ATM, des liens Ethernet, des liens SDH (STM-1, STM-4).

Pour le raccordement des stations de base au cœur de réseau, toutes les offres de produits BLR de première génération fournissent des interfaces ATM, protocole adapté au transport des services voix et données avec une qualité de service garantie et des

débits contrôlés. Le support d'IP natif n'est prévu que dans un horizon plus lointain.

Ce choix est logique si l'on considère que **la BLR utilise déjà le transport ATM sur l'interface radio** (protocole « Wireless ATM »). En cela, elle se rapproche de l'UMTS (Cf. paragraphe 3.2.4.2).

Sur le plan économique, notons en complément qu'après l'effervescence liée aux attributions de licences BLR en France, le marché a subi d'importantes évolutions (retraits, rachats...). Le déploiement de la BLR en France est donc encore incertain, et risque d'être contrasté en termes de couverture géographique et de clients visés.

3.2.3.2 L'accès satellite

Au-delà de son marché traditionnel de la diffusion TV et radio, **le satellite pourrait également se positionner de façon tout à fait intéressante sur le marché de l'Internet, et plus particulièrement sur les applications "multicast"**, qui devraient représenter une part croissante du trafic Internet. Le satellite est en effet par nature adapté à ce type de transmissions point-à-multipoint. Il permet de s'affranchir du réseau Internet traditionnel et donc de garantir un certain débit de bande passante, ce qui est particulièrement important pour des applications de **streaming média en temps réel**.

Deux grands types de satellites peuvent être distingués : les satellites de diffusion, dits traditionnels, et les satellites multimédia de nouvelle génération. **Les satellites multimédia sont généralement bidirectionnels, c'est-à-dire permettant une voie de retour** (qui peut aussi être terrestre). L'objectif de ces satellites **large bande** est de diffuser un contenu spécifique à un utilisateur (configuration "unicast"), ou à un groupe d'utilisateurs (configuration "multicast").

On citera par ailleurs le rôle à venir important de la **norme DVB-RCS** (Digital Video Broadcast – Return Channel for Satellite), vers laquelle les organisations européennes semblent converger pour le développement de **terminaux compatibles avec les différentes technologies satellites utilisées, afin de fournir des services interactifs**.

Grâce à ce type de satellites, trois grandes familles de service peuvent être envisagées : les services "multicast" basés sur la diffusion point-à-multipoint, les services à la demande basés sur une diffusion point-à-point, et les services d'accès à Internet bidirectionnel. **Cette nouvelle génération de satellites multimédia pourrait à moyen ou long terme relancer les programmes de fourniture de services de communications par satellite, qui ont jusqu'ici été pour la plupart des échecs** de par leur coût et l'étroitesse du marché visé, mais plutôt avec une approche de services « fixes ».

3.2.3.3 Les réseaux locaux sans fil (WLAN)

Les technologies WLAN permettent d'établir des **réseaux locaux IP sans fil**, entre des ordinateurs et périphériques. Le marché visé pour la technologie WLAN est en tout premier lieu le marché professionnel. Les services offerts aux clients sont les mêmes que ceux pour les accès fixes en mode IP : email, accès à un Intranet d'entreprise, accès à Internet, téléchargement de fichiers... L'application initiale était plutôt orientée vers des **réseaux privés d'entreprise**, mais certains opérateurs déploient des **réseaux WLAN publics** (plusieurs projets en Asie, et plus récemment en Europe).

Les WLAN, comme les systèmes cellulaires, utilisent des stations de base pour communiquer avec des ordinateurs portables. A la différence de la BLR, les réseaux WLAN permettent de **gérer la mobilité des utilisateurs au niveau IP**. Les débits de transmission de données sont par ailleurs très supérieurs à ceux des réseaux cellulaires, présentés plus loin.

Actuellement, le marché des WLAN est partagé entre le standard 802.11b (appelé aussi Wi-Fi) et des technologies propriétaires. Le standard 802.11b est maintenant une **technologie mature** avec des produits existants qui répondent aux attentes du marché. De **futures évolutions** des WLAN devraient permettre des **débits plus élevés** (jusqu'à 54 Mbit/s) dans la bande 5 GHz. Il existe deux principales technologies concurrentes pour cette génération future : 802.11a (standardisé par l'IEEE aux Etats-Unis, successeur de 802.11b) et HIPERLAN2 (standardisé par l'ETSI en Europe, vise à concurrencer la technologie 802.11a grâce à de meilleures performances). Son prédécesseur, HIPERLAN1, n'a pas rencontré le succès commercial escompté). À partir de 2002/2003, le marché devrait se focaliser essentiellement autour de 802.11a et HIPERLAN2. À l'horizon 2005, on entrevoit déjà leurs remplaçants : des technologies qui opéreront dans des bandes de fréquence plus élevées (> 50 GHz) et qui fourniront des débits encore plus élevés (> 100 Mbit/s).

La technologie WLAN, **mature et promise à des évolutions fortes** en termes de débit, de couverture et d'usage, permet la fourniture de **services IP natif, à très haut débit, avec un usage nomade, trois éléments clé de la définition d'un service NGN**. Les interfaces avec le cœur de réseau sont elles aussi **IP natif**, ce qui facilitera l'orientation des opérateurs WLAN voulant déployer un cœur de réseau NGN vers un transport IP natif plutôt qu'ATM.

On notera par ailleurs des projets visant à favoriser les services multi-réseaux d'accès incluant le WLAN (Cf. projet INTERNODE visant à expérimenter un service de VPN sécurisé via accès GPRS et WLAN, exposé plus en détail dans le chapitre 3.7).

3.2.3.4 L'accès sans fil Bluetooth

Contrairement aux technologies WLAN ou BLR qui s'appuient sur une architecture centralisée, Bluetooth ne nécessite pas de point d'accès puisque les connexions peuvent être directement effectuées entre les appareils.

Initialement, l'utilisation de Bluetooth est prévue pour des connexions de très courte portée (dialogue entre périphériques – concept de « réseau personnel » -, ou desserte de l'ordre de quelques mètres).

Les caractéristiques essentielles de Bluetooth et son usage dans le cadre de l'évolution des terminaux sont présentés plus en détail dans le chapitre 3.6.

Cependant, **Bluetooth pourrait évoluer pour être utilisé comme réseau d'accès afin d'offrir des services similaires à ceux du WLAN**. On citera notamment le constructeur Ericsson, grand promoteur de Bluetooth, qui commence à proposer aux opérateurs une

offre d'accès allant dans ce sens, s'appuyant sur des bornes de service Bluetooth utilisées en complément des accès réseaux mobiles (GSM/GPRS, UMTS) afin de desservir des sites d'entreprises.

3.2.3.5 Téléphonie sans fil : le DECT

Largement adoptée bien au-delà de l'Union Européenne puisqu'il est actuellement adopté dans plus de 110 pays, le DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) a vocation à couvrir les domaines d'application de la téléphonie sans-fil domestiques (domaine d'application initial), de la téléphonie sans-fil d'entreprise (solutions de « PABX sans-fil » – domaine où le DECT est maintenant massivement déployé et a supplanté les systèmes concurrents), et des systèmes d'accès sans-fil pour les abonnés aux réseaux de télécommunications publics (usage encore très marginal).

Le DECT est une norme européenne d'**accès radio cellulaire numérique « sans fil »** dont la première version a été publiée par l'ETSI en 1992, qui s'appuie sur un mode d'accès TDMA (Time Division Multiple Access) / FDD (Frequency Division Duplex). Il bénéficie de procédures de sécurité (authentification, chiffrement) importantes. Les principales différences du DECT par rapport aux principaux systèmes cellulaires numériques (GSM, DCS1800) sont que :

- Alors que les systèmes cellulaires sont développés pour une large couverture géographique, **la norme DECT est optimisée pour une couverture locale** (20-300m) avec une forte densité d'utilisateurs.
- La sélection et l'allocation des canaux de fonctionnement pour une communication sont automatiques, et ne nécessitent aucune planification de fréquences, et la gestion de la mobilité en DECT est plus restreinte, son domaine d'application étant le « sans fil » (réseaux locaux) plutôt que le « mobile ».

Depuis 1995, la norme DECT a en effet été constamment étendue pour supporter :

- un service de transmission de données asynchrone en mode paquet appelé **DPRS** (DECT Packet Radio Service). Les débits supportés sont de 552 kbit/s actuellement, avec une évolution prévue jusqu'à 2 Mbit/s. Le DPRS supporte notamment les connexions V.24 et Ethernet TCP/IP.
- d'autres modes de transmission de données, comme la transmission isosynchrone à 32 kbit/s, ou des services de messaging analogues au GSM : DECT-**SMS** (Short Message Service), **EMS** (Enhanced Message Service) ou **MMS** (Multimedia Message Service).
- des services multimédia. Les systèmes DECT ont été enrichis d'un **DECT Multimedia Access Profile** (DMAP) incluant le GAP (profil d'accès des terminaux pour la voix) et le DPRS (pour les données).
- Le **WAP** (Wireless Access Protocol). Le DECT a en effet été intégré comme réseau d'accès possible dans les spécifications du protocole WAP.
- **L'interopérabilité avec les réseaux mobiles 3G**. L'évolution des services de données du DECT vers le haut débit est une des raisons pour lesquelles le DECT fait partie des normes de réseaux d'accès regroupés au sein de la **famille IMT-2000** pour les services mobiles de nouvelle génération. C'est même la seule technologie de cette famille qui dispose de produits commercialement disponibles et éprouvés.

La complémentarité de cette norme avec l'UMTS pourrait par exemple permettre une utilisation plus grande pour les particuliers et le DECT pourrait devenir un réseau d'accès mobile d'opérateur performant dans des zones localisées, au même titre que le WLAN.

Les évolutions récentes de la norme DECT permettent les échanges de données avec des **débits allant jusqu'à 2 Mbit/s**, les **services multimédia**, et **l'interopérabilité avec les réseaux mobiles 3G**. Le

support simultané de ces services, associé à un haut niveau de sécurité et une maturité importantes des produits donneront **potentiellement une place importante au DECT dans un environnement de réseau local sans fil convergent**, et permettront peut-être le **développement d'offres de services d'opérateurs**.

Cependant, l'interfonctionnement fort entre le DECT et le GSM, prévu dans la norme initiale, n'a pas donné lieu à un développement important des offres allant dans ce sens. **L'importance du DECT dans le cadre des NGN est donc soumise à la stratégie des constructeurs.**

3.2.4 Les réseaux d'accès mobiles

Plusieurs réseaux d'accès radio fournissant des services de radiocommunications mobiles publics sont ici présentés. Le **GSM** est une technologie historiquement orientée vers les services voix et données bas débit mature et très largement répandue, mais évolue actuellement avec l'ajout de services de transmission de données en mode paquet (**GPRS**), et à court terme avec l'émergence de la nouvelle génération « convergente » voix/données/multimédia : **l'UMTS**.

NB : les tentatives d'utiliser des réseaux satellites afin de fournir des services mobiles ont pour l'instant abouti à des échecs techniques et commerciaux.

3.2.4.1 Radiocommunications : le GSM et le GPRS

Le GSM (Global System for Mobile communications) est une norme européenne de système de radiocommunications numérique. Cette technologie connaît un très fort succès, qui s'étend là aussi au-delà de l'Europe, avec une explosion du marché vers la fin des années 1990.

Le système **GSM** avait initialement vocation à la fourniture de **services voix dans un environnement mobile**. L'architecture de réseau repose donc sur un ensemble d'équipements spécifiques aux réseaux mobiles, mais le GSM ayant été spécifié dans l'optique d'un raccordement avec les réseaux RTC ou RNIS, la **commutation** de trafic s'effectue **en mode circuit TDM** à 64 kbit/s dans le cœur de réseau.

Le **GPRS** (General Packet radio Service), spécifié par l'ETSI en 1991, est un nouveau **service mobile de transmission de données en mode paquet utilisant la technologie d'accès radio GSM**.

Le GPRS est incontestablement une technologie prometteuse pour la convergence entre téléphonie mobile et Internet car :

- Le GPRS réutilise, moyennant quelques adaptations techniques, les réseaux d'accès radio GSM et les éléments de réseaux ainsi que les procédures puissantes d'authentification et de gestion de la mobilité implémentées dans le cœur de réseau et les terminaux GSM, ce qui en simplifie le déploiement.
- Par rapport au GSM, il permet une augmentation significative des **débits de transmission de données**, entre 30 et 40 kbit/s dans une première phase et plus de 100 kbit/s à moyen terme (vitesse maximale théorique : 171,2 kbit/s).
- Le GPRS repose sur un **transport des données en mode paquet** et utilise le **protocole IP** (Internet Protocol) au niveau du cœur de réseau, ce qui garantit une compatibilité maximale avec les réseaux Intranet et Internet.
- Le GPRS autorise le développement de **nouveaux usages** basés par exemple sur une **connexion permanente** (« always on »), et sur une **facturation des services en fonction du débit** de données transmis, et non plus de la durée de connexion comme en GSM.

En revanche, les évolutions nécessaires au niveau de l'interface radio GSM pour supporter la transmission de données en mode GPRS imposent notamment le **remplacement des terminaux existants** par des appareils totalement GPRS ou plus généralement bi-mode, GSM/GPRS.

La technologie GPRS est communément appelée « 2,5 G » car elle est vue comme **une transition essentielle** de la transmission de données bas débit en mode circuit du GSM (système mobile de deuxième génération), **vers la transmission de données en mode paquet** à très haut débit de l'UMTS (système mobile de troisième génération).

La mise en œuvre du GPRS, qui est récente ou imminente dans la plupart des réseaux GSM européens, sera pour les opérateurs mobiles une étape clé qui leur permettra de mettre en œuvre **des architectures de cœur de réseau (transport IP) et des services de transmission de données en mode paquet à haut débit que l'on peut qualifier de « pré-UMTS » ou « pré-NGN »**. A cette occasion, les partenariats entre opérateurs mobiles et fournisseurs de services pourront aussi être amenés à évoluer.

3.2.4.2 Les réseaux 3G UMTS

L'expression "Universal Mobile Telecommunications System" (UMTS) désigne la **norme cellulaire numérique de troisième génération** retenue en Europe. Atteignant à terme 2 Mbit/s dans certaines conditions, les vitesses de transmissions offertes par les réseaux UMTS seront nettement plus élevées que celles des réseaux de seconde génération.

Cette technologie nécessite le déploiement de nouveaux équipements radio par rapport au GSM et au GPRS : l'**UTRA** (UMTS Terrestrial Radio Access). Elle utilise de nouvelles bandes de fréquences. L'évolution de l'interface radio permettra d'augmenter les débits disponibles pour les utilisateurs finaux en utilisant la technologie d'accès CDMA (Code Division Multiple Access), qui offre des améliorations importantes en terme d'efficacité spectrale. **L'UTRA utilise un transport ATM sur la voie radio, et les interfaces vers le cœur de réseau sont, du moins initialement, basées sur un transport ATM** (ATM/AAL2 pour la voix, ATM/AAL5 pour la donnée).

L'UMTS constitue par rapport au GSM/GPRS plusieurs évolutions majeures :

- L'utilisation d'un nouveau **réseau radio** adapté pour un **transport** convergent des services voix et données **en mode ATM** de la voie radio jusqu'au cœur de réseau (une évolution vers IP est envisagée à long terme).
- Un **cœur de réseau unifié** pour les services voix et données, **avec un transport en ATM ou IP**.
- L'introduction progressive du concept de VHE (Virtual Home Environment) qui permet **l'adaptation des services à toute situation de mobilité** (par rapport au réseau, à l'utilisateur ou au terminal).
- A moyen terme, une **séparation des couches Transport et Contrôle** du cœur de réseau, ainsi que **des couches Contrôle et Services** dialoguant via des **interfaces normalisées OSA** (Open Service Architecture)
- A moyen terme, l'introduction de **nouveaux services nativement IP multimédia** basés sur le protocole de contrôle d'appel **SIP**.
- Pour être complet sur le périmètre technique de l'UMTS, notons par ailleurs que la norme UMTS prévoit plusieurs réseaux d'accès possibles. En complément de l'UTRA, une **composante d'accès satellite** est prévue, mais ses développements et sa maturité sont encore incertains. Par ailleurs, il est prévu une **interopérabilité des services mobiles 3G entre plusieurs réseaux d'accès** utilisant les méthodes de multiplexage CDMA, TDMA et/ou FDMA, regroupés au sein de la famille **IMT-2000**. Le DECT en fait partie.

Le système mobile de troisième génération UMTS est le premier système global entièrement normalisé (du moins dans sa deuxième phase) **avec une architecture de réseau et de services NGN** : une évolution vers le « tout IP », des services multimédia à très haut débit en mobilité étendue, un transport unifié et une séparation du réseau en couches dialoguant via des interfaces normalisées, ainsi qu'une interopérabilité avec des réseaux d'accès multiples.

L'utilisation massive du transport ATM dans le sous-système radio UMTS fait que, en fonction de leur existant, **les opérateurs UMTS s'orienteront vraisemblablement pour leur cœur de réseau soit vers un transport convergent voix/données en ATM, soit vers un transport de la voix sur TDM** (réutilisation du backbone GSM) **et de la donnée sur IP** (réutilisation du backbone GPRS).

Alors que les expérimentations UMTS sont en cours, **les premiers déploiements opérationnels sont attendus pour 2002-2003**. Cette technologie nécessite de **nouveaux terminaux** adaptés à l'interface radio UTRA, et **multimodes** GSM/GPRS afin de pouvoir fonctionner en repli sur les réseaux 2G dans les zones non couvertes et UMTS. Nous reviendrons plus en détail sur cette technologie en étudiant notamment l'architecture du cœur de réseau UMTS dans le chapitre 3.4 sur la couche Contrôle.

3.2.4.3 Complémentarité avec les réseaux d'accès fixes sans fil

Il ressort du panorama réalisé que **deux technologies d'accès fixe sans fil sont particulièrement proches des réseaux mobiles, et permettent d'envisager une réelle complémentarité d'utilisation**, dans une optique de convergence fixe/mobile :

- Le **DECT**, historiquement conçu pour supporter des services de téléphonie, au même titre que le GSM, intègre les mêmes évolutions que ce dernier avec l'introduction du service de transmission de données en mode paquet DPRS (à

comparer au GPRS pour le GSM). De même que des terminaux bi-modes DECT/GSM avaient été spécifiés, les évolutions du DECT prévoient un interfonctionnement avec les réseaux UMTS qui sont les successeurs du GSM/GPRS.

- Le **WLAN**, historiquement conçu pour supporter des services de données IP, pourrait permettre grâce à l'utilisation de ce protocole IP fédérateur et notamment à ses fonctions « Mobile IP », de mettre en œuvre un interfonctionnement des services avec les réseaux GPRS, et ultérieurement UMTS, qui offrent des services identiques en mobilité étendue.

Si les expérimentations en ce sens ont commencé (Ex. projet INTERNODE pour des services GPRS et WLAN), le succès commercial de la mise en œuvre de services mixtes entre réseaux sans fil et mobile est encore incertain, et dépendra notamment de l'évolution des offres de terminaux d'une part, et du contexte réglementaire d'autre part.

3.2.5 Conclusion : de l'accès au cœur de réseau

Bien que ne pouvant pas être qualifiées de NGN, les **nouvelles technologies d'accès haut débit** sont une composante connexe très importante car elles **influeront sur la rapidité d'introduction et les modalités techniques détaillées de mise en œuvre des cœurs de réseau NGN**.

Les différentes technologies de réseaux d'accès examinées dans le présent chapitre sont complémentaires en termes d'usages et de services, et ont donc chacune un rôle à jouer dans le développement effectif des services IP multimédia de nouvelle génération. Elles présentent des caractéristiques diverses qui en feront **des éléments technologiques et économiques moteurs pour le développement des réseaux NGN, selon :**

- Leur niveau de **maturité** (existence de produits) et le **potentiel de marché** qu'ils couvrent en termes d'utilisateurs et d'environnement.
- Le support de **services temps réel basés sur IP** et les **débits** de transmission de données offerts.
- Le support du **nomadisme** ou de la **mobilité**, et de **l'interfonctionnement** des services **entre plusieurs réseaux d'accès**.
- La **nature des interfaces de transport** (normalisées ou disponibles auprès des industriels) entre le réseau d'accès et le cœur de réseau. Cet élément impactera naturellement les choix des opérateurs en termes de protocole de transport convergent au sein du cœur de réseau (Cf. chapitre 3.3).

Ainsi, si les technologies d'accès **WLAN ou Ethernet** orientent plutôt l'opérateur vers une solution de **transport unifié en IP natif** dans le cœur de réseau, les technologies **xDSL, BLR ou UMTS** l'orientent plutôt, du moins à court/moyen terme, vers une **solution ATM**.

Les technologies d'accès fibre optique, câble, CPL, satellite, ou Bluetooth étant du niveau « liaison », elles sont neutres en termes de protocole de transport et n'entreront a priori pas en compte dans le choix de la solution de transport unifié des opérateurs.

Le tableau suivant présente une synthèse des caractéristiques des technologies d'accès qui sont pertinentes à analyser afin d'en évaluer le potentiel d'utilisation ou d'influence dans le cadre des NGN :

Techno- logie d'accès	Maturité	Débit de données (ordre de grandeur)	Commutation / interface vers le cœur de réseau	Potentiel NGN

Réseaux d'accès fixes					
RTC, RNIS	Très mature	< 64 ou 128 kbit/s	TDM (circuit)	+	Paquetisation de la voix (transport), puis services VoIP
xDSL	ADSL : moyenne Autres : faible	0,5 à 50 Mbit/s	interconnexion ATM, ou IP sur ATM	+++	Opérateurs alternatifs, interfaces IP, voix sur xDSL
Ethernet	Très mature	LAN : 10-100 Mbit/s WAN : 1-10 Gbit/s	IP natif	+++	Extension aux réseaux MAN/WAN
Fibre optique	Mature	Plusieurs centaines de Gbit/s si WDM	Neutre (niveau liaison)	++	Extension aux boucles locales. WAN : généralisation WDM et commutation optique
HFC (Câble)	Mature	Si TV : 0,5-10 Mbit/s. Données seul : ~5 Gbit/s	Données : orienté IP (norme Docsis)	++	Diversification vers services VoIP, données, Internet
CPL	Faible	Jusqu'à 10 Mbit/s	Neutre (niveau liaison)	+	Services de proximité
Réseaux d'accès fixes sans fil / radio					
BLR	Moyenne / faible	Jusqu'à > 500 Mbit/s	ATM initialement	++	Tous services fixes, voix et données
DVB (Satellite)	Moyenne	Jusqu'à 30 Mbit/s	Données : orienté IP	+	Services fixes de diffusion, à la demande, ou éventuellement bidirectionnels
WLAN	Mature, évolutif	Jusqu'à 11 Mbit/s (évol. > 50 Mbit/s)	IP natif	+++	Services nomades de transmission de données haut débit, complément aux réseaux mobiles
Bluetooth	Faible	Jusqu'à 1 Mbit/s	Neutre (niveau liaison)	+	Essentiellement côté terminaux
DECT	Mature, évolutif	0,5 Mbit/s, (évol. : 2 Mbit/s)	TDM (circuit) ou IP (paquet)	+	Réseaux d'entreprises, (Opérateurs : complément aux réseaux mobiles 3G)
Réseaux d'accès mobiles					
GSM	Mature	< 15 kbit/s (évol. ~70 kbit/s avec HSCSD)	TDM (circuit)	+	Paquetisation de la voix (transport)
GPRS	(évol. GSM) Faible	10-150 kbit/s (évol. ~380 kbit/s avec HSCSD)	IP (paquet)	++	Services données mobiles en mode paquet, Transport IP
UMTS	Très faible	~380 kbit/s (évol. 2 Mbit/s)	Paquet. ATM (évol. IP à terme)	+++	Serv. données mobiles multimédia, cible = réseau 100% NGN

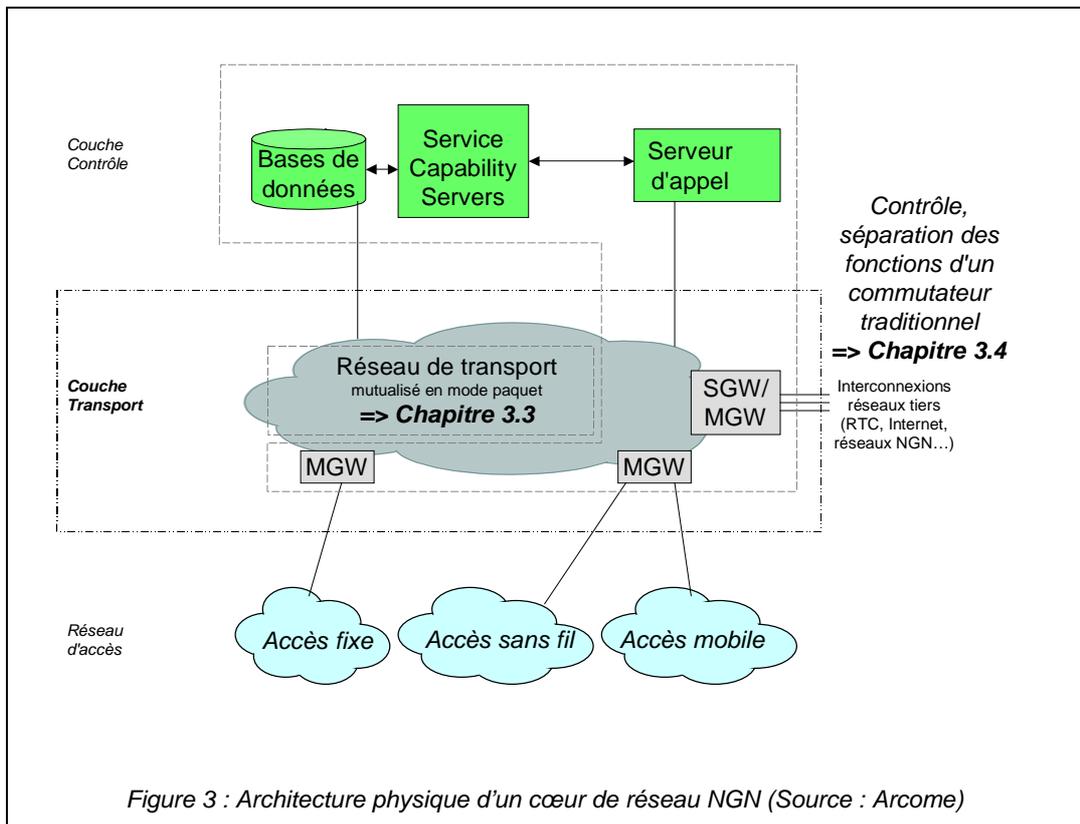
3.3 Vers un réseau de Transport IP, multiservices et haut débit

Préambule - Avertissement :

Dans le modèle d'architecture NGN, les équipements de cœur de réseau sont séparés en deux fonctions, l'une appartenant à la couche transport (les Media Gateways) et l'autre à la couche contrôle (les serveurs de contrôle d'appel). C'est pourquoi la description technique et fonctionnelle des Media Gateways ne peut être dissociée de celle des serveurs de contrôle d'appel.

Pour des raisons de cohérence et de facilité de rédaction, la description du rôle et des caractéristiques techniques des Media Gateways sera donc présentée dans le chapitre 3.4 suivant, traitant de la couche Contrôle.

Nous traiterons donc dans cette partie des autres évolutions du réseau de transport, principalement concernant les technologies de transmission et de commutation utilisées sur les liaisons qui interconnectent les réseaux d'accès au cœur de réseau (i.e. aux Media Gateways) d'une part, et les Media Gateways entre elles d'autre part.



3.3.1 Introduction

Tout d'abord, avant d'aborder ce chapitre, **une distinction doit être faite, dans un « réseau de transport » (ici appelé « couche transport »), entre le niveau réseau de transmission et le niveau réseau de commutation :**

- Le réseau de transmission correspond au réseau physique de liens et de nœuds qui dessert une zone (un immeuble, une ville, une région, un pays ou un continent).
- Le réseau de commutation correspond à certains nœuds qui permettent d'acheminer une communication à travers le réseau de transmission en fonction de sa destination. Dans les architectures traditionnelles, un opérateur possède (ou loue) un réseau de transmission sur lequel s'appuient en général plusieurs réseaux de commutation, l'un dédié à la commutation de la voix, l'autre dédié à la commutation de données. L'idée qui sous-tend les NGN est de fusionner ces deux réseaux en un seul.

Le problème est donc le suivant : les techniques utilisées en grande majorité dans les réseaux de transmission et de commutation pour le transport des flux voix ont été optimisées pour cet usage ? Comment faire évoluer ce réseau pour mieux l'adapter à réseau de transport et de commutation de données ? Ce chapitre étudiera les tendances de choix techniques à venir pour la mise en œuvre de ces **réseaux de transport « de nouvelle génération »**.

On peut mettre en évidence deux évolutions majeures des réseaux de transport :

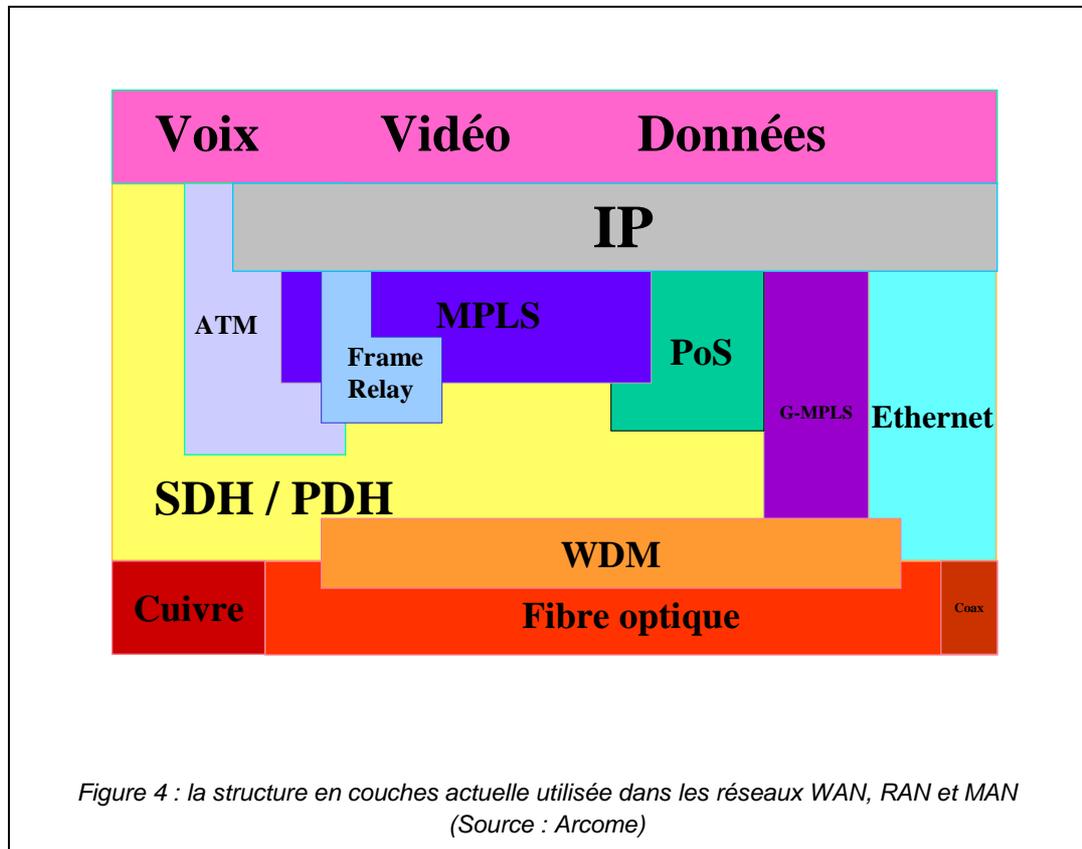
- **Concernant les réseaux de transmission**, comme on l'a déjà remarqué, **les techniques dominantes sont remises en cause**. En effet, le multiplexage TDM (*Time Division Multiplexing*), utilisée en grande majorité dans les réseaux actuels, est une technique de transmission adaptée pour la commutation de circuits. Or le réseau de commutation de paquets s'appuie (surtout en périphérie) majoritairement une transmission TDM, qui n'a pas été conçue pour cela. **La tendance actuelle est de migrer les réseaux de transmission actuels vers un réseau de transmission unique, neutre, voire favorable à la commutation de paquets.**
- **Les réseaux de commutation sont l'objet de grands projets de déploiement**. En effet, concernant la commutation de la voix, la technique utilisée reste très largement la commutation de circuits. La base de commutateurs installés est énorme, évolue assez peu, et rend un service parfaitement adapté à ce qui lui est demandé (la téléphonie de point à point). D'un autre côté, la commutation de données utilise des techniques de commutation de paquets qui permettent, entre autres, d'économiser de la bande passante par rapport à l'utilisation d'une commutation de circuits. Là encore, les réseaux de commutation de paquets rendent avec efficacité des services de consultation de base de données, de messagerie, etc. La solution d'utiliser les réseaux de commutation de circuits comme réseau de commutation unique ayant déjà été évoquée et testée (à travers l'expérience du RNIS), puis abandonnée face à des limitations techniques rédhibitoires, la solution du réseau de commutation de paquets s'est alors imposée. **La tendance actuelle est donc de développer un réseau de commutation unique, s'appuyant sur l'actuel réseau de commutation de paquets**, qui permettrait de transporter tout type de trafic (voix, vidéo, donnée, etc.).

Toute la question est alors : quelles sont ces tendances en termes de choix technologiques autour des réseaux de commutation de paquets et de transmission en vue de leur faire supporter tout type de trafic ? Pour répondre à cette question, une étude des réseaux de transport actuels est tout d'abord nécessaire. Ce chapitre abordera ensuite les tendances qui se dessinent pour les années à venir.

3.3.2 Les réseaux de transport actuels

Si l'on visualise les technologies en jeu en s'appuyant sur le modèle en couches OSI (Open System Interconnection), la séparation entre réseau de transmission et réseau de commutation est très nette.

Le schéma ci-dessus visualise la structure en couches qui modélise actuellement un réseau d'opérateur :



Note : L'acronyme PoS (Packet over SDH) désigne la commutation IP sur TDM.

3.3.2.1 Evolutions en cours dans les réseaux de transmission actuels

On distingue communément dans un réseau de transmission les différents niveaux de desserte géographique suivants :

- Le LAN (Local Area Network) qui concerne un immeuble, un groupement d'immeubles ou un campus.
- La boucle locale, qui permet d'atteindre le client, dite aussi « réseau d'accès ».
- Le MAN (Metropolitan, Area Network) qui dessert un quartier ou une ville.
- Le RAN (Regional Area Network) qui couvre une communauté urbaine ou une région.
- Le WAN (Wide Area Network) qui parcourt un pays ou un continent.

Cette partie s'intéressera aux trois derniers segments, le WAN, le RAN et le MAN.

Les réseaux de transmission longue distance (WAN) et régionaux (RAN)

Concernant les réseaux de transmission longue distance et régionaux actuels, on peut en dégager les caractéristiques suivantes :

- Concernant le médium physique, la **fibre optique** est largement utilisée.
- Concernant le multiplexage, plusieurs tendances se dégagent :
 - ~ Le **multiplexage TDM** s'est imposé largement dans tous les réseaux WAN et surtout RAN des opérateurs. Ce multiplexage nécessite de hiérarchiser les débits au sein du réseau. Les hiérarchies **SDH** (*Synchronous Digital Hierarchy*) et **PDH** (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) ont été normalisées au niveau européen ; en effet, cette normalisation facilite grandement l'interconnexion des réseaux de transport de deux opérateurs par une « taille » normalisée des tuyaux à interconnecter. Cette hiérarchie offre des débits granulaires allant de 2 Mbit/s (dans les MANs) à 10 Gbit/s (dans les WANs).
 - ~ Avec l'apparition de la technologie **POS** (Packet Over SDH/Sonet), les réseaux SDH peuvent véhiculer de manière isolée des conduits de trafic circuit et paquet. Le SDH n'a donc pas vocation à disparaître à court terme.
 - ~ Le **multiplexage WDM** (*Wavelength Division Multiplexing*) s'est imposé dans les réseaux WAN de longue ou très longue distance. Cette technique multiplexe des longueurs d'onde différentes. Elle permet d'obtenir des débits très élevés de l'ordre du Tbit/s. Ce multiplexage est le plus souvent réservé à des réseaux continentaux ou intercontinentaux, et encore peu utilisé sur des artères nationales ou régionales. En général, des flux TDM sont multiplexés, un flux étant associé à une longueur d'onde.

Les réseaux de transmission métropolitains (MAN)

- Concernant le médium physique, la **fibre optique** est largement utilisée, mais l'utilisation de la **paire de cuivre** (analogue aux paires de cuivre aboutissant à n'importe quelle habitation) et du **câble coaxial** est de plus en plus visible.
- Concernant le multiplexage, la **hiérarchie PDH** est la plus utilisée. Elle permet des débits granulaires allant de 64 kbit/s à 565 Mbit/s.
- On peut noter aussi l'apparition de la technique **Ethernet** qui permet de débits hiérarchisés de 10 Mbit/s, 100 Mbit/s, 1 Gbit/s et 10 Gbit/s sur des distances de plus en plus grandes.

Inadéquation entre les hiérarchies PDH et SDH, et la commutation de paquets

Il faut noter que les hiérarchies numériques fondées sur le multiplexage TDM sont très présentes dans les réseaux de transmission d'opérateur, surtout en bordure de réseau ; mais elles sont contestées par une partie des organisations du monde Internet. En effet, les hiérarchies normalisées SDH et PDH sont issues d'organisations du monde des télécommunications traditionnelles (l'organisation de normalisation IUT-T par exemple) qui ont fondé leur travail de normalisation sur les profils de débit qu'elles connaissaient, à savoir, par exemple, un débit de 64 kbit/s comme débit de base pour le transport des communications voix.

Le fait qu'une partie de la structure du réseau de transmission actuel soit adaptée pour un réseau de commutation de circuits qui n'en est maintenant plus le seul utilisateur du fait de la croissance du trafic de données est fortement contesté, et des alternatives, qui seront étudiées plus loin, sont à l'étude pour mieux adapter le réseau de transmission à la commutation de paquets.

3.3.2.2 Evolutions en cours dans les réseaux de commutation de paquets actuels

Concernant les réseaux de commutation de paquets, plusieurs tendances se dégagent :

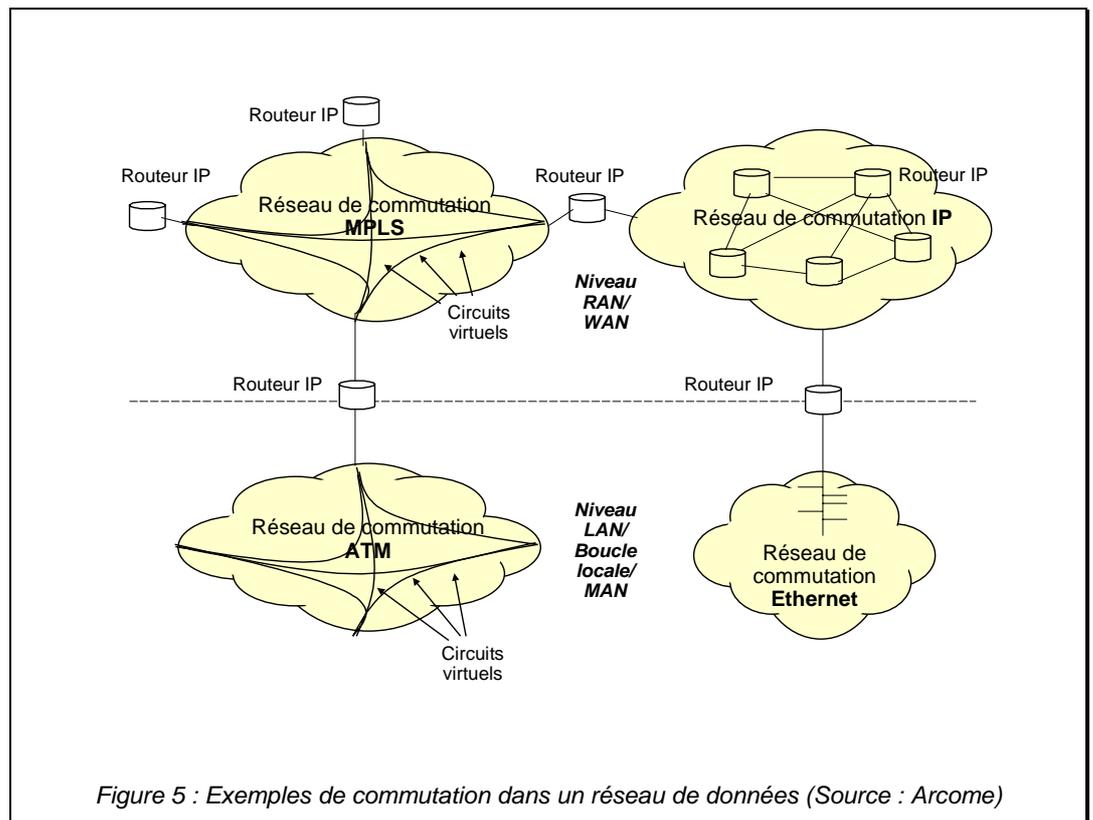
- **La commutation IP** (*Internet Protocol*), commutation de paquets en mode datagramme, **est devenue la technique universelle et nécessaire** à l'interconnexion de réseaux de commutation différents. De plus, elle se positionne maintenant en tant que commutation « à part entière », c'est-à-dire qu'elle ne se réduit plus exclusivement à l'interconnexion de réseaux, mais elle peut aussi jouer le rôle d'une technique de commutation de paquets de bout en bout. La commutation IP est généralisée dans la version 4 du protocole.
- Alors qu'il y a quelques années le **routing IP** (niveau 3) était fortement utilisé, les nœuds de commutation modernes reposent maintenant de plus en plus sur une **commutation de niveau 2 qui s'avère plus efficace**. Les protocoles **ATM** (Asynchronous Transfer Mode) ou **FR** (Frame Relay) sont pour cela largement utilisés. L'arrivée de la commutation **MPLS** (Multiprotocol Label Switching) a renforcé cette tendance. Cette technique a, entre autres avantages, celui de pouvoir créer des circuits virtuels afin de maîtriser l'acheminement du trafic, et celui d'avoir des délais d'acheminement plus courts du fait de l'abandon de la gestion des procédures de mise à jour de tables de routage, calcul de métriques, découverte de réseau, etc... qui caractérisent le routage IP de niveau 3.
- Comme corollaire à l'extension de l'usage de la commutation de niveau 2, la **généralisation de la commutation de paquets en mode « circuit virtuel »** (commutations ATM, FR et MPLS) **au détriment de la commutation de paquets en mode « datagramme »** (ou commutation IP). En effet, si la commutation de paquets en mode datagramme est nécessaire à l'interconnexion des réseaux, dans un réseau d'opérateur longue distance la commutation en mode circuit virtuel est plus **rapide** (elle permet d'offrir une qualité de service au niveau réseau), plus souple dans la **gestion des liens** (pour créer un VPN, par exemple) et dans ce qu'on appelle le « **traffic engineering** », c'est-à-dire la gestion de la bande passante et de l'acheminement du trafic sous contrainte.

Ainsi, on peut dégager plusieurs types de nœud de commutation, utilisés actuellement dans les réseaux longue distance :

- Le commutateur ATM ou FR ;
- Le commutateur (appelé plus communément « routeur ») IP, par nature sans matrice de commutation ;
- Le commutateur MPLS.

Bien sûr, un équipement physique de commutation peut offrir plusieurs types de commutation (IP, ATM, FR, MPLS.)

Le schéma suivant illustre des exemples de mise en œuvre de différents types de commutation dans un réseau de données :



Concernant la couche réseau en environnement métropolitain, la présence de la commutation n'est pas systématique dans toutes les villes. Seul dans les grandes villes, un nœud de commutation est présent. Cependant, une tendance se dégage : par exemple, plutôt que de gaspiller des liens sur PDH pour relier le client au premier commutateur disponible (dans la ville en question ou dans une autre ville plus importante), l'utilisation d'**Ethernet**, jusqu'alors réservée aux réseaux locaux, est de plus en plus visible dans les MANs afin d'offrir une commutation dans toutes les villes. L'acheminement du trafic au niveau 3 (IP) est donc remplacé par un acheminement au niveau 2 (Ethernet). Cette technique a l'avantage de rendre transparent le réseau WAN, de permettre de mettre en œuvre simplement des VPN, d'accélérer les temps de latence, et aussi d'avoir un coût de mise en œuvre inférieur du fait de la grande maturité des produits Ethernet. En fait, cette solution est utilisée pour permettre une commutation « au plus près » du client, et par là lui fournir des services, comme le VPN, de bout en bout sur Ethernet.

3.3.2.3 Evolutions en cours dans les réseaux de commutation de circuits actuels

Dans le cadre des NGN, les réseaux de commutation de circuits étant progressivement amenés à être abandonnés au profit de la commutation de paquets, ce point ne sera pas très détaillé.

Fonctionnellement, la commutation de circuits n'a pas évolué depuis longtemps. On constate d'ailleurs une grande **stabilité fonctionnelle** des commutateurs voix (peu voire plus d'engagement des constructeurs et R&D sur ce type de produits).

Les **déploiements** de commutateurs TDM des opérateurs sont **marginiaux** (utilisation de surcapacité équipée et non exploitée), ou **contournés** (ex. : paquetisation de la voix en ATM pour le transit). On peut même anticiper des **excédents de capacité** chez les opérateurs voix (ex. : décroissance du trafic voix au profit du trafic de données, déploiement des NAS derrière les commutateurs locaux libérant de la capacité de transit circuit...).

Enfin, par une politique commerciale agressive et afin de conserver leur clientèle, les constructeurs poussent au **remplacement** des anciens équipements à renouveler pour cause d'obsolescence **par les gammes d'équipements de nouvelle génération**, et ce à des tarifs similaires voire inférieurs.

3.3.3 Les tendances des réseaux de transport dans le cadre des NGN

Cette partie étudiera tout d'abord les évolutions possibles au niveau transmission, puis abordera les évolutions de la commutation, en présentant en particulier une option, le GMPLS, qui concerne les deux niveaux.

3.3.3.1 Transmission : extensions du WDM et d'Ethernet

D'une façon générale, on assiste à de **nombreux développements autour du multiplexage WDM**. En effet, la technique TDM est plus lourde que la technique WDM : elle fonctionne en mode « trame » et oblige à des opérations de multiplexage et de démultiplexage assez lentes ; un réseau de transmission TDM est en général assez difficile à administrer. De son côté la technique WDM permet d'associer à chaque flux provenant d'un lien une longueur d'onde. Cette technique évite les mécanismes fastidieux du TDM et apporte la souplesse du brassage de signaux optiques. Enfin, la technique WDM permet d'atteindre avec des performances raisonnables des débits limités de l'ordre du Gbit/s, alors qu'avec le TDM, le Tbit/s est facilement atteint.

De manière plus détaillée, plusieurs évolutions liées à l'optique et au WDM se dégagent concernant les réseaux de transmission :

- **Concernant les réseaux WANs continentaux ou intercontinentaux, la technique de multiplexage WDM est largement majoritaire.** Concernant les réseaux nationaux, le WDM s'impose doucement face à la concurrence du TDM qui a l'avantage d'être en place depuis longtemps et dont les équipements sont maintenant produits en grande série, mais qui fournit des débits limités par rapport aux besoins croissants.
- **Concernant les RANs ou les MANs**, la technique WDM y est encore peu présente. Cependant, certains acteurs prévoient, en conséquence de la baisse de prix et de l'apparition de brasseurs et multiplexeurs WDM performants, **l'apparition progressive du multiplexage WDM** dans ces zones.
- Le développement du multiplexage dit **CWDM** (Coarse Wavelength Division Multiplexing), technologie WDM simplifiée permettant le multiplexage d'un nombre restreint de longueur d'ondes (mais néanmoins suffisant pour un usage métropolitain. Ex. : 4 longueurs d'onde) et ayant pour elle l'atout d'une complexité moindre, donc de prix très inférieurs au DWDM, va dans ce sens.

Si l'usage du DWDM et de la commutation optique s'étend, ces techniques sont adaptées à du très haut débit, donc encore **chères**. C'est pourquoi **des versions plus basiques du multiplexage en longueur d'onde se développent** (le CWDM) : moins puissantes mais nettement moins chères, elles sont plus adaptées à la desserte des boucles régionales ou métropolitaines. Par ailleurs, **la location de plusieurs fibres optiques peut encore s'avérer dans certains cas moins coûteuse** pour un opérateur que l'équipement d'une liaison optique en WDM.

- De nouveaux produits permettant une **commutation optique directement en DWDM** sont apparus récemment. Ils devraient renforcer l'attrait de la technologie car ils permettent de configurer de manière logicielle un brassage des longueurs d'ondes, sans intervention physique sur les équipements WDM. On pourra citer

notamment dans ce domaine les constructeurs Lucent Technologies (leader) et Network Photonics (challenger).

Exemples d'utilisation du WDM :

L'opérateur **Storm Telecommunications** offre des liens interurbains européens (Paris – Berlin, Paris – Milan, etc.) à un forfait mensuel fixe quel que soit le débit demandé. Cette offre s'appuie sur un réseau de transmission WDM où la « ressource rare » est la longueur d'onde, qui peut alors supporter tout débit. En effet, une fois une longueur d'onde immobilisée par un client, que ce client demande un débit de 155 Mbit/s ou de 10 Gbit/s, cette longueur d'onde est immobilisée et n'est plus « revendable ».

De **très nombreux autres opérateurs** utilisent aussi cette technologie, pour leurs besoins internes ou parce qu'ils sont opérateurs d'opérateurs et gèrent des réseaux de très haut débit.

Le multiplexage en longueur d'onde **démultiplie considérablement les capacités de trafic véhiculées sur une fibre optique**. La démocratisation de cette technologie rend définitivement caduque l'approche consistant à **évaluer la capacité de transmission optique d'un opérateur** en fonction du nombre de fibres optiques utilisées, et abaisse progressivement la **valeur commerciale des infrastructures** optiques « fibre nue », qui ne sont plus considérées comme des ressources rares (quand elles sont disponibles sur un trajet donné).

- **La technique Ethernet sur fibre optique a vocation à se développer dans les réseaux longue distance MAN, voire WAN**, notamment à travers le standard Gigabit Ethernet et bientôt 10 Gigabit Ethernet, qui offre des débits de l'ordre de plusieurs Gbit/s. On pourra citer des constructeurs tels que Nortel, Foundry Networks ou Atrica. La modulation DWDM devrait favoriser le développement d'Ethernet pour ces usages, car elle permet le transport de l'Ethernet sur de longues distances et à un débit très élevé. Par ailleurs, le protocole MPLS, qui se généralise dans les réseaux WAN (Cf. paragraphe suivant), est transparent aux protocoles LAN et apporte une flexibilité de gestion de la bande passante, ce qui en fait un support efficace pour les services d'interconnexion de LAN de manière transparente.

Exemples de déploiement d'Ethernet en cœur de réseau :

Yipes Communications (USA), Storm Telecommunications (Europe et USA) et Neos (UK) ont annoncé le 19/02/02 un partenariat afin d'offrir des connexions Gigabit Ethernet « à la demande » internationales à des débits de 1 Mbit/s à 1 Gbit/s entre les principaux centres d'affaires européens et américains. Le service « Ethernet on-demand » de Storm est déjà disponible entre Londres, New York, Paris, Francfort et Amsterdam, et sera étendu à 8 autres villes en 2002. Neos fournit des services similaires au Royaume-Uni sur son réseau DWDM/MPLS qui s'appuie notamment sur des routeurs compatibles MPLS de Riverstone Networks (D'après : MPLS World News).

Level 3 Communications a annoncé en décembre 2001 avoir lancé son service de liaisons privées sécurisées Ethernet aux USA et en Europe (33 villes) (D'après : MPLS World News).

Le développement d'offres de transport basées sur Ethernet représente des **compétences nouvelles** pour les opérateurs télécoms. Sa **simplicité de mise en œuvre** du point de vue de l'utilisateur (transparence du WAN), ainsi que **l'extensibilité et la souplesse** apportées par son association avec le WDM et MPLS pour l'opérateur

sont deux facteurs clé du succès à venir de cette technologie. Mais surtout, **Ethernet est inévitablement associé au transport de flux IP, qui est le protocole de transport convergent des réseaux NGN.**

3.3.3.2 Commutation : vers le MPLS puis le GMPLS

3.3.3.2.1 Diffusion progressive de la commutation MPLS

Suite à l'étude des réseaux de transport actuels, il apparaît clairement que **la commutation MPLS est une des techniques de commutation candidates pour s'imposer dans les réseaux de transport futur.**

Les principaux avantages de cette commutation sont les suivants :

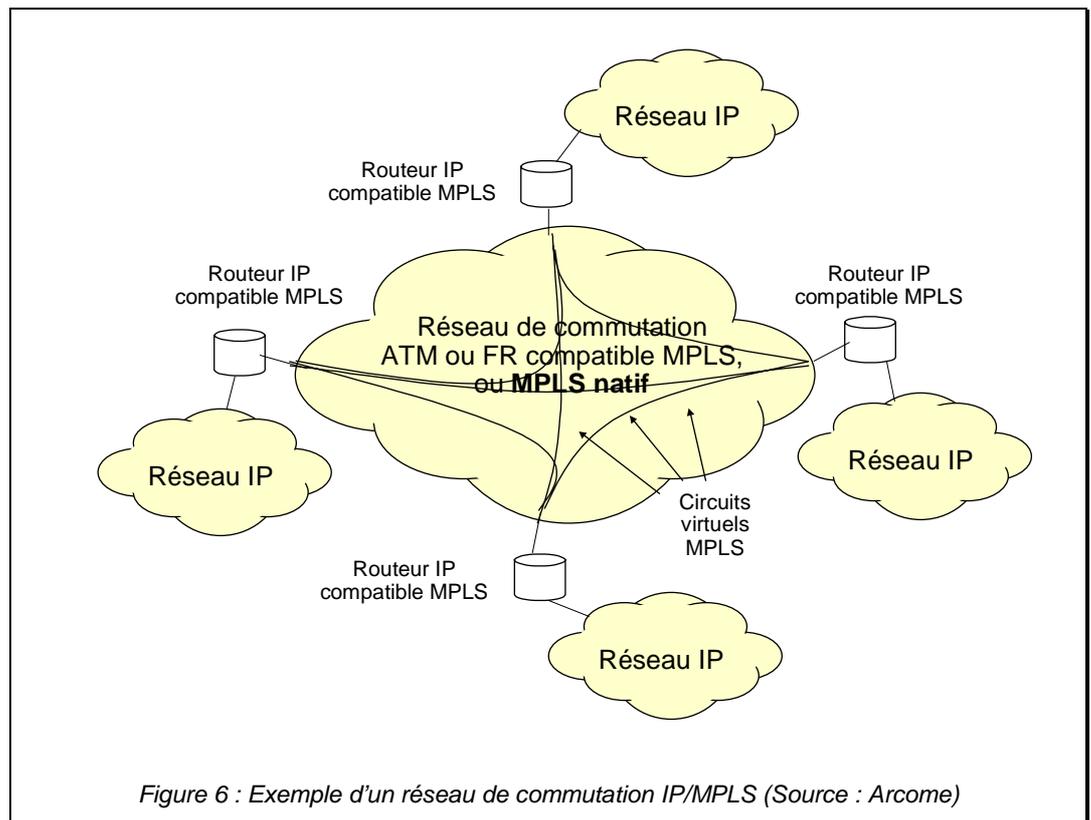
- L'architecture MPLS s'appuie sur une commutation de paquets en **mode « circuit virtuel »**. Comme on l'a déjà souligné, ce type de commutation est plus rapide qu'une commutation de paquets en mode « datagramme » de type IP avec une séquence des trames MPLS respectée.
- L'architecture MPLS a été taillée sur mesure à la topologie d'adressage IP. Un **plan contrôle** permet de gérer les circuits virtuels de manière logicielle, sans administration manuelle lourde. Plus généralement, la commutation MPLS est la plus adaptée au transport des paquets IP.

Ce passage à la commutation MPLS se fait de plusieurs manières, selon la nature de la base technique de commutation initialement installée chez l'opérateur :

- Si sa base de commutateurs repose sur des commutateurs **ATM ou FR, ou des routeurs IP**, une **mise à jour logicielle** des commutateurs est possible pour les rendre compatibles MPLS. La plupart des constructeurs commencent à proposer cette fonctionnalité dans les dernières versions de leurs logiciels. La mise en œuvre rapide de MPLS peut par ailleurs s'avérer très bénéfique pour acquérir les compétences dans l'utilisation et la gestion de MPLS avant que l'utilisation de MPLS ne devienne un réel besoin pour l'opérateur.
- Enfin, l'opérateur peut déployer directement ou progressivement de nouveaux **commutateurs MPLS natifs indépendants**. C'est a priori la solution cible.

Le schéma suivant montre un exemple d'architecture globale d'un réseau de commutation MPLS.

Ainsi on peut prévoir (et on constate déjà – Cf. exemples de projets ou d'offres commerciales ci-dessous) **une diffusion progressive de la commutation MPLS** dans les réseaux de transport.



Quelques-uns des nombreux exemples de déploiement de MPLS :

Equant fournira dans les 60 pays où il est présent des services de téléphonie IP au cours du deuxième trimestre 2002. Le service de voix pour VPN IP est déjà disponible. Equant est en mesure de fournir ces services voix grâce à son réseau global homogène et sa solution de VPN IP basée sur MPLS, qui permet de traiter les flux voix et données avec des priorités différentes en utilisant des classes de services. Le réseau IP VPN d'Equant basé sur la technologie MPLS de Cisco est le plus grand réseau de ce type déployé, avec une disponibilité dans 125 pays. La décision de généraliser le déploiement de MPLS dans le backbone IP d'Equant a été prise en Juin 2000 (D'après : MPLS World News).

Teleglobe a annoncé en Juin 2001 avoir achevé la généralisation de MPLS Packet over Sonet (PoS) dans son infrastructure de réseau IP global, avec des débits pouvant aller jusqu'à OC-192. Cette évolution améliore les temps de latence en simplifiant les couches réseau, et permet à l'opérateur et à ses clients de mettre en œuvre un traitement du trafic basé sur les paramètres de qualité de service et la priorisation en fonction de classes de services (D'après : MPLS World News).

Tiscali a utilisé des systèmes Cisco pour l'extension de son réseau IP pour l'accès Internet commuté et la voix sur IP en Italie. Le réseau a été étendu à 14 nouveaux POP et la capacité du backbone a été doublée afin de permettre à cette infrastructure de fournir la bande passante nécessaire pour fournir ultérieurement des services IP de nouvelle génération comme les VPN basés sur MPLS, la qualité de service IP et la vidéo sur IP. Tiscali implementera aussi la technologie MPLS de Cisco dans son futur réseau IP multi-services au Royaume-Uni (D'après : MPLS World News).

"[...] Due to the development of **LambdaNet's** network, the decision was taken very early to use MPLS as a basis for services instead of ATM. This choice was based on the scalability and the cost-effectiveness of MPLS technology, which leverage competitive advantages for LambdaNet in regards to its positioning in the Carrier's Carrier Market. MPLS deployment has been a positive and innovative answer to the crisis, by decreasing the cost of the network and increasing revenue opportunities. [...] We have deployed, with Juniper's support, our MPLS network during

the first Quarter 2001. Our Layer 2 VPN offer, I-Net-Data-Link , was launched and ready for service on September 4th, 2001 and already, our first customers are up and running.” (Source : MPLS World News, Interview de Romain Delavenne, Directeur Marketing Lambdanet Communications France, Octobre 2001)

Cable & Wireless a annoncé en Décembre 2001 avoir mis en service une liaison transatlantique OC-192 utilisant MPLS et raccordant 7 villes aux USA, en Europe et au Royaume-Uni, ce qui constitue la première étape d'une évolution globale de son réseau IP entre les villes de Washington, New York, Londres, Paris, Bruxelles, Amsterdam et Francfort. Le réseau IP global de Cable & Wireless s'appuie sur des routeurs MPLS de Juniper, qui fournissent des services intelligents de routage MPLS et de commutation à 10 Gbit/s (D'après : MPLS World News).

Level 3 prévoit de fournir des services ATM et Frame Relay basés sur MPLS début 2002. (D'après : MPLS World News)

3.3.3.2.2 Les fonctions offertes par MPLS

Cette technique offre plusieurs fonctions, qui sont autant d'arguments favorables à l'architecture MPLS pour supporter tous types de flux applicatifs :

- **La qualité de service**

Au niveau de la qualité de service, la norme Diffserv (Differentiated Services) a défini un ensemble de niveaux de qualité de service qui permettent de mettre tous les acteurs d'un réseau (opérateurs, fournisseurs d'accès, utilisateurs, etc.) d'accord sur des niveaux de service communs. Au niveau du transport, cela se traduit par l'application à un des champs d'une trame MPLS de ces valeurs de qualité de service, qui définissent alors les trames prioritaires et le traitement adapté à ces trames par un commutateur MPLS. Diffserv s'appuie sur les modèles mathématiques des files d'attente et est plus simple que sa concurrente Intserv (Integrated Services), qui est trop ambitieuse (allocation dynamique de ressources réseau avec une notion d'appel) et ne favorise l'extensibilité du réseau auquel elle s'applique.

De plus, la commutation MPLS permet un contrôle de congestion beaucoup plus fin que la commutation IP classique.

- **L'ingénierie de trafic**

La commutation MPLS rend possible une ingénierie de trafic performante (optimisation de la capacité disponible en transmission et commutation), qui n'est pas possible actuellement en commutation IP.

- **La diffusion**

La commutation MPLS permet facilement de créer des services de diffusion par la création de circuits virtuels MPLS de point à multipoint associés à une adresse IP de diffusion.

- **La sécurité**

Au niveau de la sécurité, le simple fait que la commutation MPLS utilise des circuits virtuels garantit la sécurité. De plus, sur un réseau public, IPsec garantit lui aussi la sécurité. Cette évolution se fera car le protocole IPsec, situé juste en-dessous du protocole IP, permet une gestion souple de la sécurité pour tout type d'applications.

- **Le plan de contrôle – création de circuits virtuels**

En regard du développement de la commutation de paquets en mode « circuit virtuel », la question de la signalisation se pose pour la création de ces circuits. Si, en ATM, cette signalisation existe et est bien maîtrisée, en MPLS, la signalisation utilise un mécanisme original, parfaitement adapté à la structure des réseaux Internet.

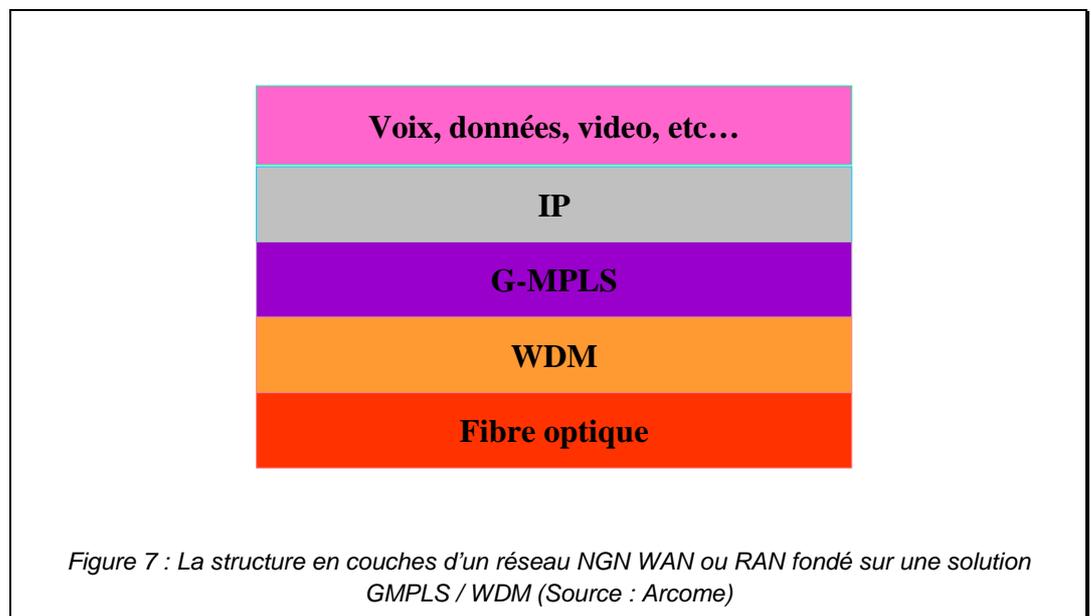
Comme en ATM, la norme MPLS définit un plan « contrôle » et un plan « usager ». Le plan usager fonde la commutation MPLS classique. Le plan contrôle utilise quant à lui des protocoles de signalisation qui permettent de configurer, de façon dynamique, des circuits virtuels. La possibilité technique de leur création est spécifiée dans la norme à travers le protocole de signalisation **RSVP** (*Ressource ReserVation Protocol*). Associé aux mécanismes de qualité de service **Diffserv**, la signalisation RSVP permet de créer « à la demande » des circuits virtuels et de leur associer un niveau de qualité de service.

Ce plan contrôle permet à l'opérateur, de créer dynamiquement et de manière logicielle des circuits virtuels « par défaut » entre routeurs externes au réseau MPLS. **Cette souplesse, que l'on ne trouve pas dans la commutation ATM, facilite grandement l'évolution de la configuration physique du réseau** (interconnexion à un autre réseau ou ajout d'un nouveau client par exemple).

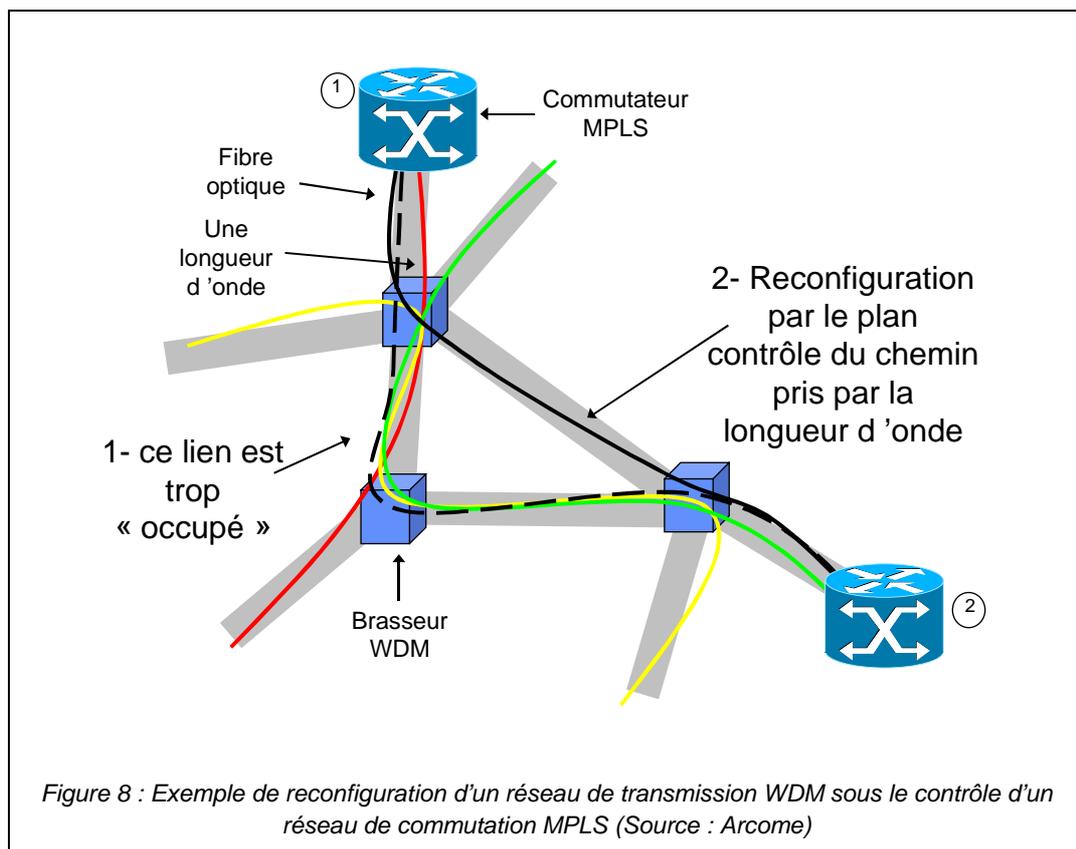
3.3.3.2.3 Du MPLS au GMPLS (Generalized Multiprotocol Label Switching)

Des constructeurs de commutateurs IP et MPLS travaillent sur la **généralisation du plan de contrôle à tous les nœuds du réseau, incluant les nœuds de transmission**. Cette idée permettrait de configurer les circuits virtuels entre commutateurs MPLS, mais aussi de **configurer (ou de reconfigurer) les liens entre des nœuds de multiplexage TDM ou WDM**. Un réseau de transmission, composé de brasseurs et de multiplexeurs TDM ou WDM se configurerait alors « sous le contrôle » du plan contrôle MPLS.

Ce schéma montre la structure en couches qui modélise un réseau WAN ou RAN d'opérateur qui opèrerait pour une solution MPLS en commutation et WDM en transmission :



Ce schéma montre un exemple de reconfiguration d'un réseau de transmission WDM sous le contrôle d'un réseau de commutation GMPLS :



Cette solution apporterait une **grande souplesse de gestion** et une **grande évolutivité du réseau de transport**, qui s'adapterait parfaitement au profil de son trafic actuel et futur, tant au niveau de la commutation (ce qu'il fait déjà avec la commutation MPLS), qu'au niveau de la transmission.

On peut d'ores et déjà imaginer quelques exemples de nouveaux services optiques pouvant être apportés par GMPLS : la gestion dynamique de longueurs d'onde, la reconfiguration automatique de réseau en fonction des besoins de trafic, les VPN optiques dynamiques, la restauration automatique de la transmission optique, etc.

Ainsi, des jeunes pousses américaines comme Caspian Networks ou Village Networks proposent des solutions matérielles fondées sur une architecture mixte MPLS et WDM.

On peut cependant prévoir que, compte tenu de la révolution induite par cette architecture et du relatif **manque de maturité** de cette technique, les opérateurs ne commenceront pas à déployer des architectures GMPLS avant au moins 5 ans (2006).

Avis d'opérateurs sur GMPLS :

"[...] In the long run, Equant is planning to support multiple types of switching including packet switching, TDM, wavelength and fiber switching. GMPLS will allow us to take up these challenges. On top of IP and MPLS, GMPLS will bring intelligence to the optical network. For example, it will allow for automatic network topology discovery and route circuits (whether SONET/SDH framed circuits, wavelengths, bundle of wavelengths, fibers) based on constraints specified by the operator. Network operators will simply have to provision circuits without thinking about wasting bandwidth. As GMPLS spans all layers and distributes the intelligence, it unifies all layers in an overlay or peer model with a standard based, universal control plane. This will allow us to define a global Protection &

Restoration strategy with various link protection capabilities being advertised throughout the network using GMPLS extensions to IGP, and intelligent routing decisions being made on the spot". [...] "Besides all the benefits GMPLS will bring in terms of operation and management simplification, and its great potential for new services, it also introduces a new challenging way to control, operate and secure optical networks, which may frighten some operators." [...] "GMPLS isn't mature yet, and not even fully specified. Work is going on at the IETF with a draft currently complemented to cover all aspects regarding routing and signaling in a unified multi-layer environment. Some pieces exist and can already be demonstrated, but in a proprietary implementation only." (Source : MPLS World News, extraits de l'interview de Didier Duriez, Chief Engineer, Customer Service & Network Group, Equant, Nov. 2001).

"[...] As long as GMPLS is not ready for deployment commercially, it is difficult to express final statements. However, looking ahead, GMPLS is clearly the next step for us after the deployment of MPLS. Moreover, as LambdaNet is an actor in the Carriers Market, it has to face the transportation and the management of very high capacities. In regards with this challenge, the introduction of GMPLS is a necessity in the following years. For this reason, we are evaluating this technology with our suppliers." (Source : MPLS World News, Interview de Romain Delavenne, Directeur Marketing Lambdanet Communications France, Octobre 2001).

3.3.3.3 Commutation : persistance de la commutation ATM

L'évolution actuelle des réseaux d'accès influence le développement du réseau de transport. Un certain nombre de faits est notable pour l'avenir du réseau de transport :

- La technique d'accès **DSL**, appelée à un large déploiement, utilise pour la gestion de sa bande passante la commutation ATM. En DSL, un circuit virtuel permanent est créé entre le DSLAM (qui est en gros un commutateur ATM « unidirectionnel ») et le BAS (*Broadband Access Server*), qui offre les fonctions dites « AAA » (*Authentication, Authorization, Accounting*). De même, l'architecture d'accès **BLR** utilise pour la gestion de sa bande passante et le transport des données la commutation ATM.
- Les constructeurs de télécommunications proposent des architectures **UMTS** « de bout en bout » aux opérateurs, incluant un réseau de transport. La plupart de ces constructeurs ont noué des partenariats avec des acteurs de monde Internet, proposant des routeurs IP et commutateurs MPLS, pour le cœur des réseaux UMTS. Cependant, la norme UMTS spécifie dans ses premières versions, elle aussi, l'utilisation de la commutation ATM en accès pour la gestion de la bande passante et le transport de la voix.

Cette utilisation assez large d'ATM dans les nouveaux réseaux d'accès pose donc la question de la **concurrence éventuelle entre les deux techniques de commutation ATM et MPLS en cœur de réseau.**

Un fournisseur d'accès DSL ou BLR, s'il a à choisir entre deux opérateurs longue distance, l'un offrant un transport sur ATM, l'autre offrant un transport sur MPLS, ne choisira-t-il pas le premier plutôt que le second ? En effet, des services comme le VPN ou la voix sur DSL (VoDSL), qui permet d'offrir sur la ligne DSL le transport à la fois de la voix et de la donnée, pourront alors utiliser directement les mécanismes de création de circuits virtuels ou de qualité de service de l'ATM. De même, il semblerait que l'UMTS favorise la polarisation du marché des commutateurs de réseau long distance autour des techniques ATM et MPLS, mais sans en favoriser aucune.

Rappelons cependant que la technologie MPLS ne se limite pas à être une technologie concurrente d'ATM. L'objectif initial de MPLS était de simplifier l'intégration d'ATM et des routeurs. Ainsi, un opérateur peut très bien implémenter le protocole MPLS au-dessus d'ATM afin de bénéficier de ses services d'ingénierie de trafic.

Toujours dans cette même optique de recherche d'homogénéité, **un opérateur dont le trafic est à l'origine** (en sortie du réseau d'accès) **majoritairement ATM ne verra pas forcément d'intérêt à migrer vers un réseau IP natif**, et sera enclin à conserver une épine dorsale ATM.

Ainsi, pour mieux connecter des clients accédés par DSL ou BLR, et face à l'arrivée de l'UMTS ou encore afin de conserver une certaine étanchéité entre des flux pour en simplifier la gestion, il semble que **certains opérateurs conserveront encore pour plusieurs années une commutation ATM dans leurs réseaux de transport.**

Exemples de maintien d'ATM dans les réseaux de transport :

Sprint (USA) a annoncé début 2002 qu'il allait renforcer son réseau ATM pour transporter les flux de services, de plus en plus nombreux en accès, en voix sur IP. Fin 2002, Sprint a annoncé l'attribution d'un contrat à Nortel pour l'évolution de son réseau de téléphonie locale (3,6 millions de lignes) vers une technologie paquet NGN. Cette évolution, qui doit commencer en Janvier 2003, s'étalera sur 4 ans. Elle s'appuiera sur des technologies softswitch et ATM. (D'après différents communiqués de presse de Sprint).

Un représentant de l'opérateur **KPNQwest** présent lors de la conférence de Novamédia sur les NGN du 29 au 31 Janvier à Paris a par ailleurs exprimé la stratégie de KPNQwest, et affirmé que l'opérateur ne fusionnerait pas les couches physique et transport (via l'adoption de MPLS directement sur WDM ou fibre optique), mais conserverait une couche ATM ou SDH pour des questions de robustesse de réseau et de simplicité de gestion de flux (isolement complets de certains flux de nature différente). (D'après KPNQwest, Conférence Novamédia)

Les choix stratégiques des constructeurs confirment que cette tendance est bien réelle. Il y a en effet un partage entre certains équipementiers qui délaissent le marché de l'ATM pour se concentrer sur la fourniture de solutions de migration rapide vers IP / MPLS (ex. : Lucent) et d'autres qui continuent d'investir dans ce domaine, et pensent que les opérateurs conserveront un cœur de réseau ATM, tout en migrant en douceur vers IP / MPLS (ex. : Alcatel, Nortel).

Avis d'experts :

«Nous prévoyons une stagnation des équipements de cœur de réseau IP, avec un marché en baisse de 3% en 2002, estime ainsi Jean-Charles Doisneau, de l'Idate. Parallèlement, le secteur des commutateurs de cœur de réseau ATM devrait progresser de plus de 15 % cette même année» (Source : Réseaux & Télécoms, 23/11/01).

3.3.3.4 Commutation IP : migration d'IPv4 à IPv6

3.3.3.4.1 La commutation IP actuelle (IPv4)

Le protocole IP a connu plusieurs versions successives au cours de sa normalisation et la version qui est utilisée dans le monde entier est la version 4 (on parle de protocole IPv4). L'en-tête d'un datagramme IPv4 contient peu d'informations ; entre autres, il contient :

- Les adresses source et destination ;
- Un champ ToS (*Type of Service*) qui est utilisé par des mécanismes de qualité de service.

3.3.3.4.2 D'IPv4 à IPv6 : les évolutions clé

Pour améliorer ce protocole, une version 5 puis 6 ont été normalisées à l'IETF (*Internet Engineering Task Force*), l'organisme de normalisation de fait des techniques de l'Internet. **La version 6 est actuellement à l'état de norme et fait l'objet d'un consensus général à propos de ses améliorations et de son applicabilité.**

Les principales améliorations sont les suivantes :

- L'amélioration du champ ToS - renommée **CoS** pour *Classe of Service* – dans l'en-tête du datagramme et l'ajout d'un champ *identifiant de flux*.
- L'intégration par défaut du protocole de sécurité **IPsec** (*Internet Protocol Security*). IPsec fournit un service de sécurité à la couche transport (et donc à toutes les applications).
- Une nouvelle définition des **adresses de diffusion**, ainsi que l'intégration par défaut et l'amélioration des mécanismes de traitement de ces adresses au niveau des commutateurs. Cette fonction sera particulièrement favorable aux nouveaux services multimédia de diffusion de contenu.
- L'intégration par défaut et l'amélioration du protocole de mobilité **Mobile IP** (*Mobile Internet Protocol*) qui permet la mobilité, via l'utilisation d'une adresse IP temporaire associé à l'adresse IP fixe du mobile et d'un mécanisme d'encapsulation.

Il faut noter que tous ces mécanismes sont aussi possibles en IPv4, mais n'y sont pas inclus par défaut et ont été légèrement améliorés en IPv6.

Toutes les fonctions d'IPv6 sont disponibles en version 4 par une mise à jour logicielle du routeur ou du terminal. Par exemple, le protocole Mobile IP est possible en IPv4 par une mise à jour des routeurs et des terminaux concernés. Ce protocole a été légèrement amélioré dans sa nouvelle version.

La diffusion massive du protocole IPv6 permettrait dans le même temps de diffuser d'une manière généralisée et normalisée les fonctions décrites ci-dessus.

En revanche, **un intérêt majeur d'IPv6 et incontournable par rapport à IPv4 réside dans son plan d'adressage** qui est beaucoup plus grand et beaucoup plus granulaire. Le passage des formats d'adresses IP de 32 à 128 bits agrandit l'espace d'adressage disponible. Il permet aussi de créer de nombreux niveaux hiérarchiques dans l'adressage des réseaux et ainsi d'optimiser le routage.

Le nouveau plan d'adressage IPv6 permettra de résoudre le problème de manque d'adresses IP dans le monde dans les prochaines années ou décennies selon les régions du monde.

Constructeurs d'équipements IPv6

La plupart des constructeurs d'équipements IP établis fournissent maintenant des produits compatibles IPv6. Cependant, cette nouvelle version du protocole peut être l'occasion d'un certain renouvellement du marché avec l'émergence de nouveaux acteurs, comme 6Wind, spécialisé dans la conception et la commercialisation de routeurs d'accès IPv6.

3.3.3.4.3 D'IPv4 à IPv6 : la migration

Le protocole IPv6 est soutenu par de nombreuses autorités publiques pour des raisons de politique à la fois technique et économique :

- **En Asie**, l'organisme APNIC (*Asia Pacific Network Information Centre*), organisme sous l'autorité de l'IANA (*Internet Assigned Names Authority*), a pour rôle de gérer l'allocation d'adresses IP dans la région Asie / Pacifique qui inclue la Chine, l'Inde, la Japon et la Corée du Sud par exemple. Sur les 5 milliards d'adresses IPv4 disponibles, environ 100 millions d'adresses (2 % du total) ont été allouées à l'APNIC pour une région représentant plus de la moitié de la population mondiale. Particulièrement en Corée du Sud et au Japon, **la pénurie d'adresses IP est sensible** et le lancement de services Internet sur les téléphones mobiles y renforce cette crainte. Les gouvernements de cette région du monde mettent en place des politiques incitatives vis-à-vis des organisations économiques et universitaires pour tester et utiliser le protocole IP dans sa version 6 plutôt que dans sa version 4.
- **Aux Etats-Unis**, l'organisme ARIN (*American Registry for Internet Numbers*), organisme sous l'autorité de l'IANA, a pour rôle de gérer l'allocation d'adresses IP dans la région Amérique et Afrique Subsaharienne. Près de 4 milliards d'adresses ont été allouées à l'ARIN et les autorités publiques de cette zone et les contraintes techniques ou économiques **ne semblent pas pousser vers une migration des réseaux vers l'IPv6**.
- **En Europe**, l'Union Européenne, qui regroupe 15 pays, voit dans IPv6 un moyen de prendre un avantage technique et économique sur les Etats-Unis par la diffusion rapide d'une technique qui pourrait être le moteur d'une dynamique économique européenne dans le domaine des télécommunications. On pourra se référer au chapitre 4.6 qui décrit notamment le périmètre de l'IPv6 Task Force, et les actions récentes de la Commission Européenne afin de favoriser le développement rapide d'IPv6 en Europe.

La crainte d'une pénurie rapide d'adresses IPv4 est moins sensible en Europe qu'en Asie, l'organisme RIPE (*Réseaux IP Européens*) s'étant vu allouer un grand nombre - 1 milliard - d'adresses. En fait, il semble que ce sera principalement **l'arrivée prochaine de l'UMTS qui pourrait forcer la migration des réseaux en général – et les réseaux de transport en particulier - vers IPv6, dans l'optique de pouvoir allouer à chaque terminal une adresse IP fixe**. Cette migration se fera donc aussi au niveau des réseaux de transport.

Exemples de migration vers IPv6 :

L'opérateur suédois **Telia** a annoncé qu'il allait faire migrer son réseau internet vers IPv6 pour être prêt à répondre aux besoins des opérateurs et ISP (et notamment mieux supporter les flux provenant des futurs systèmes UMTS), ainsi qu'aux demandes des organismes de R&D. L'offre initiale sera un pur service de transport avec un accès fixe, restreint à un nombre limité d'utilisateurs. Telia affiche la volonté d'être le premier opérateur européen à fournir un service commercial IPv6. La première phase de cette migration a été achevée mi-2001. (D'après : Telia, communiqué de presse du 6 Juin 2001).

Quelques opérateurs comme **BT** ou **NTT** expérimentent et testent depuis plusieurs années IPv6 et les problématiques de cohabitation avec IPv4. Les organismes de gestion de réseaux académiques ont également testé ces techniques de coopération IPv4 et IPv6. Si les tests se déroulent d'abord dans un périmètre national, l'interconnexion des backbones IPv6 s'organise au sein du consortium expérimental 6Bone (IPv6 backbone). (D'après : Réseaux & Télécoms).

En Asie, l'opérateur chinois **Smartone**, opérant à Hong-Kong, a réalisé, avec la collaboration de BT Wireless et Ericsson fin 2000, un test à grande échelle de services Internet sur un réseau à accès mobile utilisant la technique IPv6. « Nous avons essayé d'utiliser IPv6 sur des réseaux à accès mobile tels que les réseaux locaux sans fil et les réseaux cellulaires étendus. Des essais ont été conduits pour des applications reposant sur IPv6 sur un cœur de réseau GPRS. D'autres scénarios comme l'itinérance, l'interconnexion IPv4 / IPv6 ont été testés », précise Chrix Fenton, directeur développement et test des services 3G. « Cet essai facilitera aussi le développement d'une nouvelle génération d'appareils mobiles qui offriront des services nouveaux fondés sur une véritable qualité de service rendue possible par l'adoption de la technique IPv6 », dit Ulf Ewaldsson, directeur technique adjoint chez Ericsson. (D'après : Ericsson, communiqué de presse du 14 Novembre 2000).

Ainsi on peut prévoir un **début de diffusion massive du protocole IPv6 dans la zone Asie / Pacifique** (zone regroupant, entre autres, la Chine, l'Inde, le Japon, la Corée du Sud et l'Asie du Sud-Est) **rapidement, c'est-à-dire dès l'année 2003.**

Il est en revanche **plus difficile de se prononcer pour les autres zones** car même l'arrivée de l'UMTS en Europe ne permet pas de se prononcer définitivement et formellement sur la date de nécessité de migration vers IPv6 pour des questions de limitation d'adressage. En effet, les mécanismes d'allocation d'adresse IP dynamique ou de translation d'adresse (NAT) actuellement utilisés, qui permettent de diminuer le nombre d'adresses IP nécessaires pour connecter une population, ne trouveront leurs limites que si l'usage des services UMTS se développe massivement, ce dont un certain nombre d'acteurs doutent encore à ce jour. Par ailleurs, l'intégration d'IPv6 en natif dans la norme UMTS n'est prévue que dans la phase 2 (release R5, Cf. chapitre 3.4.7) et la disponibilité des offres matérielles conformes à cette version de la norme, comme la vitesse de transition des opérateurs UMTS vers cette nouvelle architecture, sont incertaines.

Il est donc probable que le besoin réel d'IPv6 en Europe se situera plutôt autour de 2004-2005, voire plus tard en fonction de la rapidité de l'essor de l'UMTS.

Cependant, il est indispensable pour tous les acteurs d'anticiper cette évolution vers IPv6 en adoptant au plus vite des mesures conservatoires :

- Notamment, il semble raisonnable d'**éliminer progressivement les équipements IP qui ne sont pas compatibles avec IPv6** (c'est-à-dire, qui ne peuvent pas évoluer par simple mise à jour logicielle pour supporter des services IPv6) pour les remplacer par des équipements IP ayant une capacité de gestion de flux mixtes IPv4 / IPv6, et/ou de migration complète vers IPv6. En effet, il suffit que certaines catégories d'acteurs du réseau Internet migrent en IPv6 pour que, potentiellement, tous les autres acteurs soient impactés et aient à traiter des **problématiques d'interfonctionnement** entre IPv4 et IPv6. La plupart des fabricants de routeurs disposent du logiciel IPv6 pour leurs produits. Certains ont même annoncé, voire commencé à livrer des produits intégrant IPv6 en standard.
- Par ailleurs, tous les acteurs doivent, en préparation à cette échéance, **acquérir des compétences sur IPv6 et sur les solutions de gestion d'interfonctionnement** entre IPv4 et IPv6. D'où l'importance des programmes d'expérimentation en grandeur réelle, largement promus par la Commission Européenne (Cf. chapitre 4 Normalisation). La cohabitation avec IPv4 implique en effet la mise en oeuvre d'une batterie de mécanismes de transition. Le premier dispositif, dénommé DSTM (*Dual Stack Transition Mechanism*), mise sur la gestion d'une double pile IP. Le second repose sur l'encapsulation des paquets IPv6 dans ceux d'IPv4 ; des îlots IPv6 s'interconnectent alors à travers une infrastructure IPv4. Un troisième mécanisme préconise une conversion des en-têtes IP au format IPv6.

Il est certain qu'à terme, cette migration sera nécessaire, ne serait-ce que pour simplifier le routage IP. Cependant, **la migration complète vers IPv6 promet d'être très longue**. Certains acteurs doutent même de la faisabilité de cette convergence.

Notons cependant que **l'évolution vers IPv6 est indépendante de l'évolution vers une architecture de réseaux et services NGN** en couches séparées et de l'introduction des nouveaux protocoles de contrôle d'appel associés (SIP ou H.323).

3.3.4 En conclusion

En résumé, ils existent plusieurs tendances autour des réseaux de transport des opérateurs :

- L'extension de l'usage de la **commutation optique**, et du **multiplexage en longueur d'onde** (DWDM, CWDM) dans les réseaux de transmission étendus, y compris métropolitains, au détriment du multiplexage TDM.
- L'apparition de commutateurs **Ethernet dans les réseaux longue distance** métropolitains, voire nationaux ou internationaux. Ces commutateurs permettent une connectivité de « bout en bout » en Ethernet ;
- Au niveau du réseau de commutation pour le transport du trafic IP, on peut anticiper la **diffusion progressive des commutateurs MPLS**, avec les tendances suivantes qui se dégagent :
 - Une tendance plus forte vers une **commutation MPLS seule**
 - Une tendance moindre vers un **réseau mixte ATM et MPLS** (persistance d'une commutation ATM, qui permettra une interconnexion avec les réseaux d'accès fondés sur l'architecture DSL, BLR ou UTMS).
 - A plus long terme l'apparition du **GMPLS** (MPLS sur WDM). Au niveau d'un éventuel plan de contrôle du réseau global de transport, le GMPLS propose une solution audacieuse, mariant le contrôle des réseaux de commutation et de transmission. Cependant le GMPLS n'est encore qu'à l'état de projet et ne

devrait pas être opérationnel avant quelques années (5 ans selon l'un des constructeurs d'équipements de cœurs de réseaux de données interrogés dans le cadre de cette étude).

- **L'incertitude au sujet de la date d'évolution de la commutation IP de sa version 4 actuelle vers sa version 6.** La version 6 améliore des fonctionnalités déjà existantes dans la version 4. Mais, mis à part l'Asie où la forte pénurie d'adresses IPv4 va forcer les opérateurs à migrer leurs réseaux, la date de migration dans le reste du monde reste incertaine.

L'objectif de ces différentes évolutions est de répondre à quatre impératifs : l'adéquation aux **nouveaux besoins de services**, le support de très **haut débit**, une garantie de **qualité de service**, et une **gestion optimisée** du réseau de transport.

Impératif	Solution fonctionnelle	Technologie
Adéquation aux nouveaux besoins de services	Plan d'adressage étendu Fonctions de diffusion Amélioration de la gestion de la mobilité	IPv6
Très haut débit	Multiplexage en longueur d'ondes Amélioration des performances des technologies LAN	DWDM, CWDM Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet
Garantie de qualité de service	Garantie de bande passante Gestion de classe de service Extensibilité des réseaux Diminution des temps de latence Simplification du routage	MPLS ou ATM MPLS ou ATM IP commutation optique IPv6
Gestion optimisée du réseau de transport	Gestion de circuits virtuels Simplification de gestion de réseau via un plan de contrôle unifié Maîtrise des capacités du réseau ou ingénierie de trafic Flexibilité de gestion des ressources réseau	MPLS et ATM MPLS et G-MPLS MPLS et G-MPLS MPLS, G-MPLS et dans une moindre mesure ATM

On peut pressentir **des scénarios d'évolution différents** suivant les acteurs, l'un s'appuyant sur une commutation mixte ATM/MPLS, et l'autre sur une commutation MPLS native.

Les opérateurs ayant une grosse base de commutateurs ATM et de routeurs IP, passeront lentement à la commutation MPLS. Ils **resteront longtemps sur une architecture mixte ATM / MPLS**. La diffusion rapide des techniques d'accès DSL renforce ce mouvement « conservateur » vis-à-vis de l'architecture native MPLS.

En revanche, **des nouveaux entrants**, voulant profiter de la commutation de paquets en mode « circuit virtuel », **choisiront sans doute la commutation MPLS native**. Parfaitement adapté au transport de l'IP, ayant une gestion des circuits virtuels lui permettant de supporter des changements fréquents de topologie et de profil de trafic (en anglais, on parle de « scalable network »), la commutation MPLS sera clairement

favorisée par rapport à la commutation ATM. De plus, elle promet, à travers ses mécanismes de qualité de service, de transporter de la voix et de la donnée.

En synthèse, **les évolutions clé au niveau Transport, dans le cadre des NGN, sont :**

- l'évolution globale vers des **technologies** de transmission et de transport haut **débit, en mode paquet**, avec une **qualité de service** adaptée

- **la séparation des fonctions Transport et Contrôle du cœur de réseau**. En effet, la notion de réseau de transport, au sens NGN, est plus large qu'au sens traditionnel. Elle inclut, en complément des liaisons physiques et de l'infrastructure « passive » de transport, **l'apparition des fonctions Media Gateway et Signalling Gateway**, qui effectuent la conversion et l'acheminement du trafic et de la signalisation sous le contrôle des serveurs d'appel.

La séparation des fonctions Transport et Contrôle du cœur de réseau, et les nouveaux équipements qu'elle induit, est présentée dans le chapitre suivant 3.4.

3.4 Vers un Contrôle d'appel en mode IP sur des serveurs dédiés et une gestion indépendante des fonctions de transport

3.4.1 Introduction : Evolution des entités et protocoles du cœur de réseau NGN

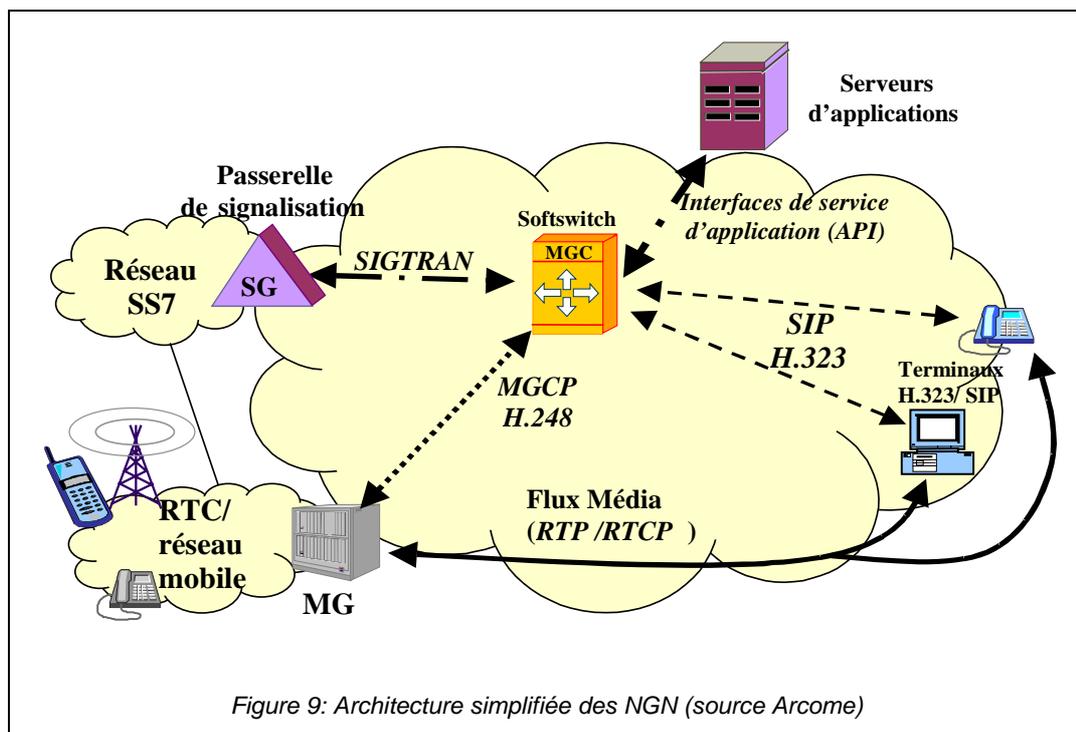
3.4.1.1 Principe général et vue d'ensemble

Les principales caractéristiques des réseaux NGN (Cf. chapitre 2 Définitions) sont l'utilisation d'un unique réseau de transport en mode paquet (IP, ATM,...) ainsi que la **séparation des couches de transport** des flux **et de contrôle** des communications, qui sont implémentées dans un même équipement pour un commutateur traditionnel.

Ces grands principes se déclinent techniquement comme suit concernant les équipements actifs du cœur de réseau NGN :

1. **Remplacement des commutateurs traditionnels par deux types d'équipements distincts :**
 - **d'une part des serveurs de contrôle d'appel dits Softswitch ou Media Gateway Controller** (correspondant schématiquement aux ressources processeur et mémoire des commutateurs voix traditionnels),
 - **et d'autre part des équipements de médiation et de routage dits Media Gateway** (correspondant schématiquement aux cartes d'interfaces et de signalisation et aux matrices de commutation des commutateurs voix traditionnels), qui s'appuient sur le réseau de transport mutualisé NGN.
2. **Apparition de nouveaux protocoles** de contrôle d'appel et de signalisation entre ces équipements (de serveur à serveur, et de serveur à Media Gateway)

Le schéma page suivante présente le principe d'architecture physique d'un réseau NGN.



Le présent chapitre détaille les différentes entités fonctionnelles d'un cœur de réseau NGN ainsi que les différents protocoles en concurrence pour le contrôle d'appel, la commande entre serveurs d'appel et Media Gateways, et la signalisation de transit entre serveurs d'appels NGN.

3.4.1.2 Les entités fonctionnelles du cœur de réseau NGN

La Media Gateway (MG)

La Media Gateway est située au niveau du transport des flux média entre le réseau RTC et les réseaux en mode paquet, ou entre le cœur de réseau NGN et les réseaux d'accès. Elle a pour rôle :

- Le codage et la mise en paquets du flux média reçu du RTC et vice-versa (conversion du trafic TDM en IP).
- La transmission, suivant les instructions du Media Gateway Controller, des flux média reçus de part et d'autre.

La Signalling Gateway (SG)

La fonction Signalling Gateway a pour rôle de **convertir la signalisation** échangée entre le réseau NGN et le réseau externe interconnecté selon un format compréhensible par les équipements chargés de la traiter, mais sans l'interpréter (ce rôle étant dévolu au Media Gateway Controller). Notamment, elle assure **l'adaptation de la signalisation par rapport au protocole de transport utilisé** (ex. : adaptation TDM en IP).

Cette fonction est **souvent implémentée physiquement dans le même équipement que la Media Gateway**, d'où le fait que ce dernier terme est parfois employé abusivement pour recouvrir les deux fonctions MG + SG.

Les Gateways ont un rôle essentiel : elles assurent non seulement l'acheminement du trafic, mais aussi l'interfonctionnement avec les réseaux externes et avec les divers réseaux d'accès en réalisant :

- la conversion du trafic (entité fonctionnelle **Media Gateway**),
- la conversion de la signalisation associée (entité fonctionnelle **Signalling Gateway**).

Le serveur d'appel ou Media Gateway Controller (MGC)

Dans un réseau NGN, c'est le MGC qui **possède « l'intelligence »**. Il gère :

- L'échange des messages de signalisation transmise de part et d'autre avec les passerelles de signalisation, et l'interprétation de cette signalisation.
- Le traitement des appels : dialogue avec les terminaux H.323, SIP voire MGCP, communication avec les serveurs d'application pour la fourniture des services.
- Le choix du MG de sortie selon l'adresse du destinataire, le type d'appel, le charge du réseau, etc.
- La réservation des ressources dans le MG et le contrôle des connexions internes au MG (commande des Media Gateways).

Dans l'architecture des réseaux NGN, le serveur d'appel, aussi appelé Softswitch ou Media Gateway Controller (MGC) est le nœud central qui supporte l'intelligence de communication.

Modularité des implémentations physiques

Il est à noter que la **MG** et le **MGC** sont des **entités fonctionnelles** et peuvent donc être intégrées dans un même équipement mais aussi être des éléments indépendants ; c'est le grand avantage apporté par la dissociation des couches Contrôle et Transport. La **MG** et la **SG** sont aussi des entités fonctionnelles séparées, cependant elles sont souvent implémentées dans le même équipement.

Sur le plan de la **localisation géographique** des équipements, les Media Gateways peuvent être par exemple réparties au plus près du trafic (interconnexions, points de concentration vers les réseaux d'accès), et les serveurs d'appels peuvent être groupés sur un ou deux sites centraux. Les deux types d'équipements communiqueront alors via le réseau de transport IP et le protocole de commande de Media Gateway. Le **dimensionnement** des gateways et des serveurs est aussi indépendant : si les gateways sont avant tout dimensionnées en fonction de la capacité de trafic à écouler, les serveurs sont, eux, dimensionnés en fonction de la charge de traitement de communications à supporter (établissement de connexions, activité de mobilité des utilisateurs, etc.).

La décomposition des fonctions du cœur de réseau en couches et entités fonctionnelles indépendantes rend les constructeurs et les opérateurs plus libres sur l'implémentation physique de ces fonctions dans les divers équipements, et leur localisation géographique. Elle permet aussi d'optimiser les ressources, les différentes entités étant partagées, mais pouvant être dimensionnées séparément.

3.4.1.3 Les familles de protocoles d'un réseau NGN

La convergence des réseaux voix/données ainsi que le fait d'utiliser un réseau en mode paquet pour transporter des flux multimédia, ayant des contraintes de « temps réel », a nécessité l'adaptation de la couche Contrôle. En effet ces réseaux en mode paquet étaient généralement utilisés comme réseau de transport mais n'offraient pas de services permettant la gestion des appels et des communications multimédia. Cette évolution a conduit à **l'apparition de nouveaux protocoles, principalement concernant la gestion des flux multimédia, au sein de la couche Contrôle.**

On peut classer les protocoles de contrôle en différents groupes :

- **Les protocoles de contrôle d'appel** permettant l'établissement, généralement à l'initiative d'un utilisateur, d'une communication entre deux terminaux ou entre un terminal et un serveur ; les deux principaux protocoles sont **H.323**, norme de l'UIT et **SIP**, standard développé à l'IETF.
- **Les protocoles de commande de Media Gateway** qui sont issus de la séparation entre les couches Transport et Contrôle et permet au Softswitch ou Media Gateway Controller de gérer les passerelles de transport ou Media Gateway. **MGCP** (Media Gateway Control Protocol) de l'IETF et **H.248/MEGACO**, développé conjointement par l'UIT et l'IETF, sont actuellement les protocoles prédominants.
- **Les protocoles de signalisation entre les serveurs de contrôle** (ou Media Gateway Controller) permettant la gestion du plan contrôle :
 - au niveau du cœur de réseau avec des protocoles tels que **BICC** (Bearer Independant Call Control), **SIP-T** (SIP pour la téléphonie) et **H.323**.
 - à l'interconnexion avec les réseaux de signalisation SS7, généralement via des passerelles de signalisation ou **Signalling Gateways** par l'utilisation de protocole tel que **SIGTRAN**.

De plus, l'interconnexion de ces réseaux de données avec les réseaux existants de téléphonie (TDM avec signalisation SS7) a nécessité **le développement de protocoles dédiés à l'interconnexion des réseaux et au transport de la signalisation SS7 sur des réseaux en mode paquet.**

3.4.2 Contrôle d'appel : deux protocoles candidats

Historiquement, la recommandation H.323 de l'UIT est devenue le standard de base pour les communications voix sur les réseaux en mode paquet. Pratiquement tous les PC possèdent par défaut un terminal H.323 (Ex. : logiciel NetMeeting de Microsoft). Tous les constructeurs proposent des matériels annoncés conformes H.323.

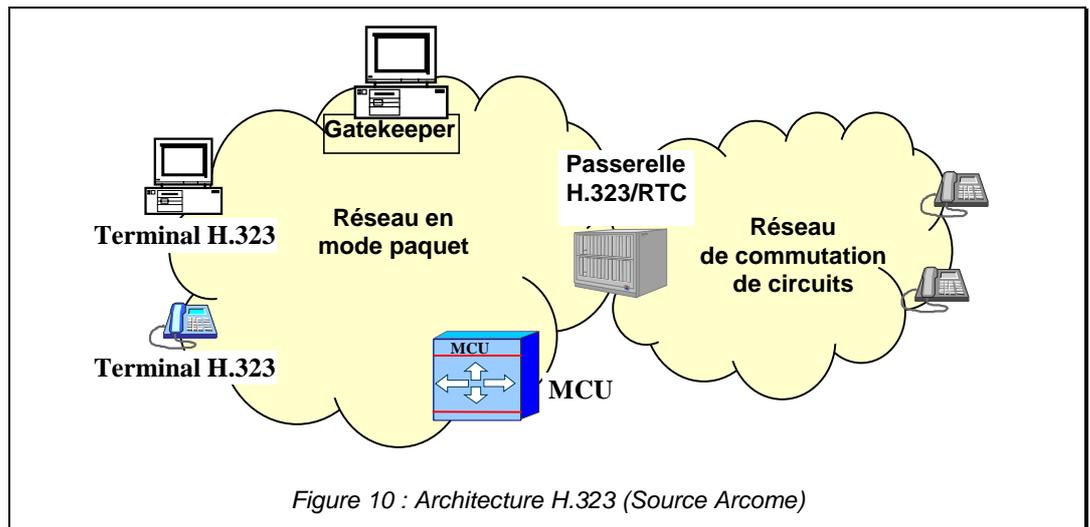
Cependant, bien qu'évoluant, H.323 est relativement pauvre au niveau des services offerts en comparaison de la téléphonie classique. La plupart des fournisseurs a donc développé des protocoles propriétaires permettant d'offrir les services standards « en téléphonie », ce qui limite l'interopérabilité entre les équipements. De plus de nouveaux protocoles, apparus ces dernières années (ex : SIP, MGCP) semblent plus appropriés et sont soutenus par de nombreux constructeurs.

3.4.2.1 Le protocole historique : H.323

La recommandation H.323 de l'UIT décrit les procédures pour les **communications audio et vidéo point à point ou multipoint sur des réseaux en mode paquet**. C'est une adaptation des procédures de vidéoconférence sur RNIS (H.320) aux réseaux sans garantie de service.

Plusieurs entités sont nécessaires à la réalisation d'un service de communication multimédia sur des réseaux de données :

- **Les terminaux H.323** sont des systèmes multimédia (téléphone, PC) permettant de communiquer en « temps réel ».
- **Le gatekeeper** gère les terminaux H.323 (identification et traduction d'adresses) et les établissements d'appels
- **La passerelle H.323** (gateway) permet d'interfacer le réseau IP avec le réseau téléphonique classique.
- **L'unité de contrôle MCU** (Multipoint Controller Unit) gère les connexions multipoint (ex. : appels de conférence). Il se décompose en un Multipoint Controller (MC), affecté à la signalisation, et un Multipoint Processor (MP), dédié à la transmission proprement dite.



3.4.2.1.1 Les terminaux H.323

Les terminaux sont des clients dans un réseau H.323. Ce sont des systèmes d'audio (Téléphone IP, PC) ou de vidéo conférence utilisés pour communiquer en temps réel. Le standard H.323 requiert que chaque terminal supporte un certain nombre de fonctions et de codeurs qui ont été définis par l'ITU, tels que :

- **H.225**, qui effectue la signalisation des appels et la synchronisation.
- **H.245**, qui est le protocole utilisé pour l'échange des capacités entre les terminaux, la négociation de canal et le contrôle de flux « média » entre les terminaux H.323.
- **Q.931**, qui est un protocole de signalisation pour établir et clore les appels.
- **RAS** (Registration/Admission/Status) Channel, qui est utilisé par les terminaux pour communiquer avec le gatekeeper.
- **RTP/RTCP** (Real Time Protocol/Control Protocol) qui est un protocole utilisé pour transporter les données « temps réel » sur un réseau IP. (Cf. paragraphe 3.4.2.4).

Les terminaux H.323 peuvent aussi avoir des fonctionnalités supplémentaires, tels que des codeurs audio/vidéo, le protocole T.120 pour la data-conférence et des fonctionnalités de qualité de service. Cependant, **la multiplicité des options rend difficile l'interopérabilité des différents terminaux H.323.**

3.4.2.1.2 Gatekeeper

Le gatekeeper, qui est un équipement **optionnel** dans un système H.323, fournit un **service de contrôle d'appel** pour les terminaux H.323. Plusieurs gatekeepers peuvent être présents sur un réseau et communiquer les uns avec les autres. Le gatekeeper est

séparé des autres terminaux, cependant il peut être physiquement implémenté avec un terminal, une gateway ou un autre élément du réseau non-H323.

Le gatekeeper fournit les services suivants :

- **Traduction d'adresse** : Le gatekeeper fait la traduction de l'alias H.323 en une adresse de transport (adresse IP + port) Cela est effectué grâce à une table qui est rafraîchie par les messages d'enregistrement (Registration message).
- **Contrôle d'admission** : Le gatekeeper autorise l'accès au réseau par les messages H.225 (ARQ/ACF/ARJ). Ce contrôle peut être basé sur l'autorisation d'appel, la bande passante disponible ou d'autres critères fixés par l'administrateur.
- **Gestion de zone** : Le gatekeeper doit garantir tous les services décrits précédemment pour les terminaux enregistrés.
- **Contrôle de bande passante** : Le gatekeeper peut refuser l'établissement d'un appel pour cause de limitation de bande passante.
- **Signalisation de contrôle d'appel** : Le gatekeeper peut choisir de faire la signalisation d'appel avec le terminal par lui-même ou de rediriger le terminal pour qu'il établisse un « canal » de signalisation directement avec l'autre terminal. De cette façon, cela permet d'éviter au gatekeeper de gérer les appels H.225.
- **Autorisation d'appel** : Par l'intermédiaire de la signalisation H.225, le gatekeeper peut accepter ou refuser une demande d'appel émise par un terminal.
- **Gestion des appels** : Le gatekeeper peut recenser les appels en cours dans la zone qu'il gère et connaître l'état dans lequel les différents appels se trouvent.

3.4.2.1.3 Gateway

La passerelle ou « gateway » **gère l'interconnexion entre le réseau IP et le réseau téléphonique classique** ; elle fournit une traduction entre des formats de transmission aussi bien de signalisation que de flux multimédia. La gateway établit et termine les appels aussi bien du côté du réseau IP que du côté du réseau téléphonique. La passerelle peut aussi effectuer le transcodage entre les formats audio, vidéo ou data.

Une passerelle possède les mêmes fonctionnalités qu'un terminal H.323 sur le réseau IP, et aussi celles d'un terminal téléphonique sur le réseau de téléphonie.

Les gatekeepers différencient les terminaux standards des passerelles par l'intermédiaire des messages d'enregistrement envoyés par les terminaux H.323.

3.4.2.1.4 Adressage H.323

Adresse réseau

Chaque élément H.323 doit avoir au moins une adresse réseau. Cette adresse identifie chaque élément sur le réseau. Cette adresse est spécifique au réseau dans lequel il est localisé.

Adresse alias

Chaque terminal peut aussi être associé à une ou plusieurs adresses. Ces adresses « alias » peuvent être du type E.164, noms alphanumériques (H.323 ID) ou d'autres formats définis dans la norme H.225.0. Cependant chaque « adresse alias » doit être unique dans une zone (gérée par un gatekeeper).

Quand il n'y a pas de gatekeeper sur le réseau, le terminal appelant joint l'appelé directement à son adresse « transport » par l'intermédiaire du canal de signalisation.

S'il y a un gatekeeper dans la zone, l'appelant cherche à contacter l'appelé par l'intermédiaire de son adresse alias. Cette demande est faite auprès du gatekeeper qui traduit, lui-même, l'adresse alias en adresse « transport ».

Enregistrement d'un terminal H.323

Par le processus d'enregistrement, le terminal H.323 se joint à une zone gérée par un gatekeeper, auquel il transmet son adresse « transport » et son adresse « alias ». Ces requêtes d'enregistrement sont transmises au gatekeeper par le protocole RAS.

H.323 version 2

La version 2 de H.323 (1998) apporte des améliorations à la version précédente notamment au niveau de l'établissement d'appel. Cette méthode, appelée **FastStart**, établit une communication média en un aller-retour.

Cette évolution permet une connexion similaire à celle d'un appel téléphonique classique, à l'opposé de la procédure très longue de la version initiale de H.323.

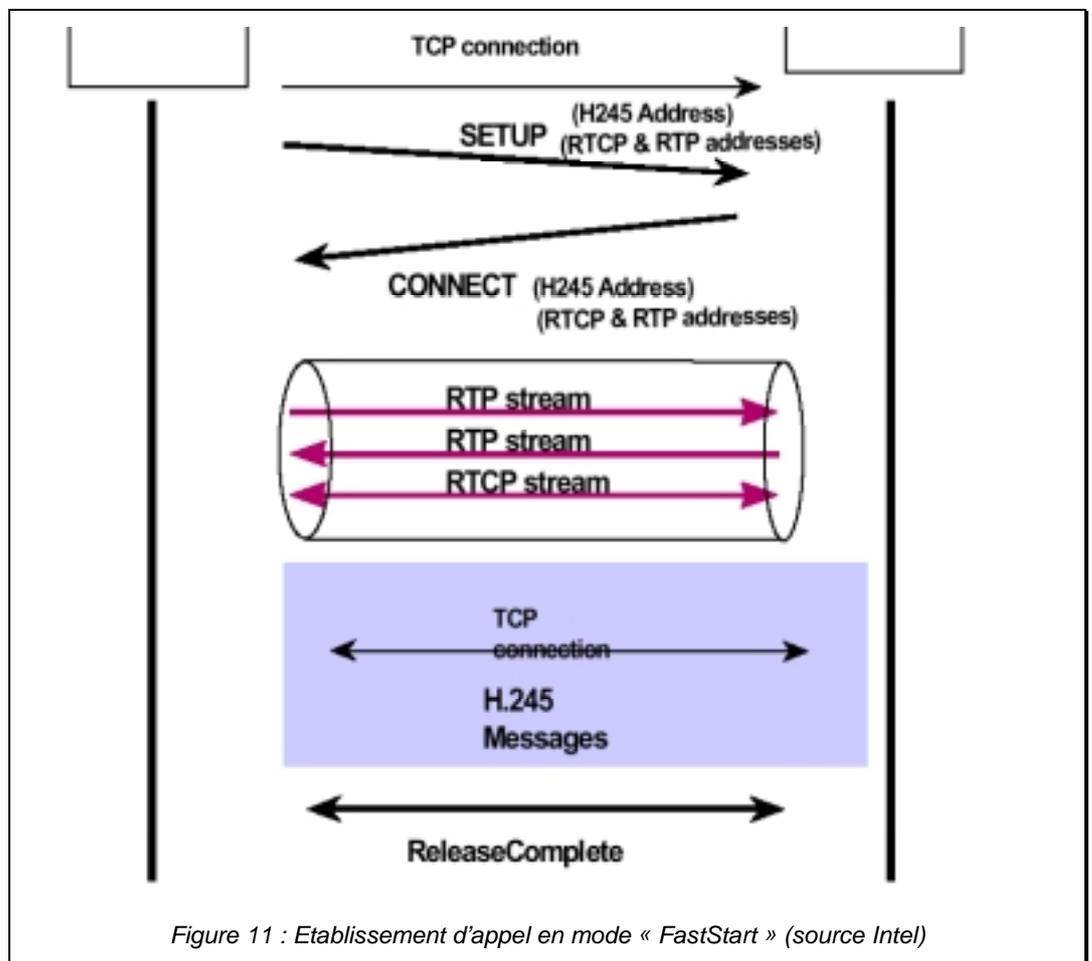


Figure 11 : Etablissement d'appel en mode « FastStart » (source Intel)

H.323v2 permet aussi d'utiliser de **nouveaux types d'adresses** telles que les adresses email et les URLs sous lesquelles les terminaux peuvent s'enregistrer.

De **nouvelles fonctionnalités** ont été ajoutées à H.245, ce qui permet d'utiliser un panel d'**outils média** plus important.

Il est aussi possible d'utiliser des **paramètres de qualité de service** (RSVP) lorsque que les flux média sont initiés.

H.323 versions 3 et 4

H.323 v3 a apporté quelques améliorations, principalement concernant l'interconnexion avec le RTC et l'extensibilité du protocole pour un réseau de grande taille.

La **version 4**, dernière version de H.323 **finalisée en 2000**, apporte des améliorations importantes concernant principalement deux points :

- Les services supplémentaires (Cf. paragraphe 3.4.2.1.6 ci-dessous)
- La **décomposition des gateways en deux éléments distincts : la Media Gateway (MG) et le Media Gateway Controller (MGC)** ; ce dernier commandant les MG via le protocole H.248.

La version 4 de H.323 permet une **dissociation des couches Transport et Contrôle** : c'est une **mutation de la norme H.323 vers les NGN**. Cela apporte au protocole H.323 la capacité d'être utilisable sur des réseaux opérateurs, alors qu'il avait été conçu à l'origine pour des réseaux locaux.

3.4.2.1.5 Communications multi-utilisateurs

Les communications multi-utilisateurs sont mises en œuvre en établissant les communications des différents utilisateurs avec le MCU, chargé de centraliser et de synchroniser les flux puis de les retransmettre à chaque participant.

3.4.2.1.6 Services supplémentaires

Une famille de recommandations a été développée pour les services supplémentaires. H.450.1, H.450.2 et H.450.3 sont **basés sur le protocole QSIG** qui est utilisé pour les PBX. Les services initiaux qui ont été définis sont le transfert d'appel (H.450.2) et le renvoi d'appel (H.450.3).

D'autres services ont été normalisés :

- les appels en attente (H.450.4)
- le « parquage d'appels » (H.450.5)
- le signal d'appel (H.450.6)
- le service d'identification (H.450.8)
- le renvoi d'appel (H.450.9)
- la tarification d'appel (H.450.10)
- le service d'intrusion (H.450.11)

3.4.2.1.7 FAX sur H.323

Deux terminaux H.323 (version 2) peuvent échanger des fax en utilisant TCP ou UDP par l'intermédiaire de la norme T.38.

3.4.2.2 Le protocole alternatif : SIP- Session Initiation Protocol

Le protocole SIP (Session Initiation Protocol, RFC 2543), de l'IETF, est un **protocole de signalisation pour l'établissement d'appel et de conférences temps réel sur des réseaux IP**. Proposé comme standard à l'IETF en 1999, SIP est rapidement apparu

comme **une alternative à H.323**. Ainsi, dans ses dernières versions de système d'exploitation, Microsoft propose un client SIP.

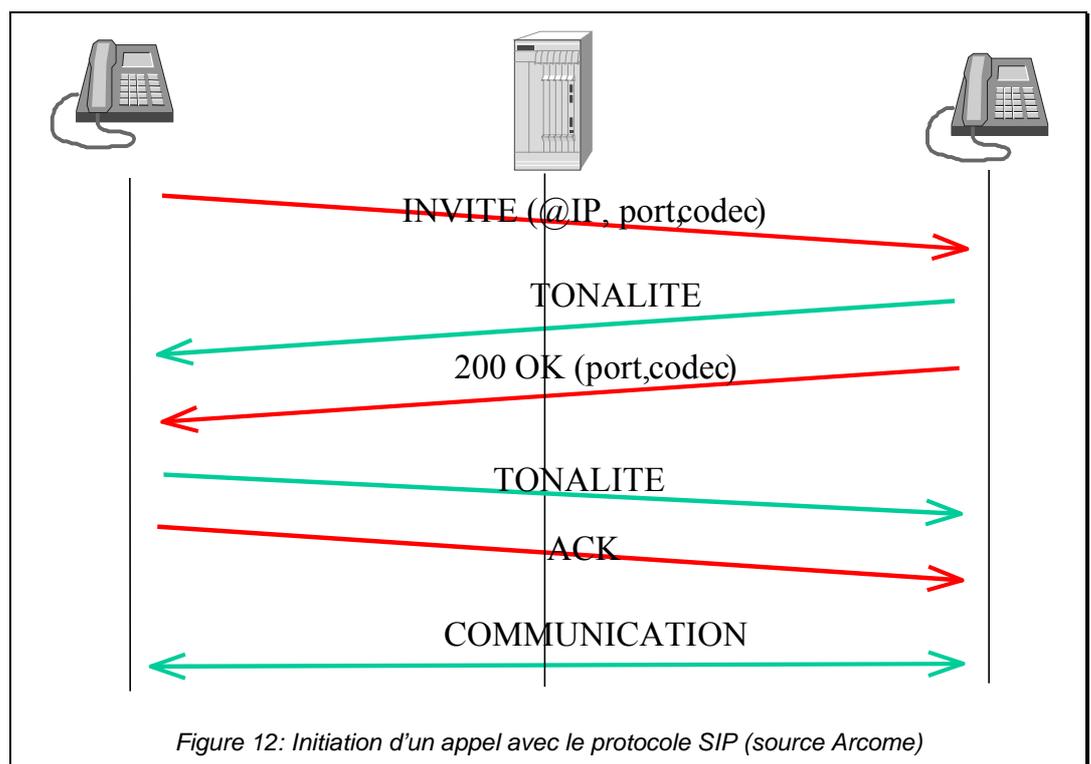
Chaque communication doit pouvoir inclure différents types de données telles que l'audio et la vidéo. **SIP est indépendant du protocole de transport utilisé**. Il utilise le protocole **SDP** (Session Description Protocol) pour la description des communications média.

3.4.2.2.1 Etablissement d'appel SIP directement de terminal à terminal

Un client SIP peut contacter un autre terminal SIP en envoyant une simple requête « Invite ». Ce message « Invite » contient assez d'informations pour permettre au terminal appelé d'établir une communication média avec l'appelant. Ces informations listent les différents types de média que l'appelant peut recevoir et envoyer, ainsi que l'adresse transport (adresse IP et port) sur laquelle l'appelé pourra établir la connexion média utilisant le protocole RTP. Le terminal appelé doit alors indiquer qu'il accepte la demande. Comme la requête était une invitation, l'acceptation du demandé (OK message) contient aussi ses capacités ainsi que l'adresse sur laquelle il attend les données média. L'appelant conclut cet échange pour un message d'acquiescement (ACK message).

Une communication média peut donc être établie en un aller-retour et demi ce qui permet un **établissement de connexion** très rapide par rapport à H.323 v1 (6 à 7 aller-retour) mais **comparable à la méthode FastStart de H.323 v2**.

Les terminaux SIP peuvent utiliser indifféremment UDP ou TCP comme protocole de transport.



3.4.2.2.2 L'architecture du protocole SIP

L'architecture de SIP est basée sur des **relations client/serveur**. Les principales composantes sont **le terminal (User Agent), le Proxy Server, le Redirect Server et le Registrar**. Les terminaux sont considérés comme clients lorsqu'ils effectuent une requête, et comme des serveurs lorsqu'ils y répondent. **Les terminaux peuvent communiquer directement entre eux ou par l'intermédiaire d'autres serveurs**. Les serveurs SIP intermédiaires peuvent se comporter comme proxy serveur ou serveur de redirection (redirect server).

Proxy server

Le proxy server **joue le rôle de serveur d'un côté** (réception de requête) **et de client de l'autre** (envoi de requête). Un proxy server peut transmettre une requête, sans changement, à la destination finale ou éventuellement modifier certains paramètres. Le proxy server renseigne le champ « via » à chaque fois qu'une requête passe par lui afin que la réponse puisse prendre le même chemin au retour ; ce qui ne serait pas possible avec le protocole UDP.

Redirect server

Un redirect server répond à une requête SIP « Invite ». Il **établit la correspondance entre l'adresse SIP du terminal appelé et la ou les adresses où il pourra effectivement être joignable**. Le redirect server n'est pas chargé d'accepter les appels ni d'émettre des requêtes. Il ne fait que répondre aux requêtes émises par des terminaux SIP appelants.

Exemples :

- Réponse 300 → l'URL SIP peut être contactée à différentes adresses (ex :sip :robert_gsm@arcome.fr, sip :robert_home@family.org)
- Réponse 301 → l'URL SIP ne peut plus être contactée à cette adresse mais à la nouvelle adresse indiquée
- Réponse 302 → redirection du client vers une adresse mais de façon provisoire.

Registrar server

Un registrar est un serveur qui traite les requêtes « Register » et peut aussi avoir la fonction de proxy. Sa fonction est de **connaître l'endroit où se trouve un usager** et de fournir cette information au proxy et au redirect server. En effet pour pouvoir joindre un usager à partir d'une adresse SIP, il faut faire une correspondance avec une adresse IP qui peut être variable (mobilité IP) : c'est le rôle du registrar.

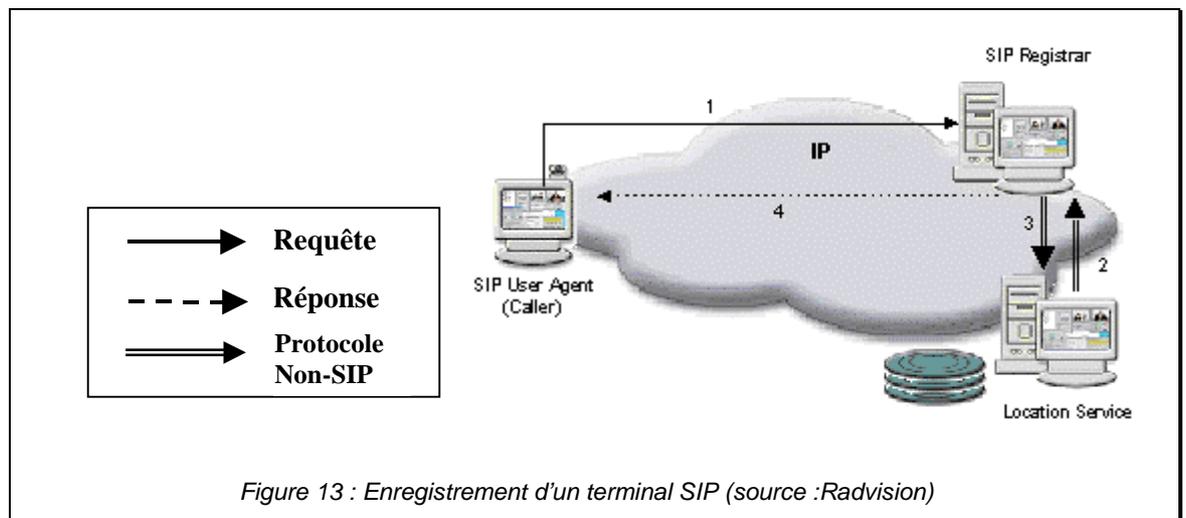


Figure 13 : Enregistrement d'un terminal SIP (source :Radvision)

3.4.2.2.3 Localisation d'un usager

La localisation physique d'un usager s'effectue en deux étapes. L'URL SIP permet à l'utilisateur appelant de localiser le SIP server. Celui-ci sera la destination du message « Invite » initial. Soit le serveur connaît l'adresse physique de l'utilisateur appelé et il permettra l'établissement d'une connexion, soit il redirige la requête vers un autre lieu où il sait que l'appelé pourra être joint.

Le fait que l'URL SIP pointe sur un serveur et non sur l'utilisateur terminal donne à ce dernier **une plus grande mobilité**. Cela permet aussi de soulager le serveur DNS qui n'a qu'à connaître l'adresse du serveur et non de tous les terminaux reliés au serveur.

3.4.2.2.4 Session Description Protocol (SDP)

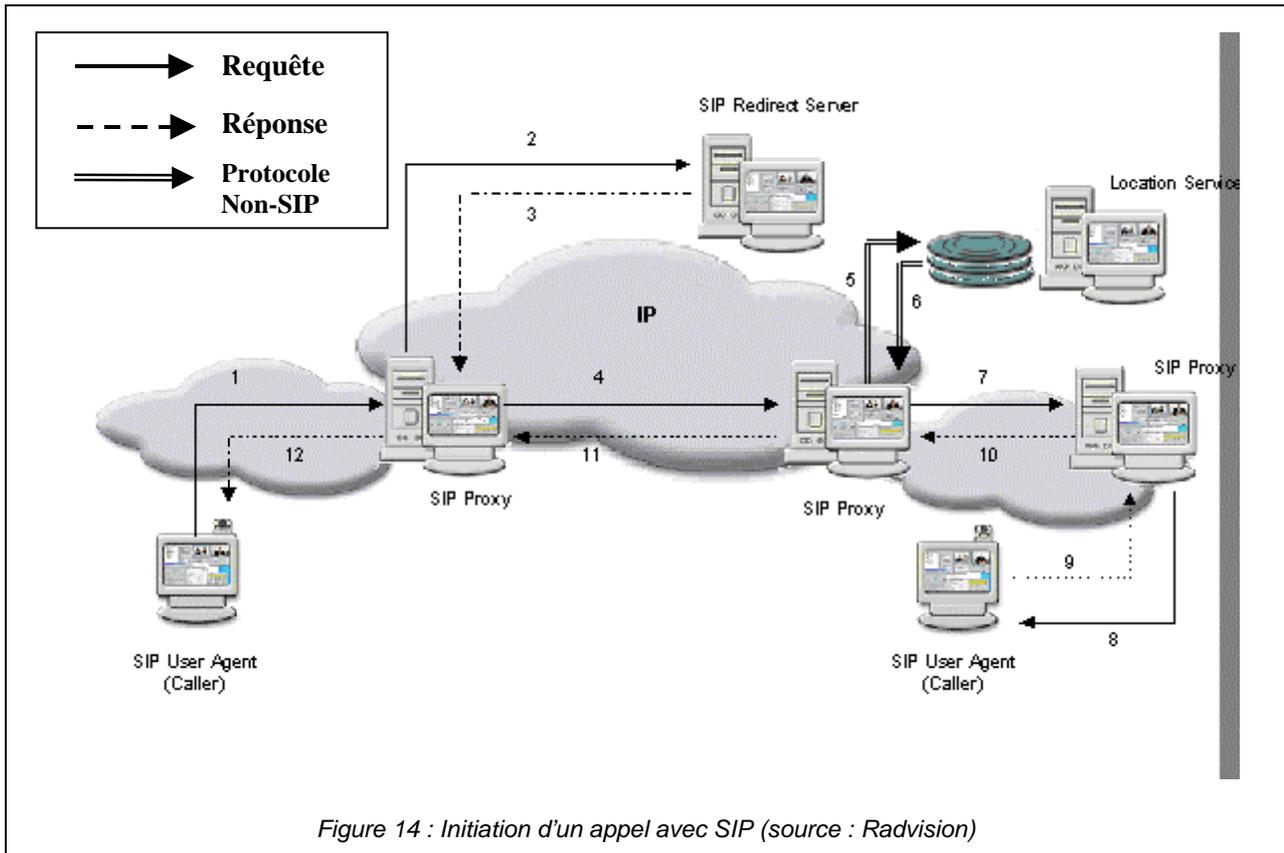
Le protocole SDP (RFC 2237) est un **protocole qui décrit les sessions audio, vidéo et multimédia**. SDP utilise des **caractères ASCII** et donne les informations nécessaires à l'établissement d'une communication multimédia telles que l'identité de l'initiateur de la session, la bande passante disponible, les codeurs utilisés.

3.4.2.2.5 Adressage

Les adresses URL utilisées par le protocole SIP sont similaires à celles du Web où la forme ressemble à une adresse email de la forme user@host.

Les URL SIP peuvent prendre différentes formes :

- Martin@arcome.fr qui est l'adresse du PC de Martin dans le domaine arcome.
- [0146124200@arcome.fr](tel:0146124200@arcome.fr) ; user=phone qui correspond à l'adresse d'un téléphone accessible par une passerelle.
- quest312@arcome.fr qui est l'adresse d'un utilisateur nomade connecté sur le LAN d'Arcome.



3.4.2.2.6 Communications multi-utilisateurs

Les communications multi-utilisateurs peuvent être initiées, par SIP, en utilisant le **mode multicast** ou en établissant les communications des différents utilisateurs avec un **serveur** (équivalent du MCU en H.323) chargé de centraliser et de synchroniser les flux puis de le retransmettre à chaque participant.

3.4.2.3 Comparaison de SIP et H.323

Il apparaît que **deux protocoles de commande d'appel de deux origines très différentes sont en concurrence.**

Comparaison des deux protocoles de contrôle d'appel candidats	SIP	H.323
Spécifications : organisme, date, nombre de pages	IETF, 1999, ~ 200 p.	UIT, 1996 (V1. 2000 pour la V4), > 800 p.
Modèle d'origine	Internet / WWW	Téléphonie : RNIS, Q.SIG
Applications visées	VoIP, multimédia	VoIP, video streaming
Services de téléphonie	Encore limités	Elaborés (inspirés de QSIG)
Protocole de transfert de données multimédia	RTP / RTCP	
Codecs supportés	Nouveaux + standardisés	Standardisés
Syntaxe	Texte (ASCII)	Abstraite (ASN.1)
Implémentation	Simple (ASCII, protocoles IP : http, DNS, adresses URL)	Plus complexe
Extensibilité	Oui (+ fonction de repli des terminaux permettant de signaler les requêtes non comprises)	Faible (complexe, forte augmentation du volume de code)
Interopérabilité entre constructeurs	Elevée	Limitée (options)
Maturité	Faible (services, produits). Mais choisi pour UMTS et de plus en plus supporté	Bonne (produits)

D'un côté, H.323 est issu d'une adaptation des protocoles de téléphonie classique sur RTC au réseau en mode paquet. De l'autre **SIP est basé sur des technologies issues du monde de l'Internet, ce qui permet de présumer qu'il aura une diffusion plus grande, notamment pour le développement d'applications et de services.**

H.323 a eu le mérite d'être le premier standard à s'imposer pour la gestion des communications multimédia sur des réseaux en mode paquet, bien que sa complexité originelle n'était pas adaptée à ce type de réseau. Cependant de nombreuses améliorations ont été apportées pour simplifier les procédures d'appel, augmenter le nombre de services offerts et permettre le déploiement du standard sur des réseaux d'opérateurs (intégration de H.248).

SIP est un protocole beaucoup plus récent qui a l'avantage d'utiliser nativement des protocoles utilisés sur les réseaux IP : Cela lui apporte une simplicité d'intégration et une utilisation des nouveaux outils existant. De **plus SIP a été choisi** comme protocole de contrôle d'appel pour la voix sur IP **dans la release R5 de la norme UMTS**. SIP a aussi été **retenu par Microsoft** comme protocole d'établissement d'appel pour ses serveurs et ses terminaux. Enfin, SIP est **le protocole de contrôle d'appel sur lequel**

s'appuie l'architecture « Web services » qui est l'un des deux modèles de services NGN (Cf. chapitre 3.5 sur la couche Services). Cependant, **les services proposés par SIP ne sont pas encore à un niveau suffisant pour offrir les services de téléphonie classique** ; l'ajout de ces nouvelles fonctionnalités alourdira inéluctablement le protocole.

Finalement, bien que les protocoles **H.323 et SIP** soient issus de contextes très différents, ils **tendent tous les deux vers un modèle leur permettant d'intégrer au mieux les nouveaux outils du monde « Internet »**. Ainsi ces protocoles permettront d'offrir de nouveaux services (mobilité, service multimédia multi-terminaux), en plus de ceux déjà existants sur les réseaux classiques.

La plupart des constructeurs propose les deux solutions mais semble privilégier la convergence vers SIP. Cependant, à court et moyen terme, l'utilisation de H.323 paraît incontournable. Il reste une interrogation quant à l'interopérabilité entre les deux protocoles, qui n'est pratiquement pas étudiée.

3.4.2.4 Gestion de la qualité de service de bout en bout avec SIP ou H.323 : protocoles RTP et RTCP

Le protocole IP permet de transporter les paquets IP à travers un réseau IP mais ne fournit aucun mécanisme pour gérer les flux IP d'une session entre des terminaux IP. Cette fonction est généralement effectuée par les protocoles TCP ou UDP, chargés de vérifier que la transmission et la réception des paquets s'effectuent correctement. Cependant, ces protocoles n'offrent aucune fonctionnalité permettant de gérer les flux temps réel, audio ou vidéo, qui sont présents dans toutes les communications multimédia.

Les protocoles RTP et RTCP garantissent la qualité des communications multimédia en mode paquet (gestion et contrôle des flux temps réel). Pouvant être mis en œuvre au-dessus d'IP ou d'ATM, ils sont **utilisés par les deux protocoles de contrôle d'appel SIP et H.323.**

RTP (Real Time Protocol, IETF RFC 1889), permet le transport des données « temps réel » tels que les flux audio et vidéo. Il est basé sur les protocoles IP/UDP. **UDP est préféré à TCP pour les transmissions « temps réel »** ; en effet la priorité est donnée à la rapidité plus qu'à qualité de transmission. Les retransmissions effectuées par le protocole TCP, pour gérer la qualité de services, sont en effet incompatibles avec des contraintes « temps réel ». RTP fournit des services tels que le **séquençement temporel, la détection des pertes, la sécurité et l'identification du contenu**. Ce protocole a été défini pour diffuser **aussi bien en mode multicast qu'en mode unicast**. Il peut donc aussi bien être utilisé pour le transport unidirectionnel (broadcast) de vidéo sur demande que pour la téléphonie sur IP.

RTP est utilisé en association avec le protocole de contrôle RTCP (Real Time Control Protocol) qui **fournit les informations nécessaires sur la qualité de transmission des données et sur les participants aux sessions multimédia**. Cependant RTP ne fournit pas de lui-même les mécanismes nécessaires à la gestion des informations « temps réel ». Pour cela, les couches protocolaires inférieures doivent mettre en œuvre des solutions nécessaires à ces données sensibles au délai.

Fonctionnement de RTP (Real time Transport Protocol)

Comme nous l'avons vu, IP est un réseau partagé en mode paquet. Les paquets envoyés sur un réseau IP ont une gigue et un délai de transmission imprévisibles. Cependant les applications multimédia requièrent des caractéristiques appropriées à la transmission et la gestion des applications dites « temps réel ». RTP fournit, pour chaque paquet, un

marquage temporel, un numéro de séquence et d'autres paramètres permettant d'offrir un transport, de bout en bout, des données « temps réel » sur un réseau en mode paquet.

Le **marquage temporel** (« timestamping ») est l'information la plus importante pour les applications « temps réel ». L'émetteur envoie un marqueur temporel qui donne l'instant où le premier octet du paquet a été traité. A l'arrivée, le récepteur utilise le marqueur temporel pour reconstruire le flux multimédia de sorte qu'il puisse être correctement présenté, dans un délai approprié, à l'utilisateur final. Cependant, ce n'est pas RTP lui-même qui gère la synchronisation des paquets, il fournit simplement les outils. **La synchronisation est effectuée au niveau de la couche applicative.** Comme UDP ne fournit pas forcément les paquets dans l'ordre dans lequel ils ont été émis, les **numéros de séquence** sont utilisés pour ordonner les paquets à l'arrivée. Ils sont aussi utilisés pour la détection des paquets perdus.

L'**identifiant du type de données** (« payload type identifier ») spécifie le format des données contenues dans le paquet. La connaissance de cette information permet à l'application réceptrice de savoir comment gérer les données utiles du paquet. Les différents types de données sont définies dans la RFC 1890. A un instant donné, l'émetteur de flux RTP ne peut envoyer qu'un type de données, cependant il est possible d'en changer lors d'une transmission, du fait, par exemple, d'une congestion réseau. RTP donne aussi un **identifiant de l'émetteur** permettant au récepteur de connaître la provenance des données.

Les paquets **RTP et RTCP** sont généralement transportés sur UDP/IP, cependant ces protocoles **sont définis indifféremment du mode de transport** si bien qu'ils peuvent être utilisés sur des protocoles tels que AAL5/ATM.

Pour débiter une session RTP, l'application définit une paire particulière d'adresses transport (adresse IP et port UDP) de destination. **Dans une session multimédia, chaque média est transporté sur une session RTP différente pour laquelle sont émis des paquets de contrôle (RTCP).** Ainsi l'audio et la vidéo sont transportés sur des sessions différentes, ce qui permet à l'utilisateur final de choisir le média qu'il désire recevoir.

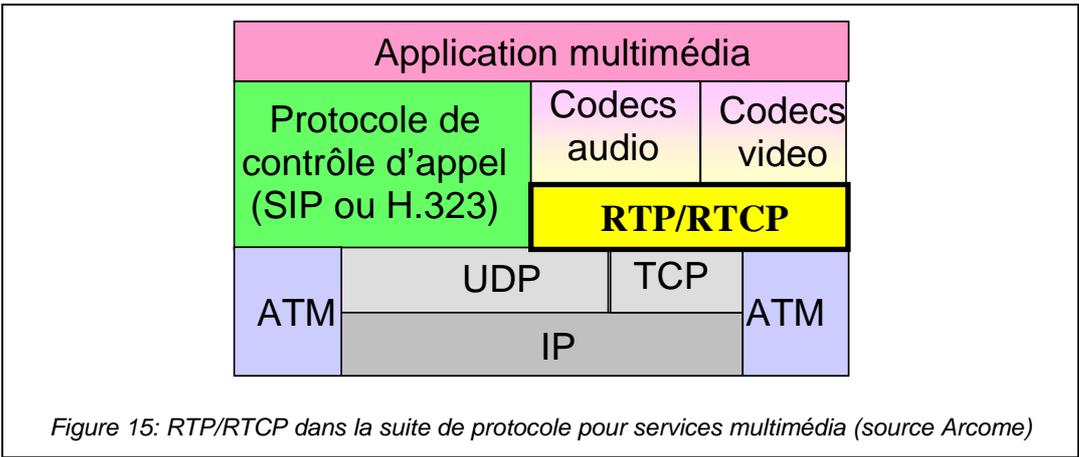


Figure 15: RTP/RTCP dans la suite de protocole pour services multimédia (source Arcome)

Fonctionnement de RTCP (Real-Time Control Protocol)

RTCP est un protocole défini pour être utilisé en addition de RTP. Il est standardisé par la RFC1889 et RFC 1890. Dans une session RTP, chaque participant envoie périodiquement des paquets RTCP donner des informations sur la qualité de la transmission. Il existe 5 types de paquets pour transporter cette information de contrôle :

- **RR:** « receiver report ». Les rapports des récepteurs sont envoyés par les terminaux qui ne sont pas des participants actifs à la communication. Ils contiennent des informations sur les données reçues, dont le numéro du dernier paquet reçu, la valeur moyenne de la gigue et le « marqueur » temporel qui permettra de calculer le délai de transmission entre l'émetteur et le récepteur.
- **SR:** « sender report ». Les rapports des émetteurs sont émis par les terminaux actifs. En plus des informations données par le « receiver report », ils donnent des informations concernant la synchronisation inter-média, le nombre de paquets et d'octets émis.
- **SDES:** « source description items ». Contient des informations décrivant la source émettrice.
- **BYE:** indique la fin de la participation d'un participant à une session.
- **APP:** fonction utilisée par des applications spécifiques.

Grâce à ces données, RTCP fournit des informations pour les services de gestion de la qualité de service et contrôle de congestion de niveaux supérieurs. C'est la principale fonction de RTCP. Ce protocole fournit à l'application les informations sur la qualité de la distribution des données. Ces informations de contrôle sont nécessaires pour les émetteurs et les récepteurs. L'émetteur peut ajuster sa transmission suivant le rapport du récepteur. Les récepteurs peuvent déterminer si la congestion est locale ou globale. Les informations de description des sources émettrices peuvent inclure des données en format texte telles que le nom de l'utilisateur, le numéro de téléphone et l'adresse email.

Comme cela est détaillé dans le chapitre 3.7, **la gestion de la qualité de service de bout en bout impacte toutes les couches d'un réseau NGN**, depuis les terminaux jusqu'aux applications, en passant par les protocoles de gestion de niveau intermédiaire (situés entre les couches Contrôle et Service) comme RTP et RTCP.

3.4.3 Contrôle des «Media Gateways» : deux protocoles candidats

La nécessité d'interconnecter les réseaux de téléphonie classique aux NGN, ainsi que la flexibilité apportée par la séparation des couches Transport et Contrôle ont conduit à la distinction des fonctions de Media Gateway (MG) et de Media Gateway Controller (MGC). Il a donc été nécessaire de développer un protocole permettant aux MGC de piloter les MG.

Le protocole de commande de passerelle : l'interface MGC-MG

Le protocole de commande de passerelle permet la communication entre la MG et le MGC : c'est le canal de communication utilisé pour **coordonner le plan Contrôle et le plan Transport**. Les principales fonctions de ce canal sont :

- La réservation des ressources de la MG par le MGC nécessaire pour satisfaire les demandes reçues par les messages de signalisation.
- Le traitement des connexions dans la MG par le MGC.
- La modification des paramètres internes de la MG.
- La remontée par la MG des réponses aux actions demandées par le MGC.
- La notification par le MG d'événements survenus au niveau média (détection DTMF...).
- Le contrôle du lien MG-MGC (sécurité du lien, basculement vers un autre MGC ou MG...).

Ces nouveaux protocoles sont apparus en 1998 avec le IPDC et le SGCP qui ont rapidement fusionner en **MGCP**. L'IETF créa dans le même temps un groupe de travail

appelé MEGACO (MEdia GAteway COntrol) pour standardiser un protocole pour l'interface MGC-MG. Finalement, l'UIT et l'IETF décidèrent en 1999 de collaborer sur un protocole commun nommé **H.248** pour l'UIT et **MEGACO** pour l'IETF.

3.4.3.1 Le protocole historique : MGCP

Le Media Gateway Control Protocol (MGCP, RFC 2705), protocole défini par l'IETF, a été **conçu pour des réseaux de téléphonie IP utilisant des passerelles VoIP**. Il gère la communication entre les Media Gateway et les Media Gateway Controller. Ce protocole traite la signalisation et le contrôle des appels, d'une part, et les flux média d'autre part.

Les différents éléments qui utilisent MGCP sont :

- La **Signalling Gateway** qui réalise l'interface entre le réseau de téléphonie (signalisation SS7) et le réseau IP. Elle termine les connexions des couches basses de SS7 et transmet les messages ISUP à la MGC.
- Le **Media Gateway Controller (MGC) ou Call Agent** qui opère l'enregistrement, la gestion et les contrôles des ressources des Media Gateway. Elle coordonne l'établissement, le contrôle et la fin des flux média qui transitent par la Media Gateway.
- La **Media Gateway (MG) qui** est le point d'entrée ou de sortie des flux média à l'interface avec les réseaux IP et téléphoniques. Elle effectue la conversion des médias entre le mode circuit (téléphonique) en le mode paquet (IP).

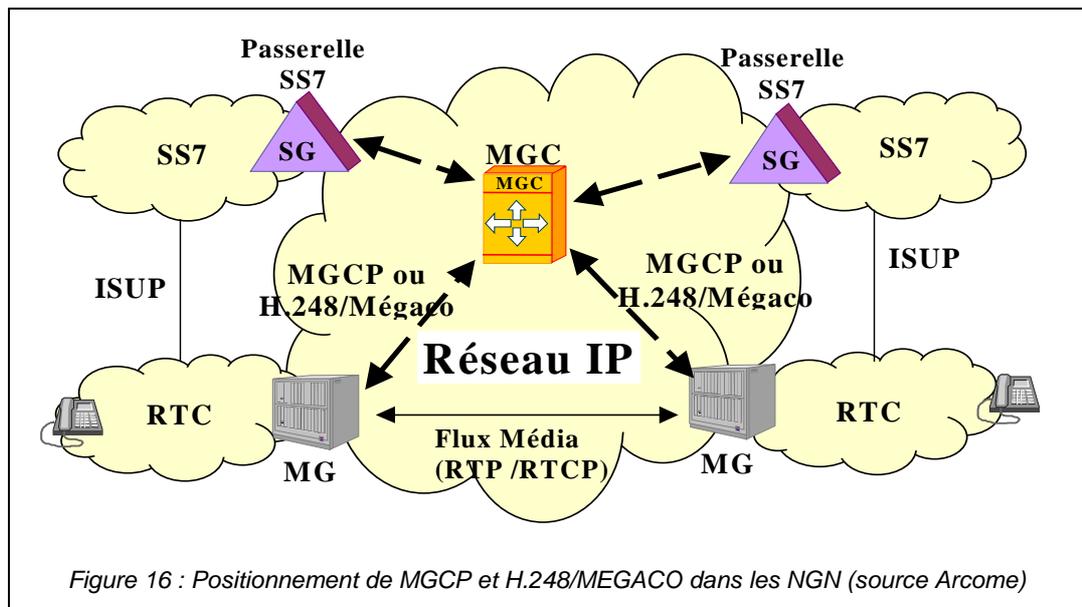
3.4.3.2 Le protocole alternatif : MEGACO/H.248

Le groupe de travail MEGACO (MEdia GAteway COntrol) a été constitué en 1998 pour compléter les travaux sur le protocole MGCP au sein de l'IETF.

Depuis 1999, l'UIT et l'IETF travaillent conjointement sur le développement du protocole MEGACO/H.248 ; c'est un standard permettant la communication entre les Media Gateway Controller (MGC) et les Media Gateway (MG). **Il est dérivé de MGCP et possède des améliorations par rapport à celui-ci :**

- Support de services multimédia et de vidéoconférence
- Possibilité d'utiliser UDP ou TCP
- Utilise le codage en mode texte ou binaire

Une première version de H.248 a été adoptée en juin 2000 (RFC 3015 de l'IETF). L'implémentation de H.248 permet une **grande modularité** ; en effet, ce protocole est étendu par des « **packages** » répondant à des besoins spécifiques. Ce système permet de couvrir un nombre très important d'applications, mais **complique aussi grandement les interfonctionnements** d'équipements d'origine différente. Ainsi un constructeur peut implémenter, suivant ses besoins, tel ou tel « package » qui ne sera pas obligatoirement choisi par un autre constructeur.



3.4.3.3 Comparaison de MGCP et MEGACO/H.248

MGCP et MEGACO/H.248 ont la même architecture mais sont cependant **des protocoles très distincts**. La principale différence est qu'avec H.248 les commandes s'appliquent à des terminaisons et des contextes, plutôt qu'à des connexions individuelles en MGCP.

Le tableau page suivante présente une comparaison des deux protocoles de contrôle d'appel candidats.

Actuellement les solutions de commande de passerelle utilisent le plus fréquemment le protocole MGCP.

Ceci pour des raisons historiques car il fut le premier protocole à être développé. Il n'a cependant pas été normalisé (statut de standard à l'IETF uniquement) ce qui semble être un handicap. Il a tout de même été reconnu par l'UIT comme protocole de référence pour la téléphonie sur les réseaux câblés.

Il semble que **la mise en place de H.248 pousse les acteurs à converger à moyen terme vers ce protocole : c'est en effet le seul protocole ayant le statut de norme** puisqu'il est reconnu non seulement à l'IETF (MEGACO) mais aussi à l'UIT (H.248).

Mais l'ensemble de ses « packages » laisse la **possibilité très large d'implémentation** qui rendra d'autant plus difficile **l'interfonctionnement** entre équipements de constructeurs différents.

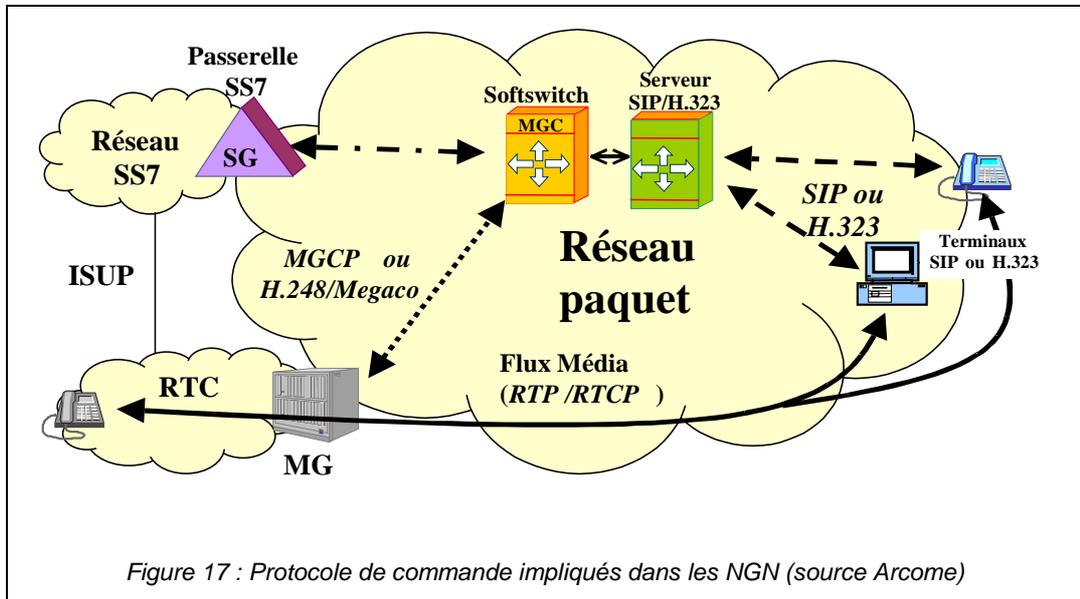
Il est donc encore **difficile de savoir** lequel de MGCP ou H.248 sera « LE » protocole de commande de Media Gateway, ou plus exactement **si (et quand) H.248 parviendra à s'imposer comme le standard.**

Comparaison des deux protocoles de contrôle d'appel candidats	MGCP	H.248/MEGACO
Spécifications : organisme, date, nombre de pages	IETF, 1998 (RFC 2705)	UIT (SG16) et IETF (WG MEGACO), 2000. v1 : RFC 3015 pour IETF
Modèle d'origine	SGCP (Simple Gateway Control Protocol) et IPDC (Internet Protocol Device Control)	MGCP (IETF) et MDCP
Applications visées	Contrôle à distance de Media Gateway (MG) par les Media Gateway Controller (MGC).	
Services	Etablissement de communication et conférences multimédia IP-TDM. Possibilité de gérer des terminaux (ex: téléphone MGCP)	Etablissement de communication et conférences multimédia IP-TDM ou IP-IP
Modèle de connexions	Une communication = un terminal (interface IP ou TDM d'une MGC) et une connexion 1 transaction = 1 commande	Une communication = deux terminaisons et un contexte regroupant les terminaisons d'un même appel. 1 transaction = N actions 1 action = N commandes
Syntaxe	Codage Texte (BNF) 1	Codage Texte (ABNF) Binaire (ASN1)
Transport du protocole	UDP/IP ou ATM	TCP,UDP,SCTP sur IP ou ATM ou MTP
Implémentation	Différentes implémentations pour réseaux IP et ATM.	Implémentation unique pour tout type de réseau de transport paquet.
Extensibilité	Le standard offre un certain nombre de fonctionnalités	La norme spécifie les règles de création de « package » permettant d'intégrer de nouvelles fonctionnalités
Interopérabilité entre constructeurs	Le standard IETF offre l'interopérabilité pour les fonctions et les commandes spécifiées	Beaucoup de tests effectués mais la grande liberté d'implémentation peut poser des problèmes
Maturité	Bonne (produits). C'est le protocole utilisé actuellement pour les systèmes MG/MGC.	Faible (services, produits) Mais de plus en plus implémenté dans les solutions constructeurs.

3.4.3.4 Relation entre MGCP, H.248, SIP et H.323

MGCP et H.248 sont des protocoles complémentaires à SIP et H.323. Ils sont définis spécialement comme un protocole interne entre MGCs et MGs.

Dans ce modèle, les MGCs gèrent le traitement des appels du réseau IP en communiquant avec les éléments de signalisation IP (gatekeeper H.323 ou serveur SIP), souvent co-localisés avec le MGC, et le réseau téléphonique via une passerelle de signalisation.



3.4.4 Transport de la signalisation SS7 sur réseaux IP : le protocole SCTP (SIGTRAN)

Concernant plus spécifiquement le **transport des messages de signalisation SS7 et RNIS sur des réseaux IP**, un groupe de travail de l'IETF appelé **SIGTRAN** (SIGnalling TRANsport, informational RFC 2719) a été développé. Ce groupe SIGTRAN définit le **protocole de contrôle entre** :

- **Les Signalling Gateways**, qui reçoivent la signalisation SS7 sur TDM, et la convertissent en SS7 sur IP.
- **Les Media Gateway Controllers**, qui interprètent la signalisation SS7 sur IP.
- **Et les « signalling points » du réseau IP** (serveurs de contrôle d'appel).

Ce protocole utilise une nouvelle couche de transport appelée Stream Control Transmission Protocol (SCTP) permettant de pallier les défauts du protocole TCP pour la gestion des messages de signalisation.

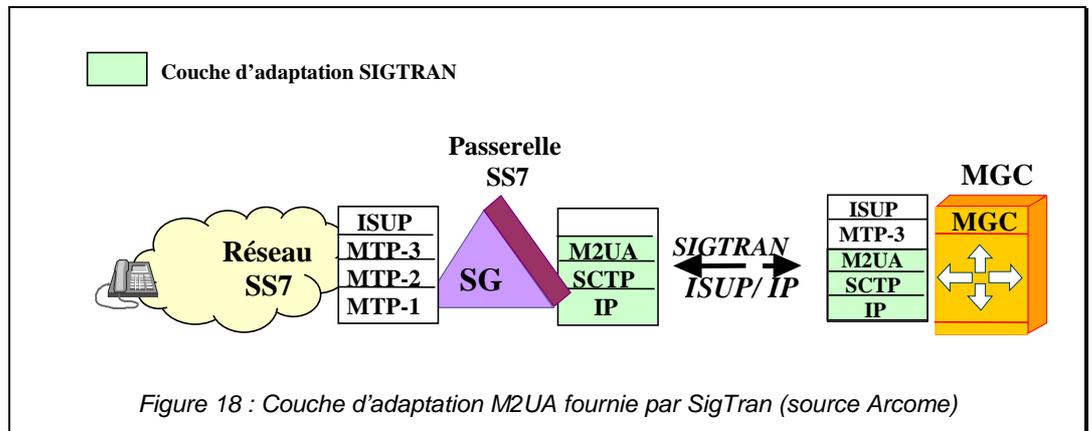
Associé à des couches d'adaptation spécifiques à chaque protocole de signalisation d'origine (généralement SS7), le protocole SCTP doit permettre de transporter les messages de signalisation de façon transparente sur des réseaux IP.

Les couches d'adaptation définies par SIGTRAN ont toutes des objectifs communs :

- Le transport des protocoles de signalisation des couches supérieures, basé sur **un transport IP fiable**.
- La **garantie d'une offre de services** équivalente à celle proposée par les interfaces des réseaux RTC.
- La **transparence du transport de la signalisation sur un réseau IP** : l'utilisateur final ne se rend pas compte de la nature du réseau de transport.
- La **possibilité de pouvoir supprimer** dès que possible les **couches basses du protocole SS7**.

SIGTRAN a déjà défini plusieurs couches d'adaptation :

- **La couche d'adaptation M2UA** qui fournit le service **MTP2** dans une relation client/serveur telle que **la communication entre SG et MGC**.



- La couche d'adaptation **M2PA** qui fournit le service **MTP2** dans une relation « peer to peer » (d'égal à égal) telle que la **communication entre SG et SG**.
- La couche d'adaptation **M3UA** qui fournit le service **MTP3** dans une relation client/serveur ou « peer to peer » (d'égal à égal).

3.4.5 Plusieurs protocoles candidats pour la signalisation « de transit » entre serveurs d'appel

Les opérateurs de télécommunications, voyant la montée en puissance du trafic de données, ont émis le souhait de pouvoir utiliser des solutions de signalisation de transit pour les réseaux en mode paquet. Pour cela, il était nécessaire de définir un protocole permettant la communication entre MGC (Media Gateway Controller). Ce protocole ne remet pas en cause les protocoles de commande de passerelles, mais au contraire, permet d'élargir le domaine d'action des protocoles tels que MGCP ou H.248/MEGACO.

Trois protocoles sont candidats pour cette utilisation : BICC, H.323 et SIP-T.

3.4.5.1 Bearer Independent Call Control (BICC)

Le protocole BICC a pour objectif la gestion de **la communication entre serveurs d'appel, indépendamment du type de support**, permettant aux opérateurs de réaliser une migration de leurs réseaux RTC/RNIS vers des réseaux en mode paquet.

En vue, donc, d'une migration des réseaux téléphoniques (SS7) vers une architecture NGN, une recommandation de l'UIT, le protocole BICC, doit étendre le protocole de signalisation actuellement implémenté sur les réseaux téléphoniques, l'ISUP. En effet **BICC est en grande partie issu de l'ISUP** ; les recommandations font d'ailleurs directement référence à l'ISUP, quant à sa définition mais aussi pour l'interopérabilité avec H.323.

La première version de ce protocole, **BICC CS1** (BICC Capability Set 1) définit le transport de signalisation sur **un réseau ATM** en tant que réseau de transit.

La seconde version de ce protocole, **BICC CS2**, élargit énormément son rayon d'action et les capacités. Il permet :

- L'utilisation d'un **réseau IP** comme **réseau de transit**. Il s'agit de « tunnelling » de messages de signalisation par le protocole BICC sur un réseau de transport IP, de passerelle à passerelle (Signalling Gateway), donc transparent pour les MGC du réseau IP.
- **L'interfonctionnement avec les réseaux H.323**

La prochaine version de **BICC (CS3)** portera principalement sur le réseau d'accès et **l'interfonctionnement avec SIP**.

Le protocole BICC est donc (ou sera à court terme) compatible aussi bien avec les protocoles de contrôle d'appel SIP et H.323 qu'avec un transport en mode IP ou ATM. C'est donc un candidat potentiel sérieux qui prend a priori en compte toutes les configurations de réseau (tendance « données » ou « télécoms »).

3.4.5.2 Protocole H.323 entre Media Gateway Controller

3.4.5.2.1 Sur des réseaux IP

Dans les réseaux IP, la norme H.323 utilise les standards H.225 et H.245 pour la gestion des commandes d'appel. A l'origine, ces canaux de signalisation étaient créés entre le terminal H.323 (téléphone ou passerelle H.323/ RNIS) et le serveur d'appel H.323.

L'évolution de la norme H.323, par la possibilité de communiquer entre serveurs d'appel H.323 et par la séparation en éléments distincts des fonctions MG et MGC, a quelque peu modifié la norme.

Il est établi que la signalisation des appels et la synchronisation (H.225) se passent entre MGC ; par contre le protocole utilisé pour l'échange des capacités entre les terminaux, la négociation de canal et le contrôle de flux média entre les terminaux H.323 (H.245) peut s'effectuer entre MG ou MGC.

3.4.5.2 Interfonctionnement de H.323 avec les protocoles SS7

Interconnexion avec des réseaux SS7 (ISUP)

L'interfonctionnement de H.323 avec le protocole ISUP a été défini récemment (annexe C de H.246). Il établit la correspondance entre les messages ISUP et H.323 pour les appels IP-RTC et RTC-IP, ainsi que l'interaction de certains services téléphoniques (ex : mise en attente d'appel, restriction et autorisation de divulgation de l'identifiant de l'appelant...).

Encapsulation ISUP dans H.323

Dans le cas où le réseau IP est utilisé comme réseau de transit, il ne semble pas pertinent de réaliser deux interconnexions (H.323/ISUP puis ISUP/H.323) avec une perte d'information (H.323 est basé sur Q.931, protocole d'accès et non de transit). La transmission des messages ISUP, de manière transparente sur le réseau IP est la solution plus pertinente. Une première ébauche de solution est proposée dans la version 4 de H.323 par encapsulation des messages ISUP dans H.225.

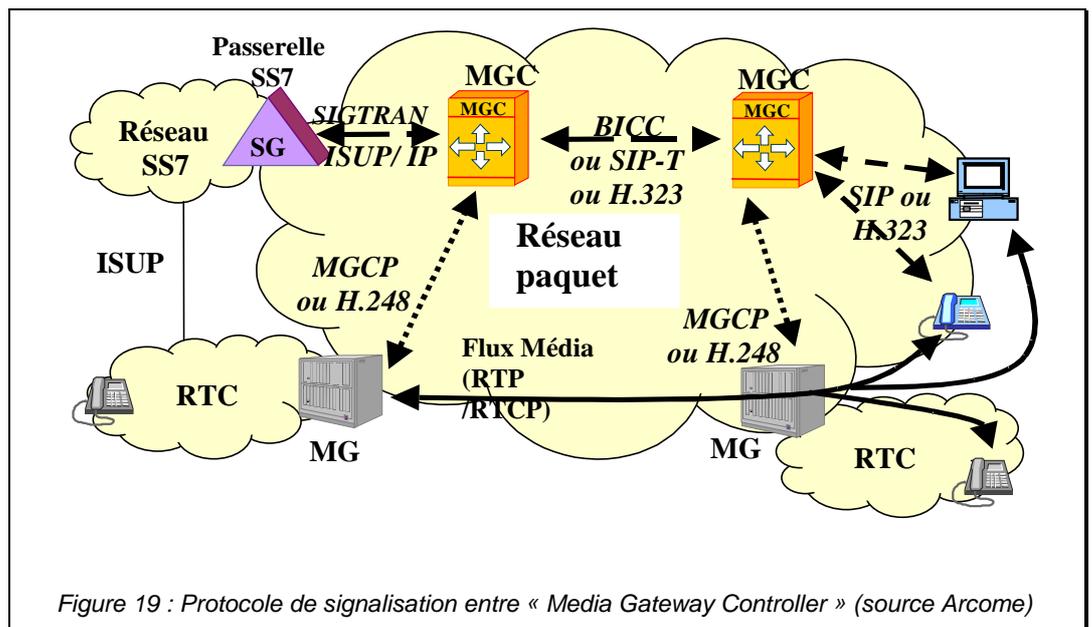
3.4.5.3 Protocole SIP entre Media Gateway Controller : SIP-T

L'Internet Draft SIP-T (SIP pour la téléphonie) de l'IETF définit la gestion de la téléphonie par le protocole SIP ainsi que l'interconnexion avec le RTC : cependant uniquement avec le protocole SS7 ISUP. SIP-T préconise :

- l'encapsulation des messages ISUP à l'intérieur de messages SIP, permettant la transmission de façon transparente de la signalisation ISUP dans le cas de transit par un réseau IP.
- le renseignement de l'en-tête du message SIP par les informations contenues dans le message ISUP, permettant d'acheminer le message correctement à travers le réseau IP et de terminer les appels sur un terminal SIP.

3.4.5.4 Devenir des trois protocoles

Le schéma montre le niveau auquel est utilisée la signalisation entre Media Gateway Controllers, pour laquelle les trois protocoles BICC, SIP-T et H.323 sont en concurrence.



Actuellement, les constructeurs utilisent plutôt des solutions de contournement leur permettant d'éviter d'implémenter un protocole

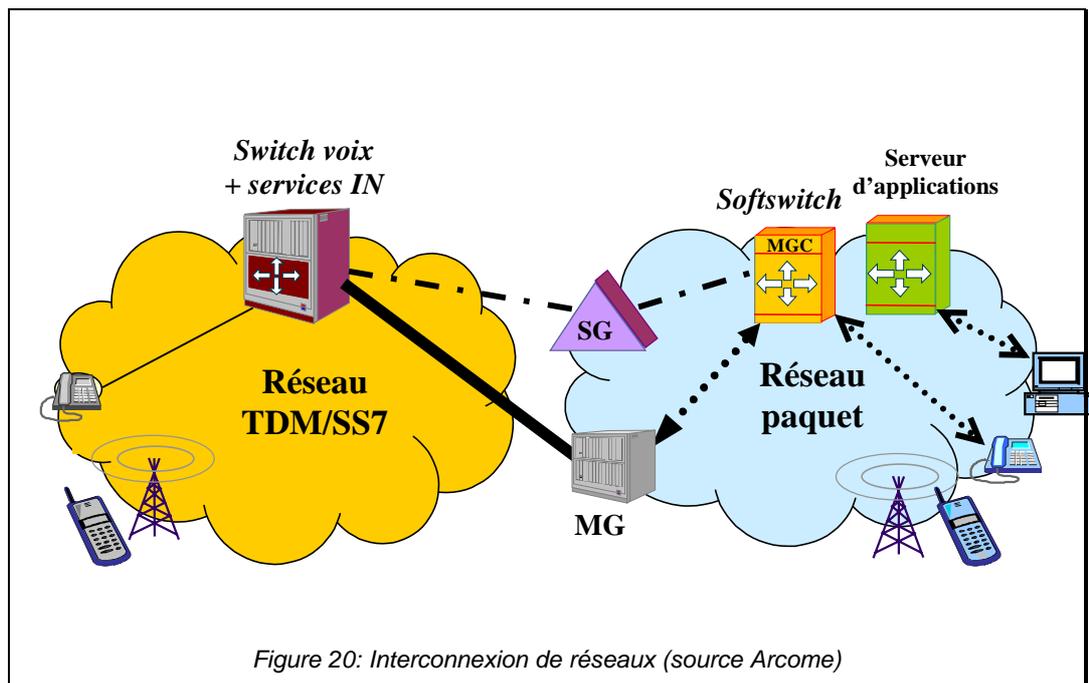
de signalisation entre serveurs d'appels. **Cette situation transitoire**, qui est envisageable dans le cadre de petits réseaux avec un faible nombre de serveurs, **n'est pas compatible avec une industrialisation et une exploitation à grande échelle des solutions de réseau NGN.**

L'intégration de ces différents protocoles est annoncée par les constructeurs ; il est cependant **difficile de connaître la maturité des solutions** (car très peu sont en service opérationnel) **et l'interopérabilité des solutions entre elles**. De plus, le choix des protocoles implémentés est variable suivant les solutions. Ces éléments ne permettent pas de dégager un protocole prédominant.

Cependant, au vu des tendances à moyen/long terme concernant le choix du protocole de contrôle d'appel (plutôt SIP au détriment de H.323) et au vu du support important de BICC dans le domaine télécoms, **le choix du protocole de signalisation entre serveurs d'appel NGN se fera vraisemblablement entre BICC et SIP-T.**

3.4.6 Cohabitation des réseaux existants et NGN

Il semble que les réseaux actuels persisteront pour une période relativement longue et donc que la coexistence des réseaux actuels et NGN sera effective pendant plusieurs années, voire décennies.



3.4.6.1 Le transport de la voix sur des réseaux paquet

Ce type de cohabitation des deux générations de réseaux est **déjà effectif**, comme le montrent les exemples d'utilisation ci-dessous.

En effet plusieurs opérateurs, généralement internationaux, proposent leurs **services de transit de trafic téléphonique sur des réseaux IP** : les flux voix passent au départ et à l'arrivée de ce réseau de transit IP par des passerelles de transport IP/TDM et de signalisation (SS7).

On voit également se développer des acteurs offrant des **services de voix sur Internet** (ITSP ou Internet Telephony Services Provider), principalement pour les particuliers : ces services n'offrent pas de garantie de qualité de service très importante mais, cet inconvénient est compensé par les prix très attractifs. Ces offres ont vocation à se développer grâce à l'augmentation de la bande passante disponible par utilisateur à l'amélioration de la qualité de service et à l'apparition de services tels que la messagerie unifiée.

3.4.6.2 L'interconnexion des réseaux

Des services tel que le Centrex IP sont également rendus possibles grâce à l'apparition des VPN-IP (réseau privé virtuel IP) et des Softswitches. Ces services offrent la possibilité aux entreprises, d'externaliser, en terme de ressources mais aussi d'équipements, leur réseau voix d'entreprise qui est alors géré par un opérateur.

Ainsi, les opérateurs commencent à utiliser leurs réseaux paquet pour les services téléphoniques. Cependant, il est aujourd'hui obligatoire d'utiliser la technologie TDM/SS7 pour l'interconnexion des réseaux entre opérateurs.

Une évolution récente offre la possibilité de dissocier les liens d'interconnexion de signalisation des liens de transport de la voix (séparation des couches transport et contrôle), **l'étape suivante sera, aussi bien au niveau technologique que réglementaire de pouvoir effectuer des interconnexions de réseaux inter-opérateurs natives NGN.**

Des efforts importants sont actuellement fournis, au niveau des organismes de normalisation et des constructeurs pour développer des solutions et des protocoles de contrôle standardisés ; ces systèmes devraient être opérationnels dans les années à venir. Les points nécessitant encore des améliorations sont notamment :

- la maturité et la convergence des protocoles de signalisation entre serveurs d'appel (Cf. chapitre 3.4.5),
- l'amélioration des performances de qualité de service dans les réseaux de transport en mode paquet (Cf. chapitre 3.2) et la mise en œuvre du contrôle de la qualité de service de bout en bout (Cf. chapitre 3.7),
- l'existence d'offres de transit et d'interconnexion IP pour les services données, mais aussi voix.

3.4.7 Exemple d'architecture de système global NGN : l'UMTS

Dans le domaine des réseaux mobiles, **il est prévu que le système UMTS, dans sa deuxième phase, évolue dans sa globalité vers une architecture type NGN**, tant sur le plan de l'architecture physique que pour le choix des protocoles.

NB : Le présent chapitre focalise sur les évolutions au sein du cœur de réseau. Les aspects de la norme UMTS liés à l'accès UTRA, aux services et aux terminaux sont traités dans les chapitres concernés.

3.4.7.1 UMTS release 99 : l'héritage du GSM/GPRS

L'architecture UMTS telle que décrite dans la release 99 du 3GPP (organisme de normalisation de l'UMTS) s'appuie sur une nouvelle interface radio, l'UTRA, et une évolution des cœurs de réseau GSM et GPRS (adaptation des équipements existants ou nouveaux équipements) pour gérer les flux des domaines circuit et paquet.

Dans l'architecture UMTS R99 :

- **Les interfaces de l'UTRA avec le cœur de réseau sont basées sur un transport ATM** (AAL2 pour la voix, AAL5 pour les données).
- **Le transport dans le cœur de réseau peut ensuite être effectué** (au choix de l'opérateur) **soit en ATM pour l'ensemble des flux, soit en ATM puis TDM pour les flux circuit et en IP pour les flux paquet**. La signalisation à l'interface avec l'UTRA est transportée soit dans des circuits virtuels ATM, soit avec le protocole de transport de SS7 sur IP SIGTRAN.
- **Les appels multimédia sont supportés, mais de manière transparente**. En effet, les messages de signalisation multimédia sont transportés de manière transparente dans une connexion circuit ou dans un contexte PDP (tunnel GTP entre SGSN et GGSN), ce qui évite d'introduire des fonctions multimédia dans les équipements GSM et GPRS, limitant les impacts aux terminaux et à l'ajout de serveurs multimédia (gatekeepers). Les protocoles de contrôle d'appel multimédia retenus sont H.323 pour le domaine paquet et H.324-M pour le domaine circuit, choix plus conforme à la maturité actuelle des protocoles (par rapport à SIP). Cependant, le transport de la signalisation multimédia étant transparent, SIP pourrait a priori être supporté de la même manière.

La R99 prépare donc l'évolution vers la solution cible tout IP en introduisant dès les débuts de l'UMTS un transport convergent des flux voix et données.

Les versions ultérieures de la norme UMTS intègrent une évolution encore plus nette vers une architecture de type NGN. La release R4 (ex-R99) est la première étape vers un cœur de réseau tout IP, et la release R5 finalise cette évolution.

3.4.7.2 UMTS releases R4/R5 : l'évolution vers le tout IP multimédia avec une architecture NGN

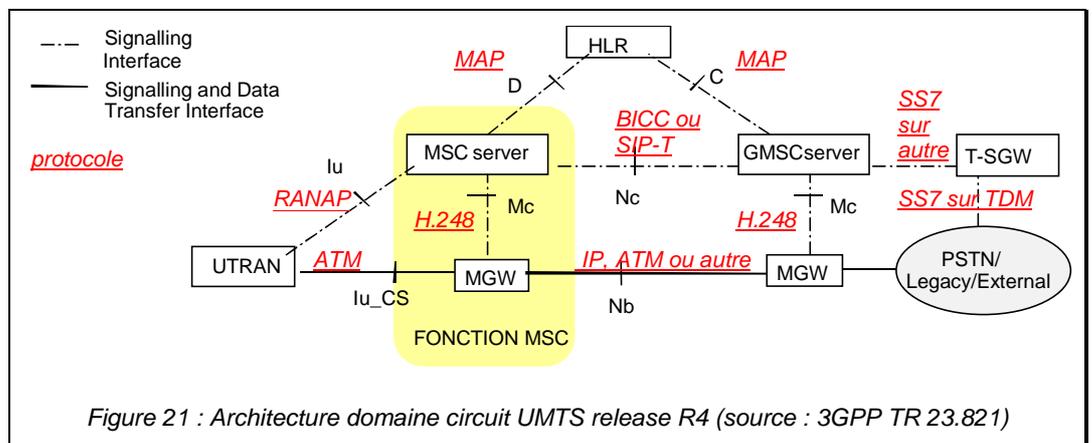
Alors que la release 99 UMTS a principalement pour vocation de gérer une transition douce avec le GSM/GPRS, **la release 4 (anciennement dénommée release 2000) de l'UMTS propose une architecture résolument novatrice afin d'évoluer vers le tout IP multimédia.**

Suite aux discussions techniques au sein du 3GPP et afin de prendre en compte la maturité des produits et solutions nouvelles, les évolutions de l'UMTS prévues dans cette version ont été échelonnées dans le temps et réparties sur deux versions successives, rebaptisées R4 et R5.

3.4.7.2.1 UMTS Release R4 : séparation des couches transport et contrôle

Conformément à l'un des concepts de base des NGN, la version R4 de la norme UMTS prévoit une évolution optionnelle du **domaine circuit**, sous la forme d'une restructuration fonctionnelle des MSC pour introduire une **séparation des couches Transport (Media Gateway) et Contrôle d'appel (MSC server)**.

- Le MSC server a les mêmes caractéristiques qu'un MGC (Media Gateway Controller), avec en complément des fonctions spécifiques mobile. Il est ainsi en mesure de dialoguer avec les autres MSC server en utilisant le protocole **BICC ou SIP-T** selon que le protocole de transport utilisé est ATM ou IP, mais conserve notamment des liens de signalisation utilisant le protocole **MAP** avec les HLR.
- La signalisation de commande entre MSC server et MGW utilise le protocole **H.248 avec des extensions spécifiées par le 3GPP**.
- Cette signalisation peut être transportée en utilisant le protocole **MTP3b** si le transport s'appuie sur une couche ATM, ou **SIGTRAN (SCTP)** si le transport s'appuie sur IP.



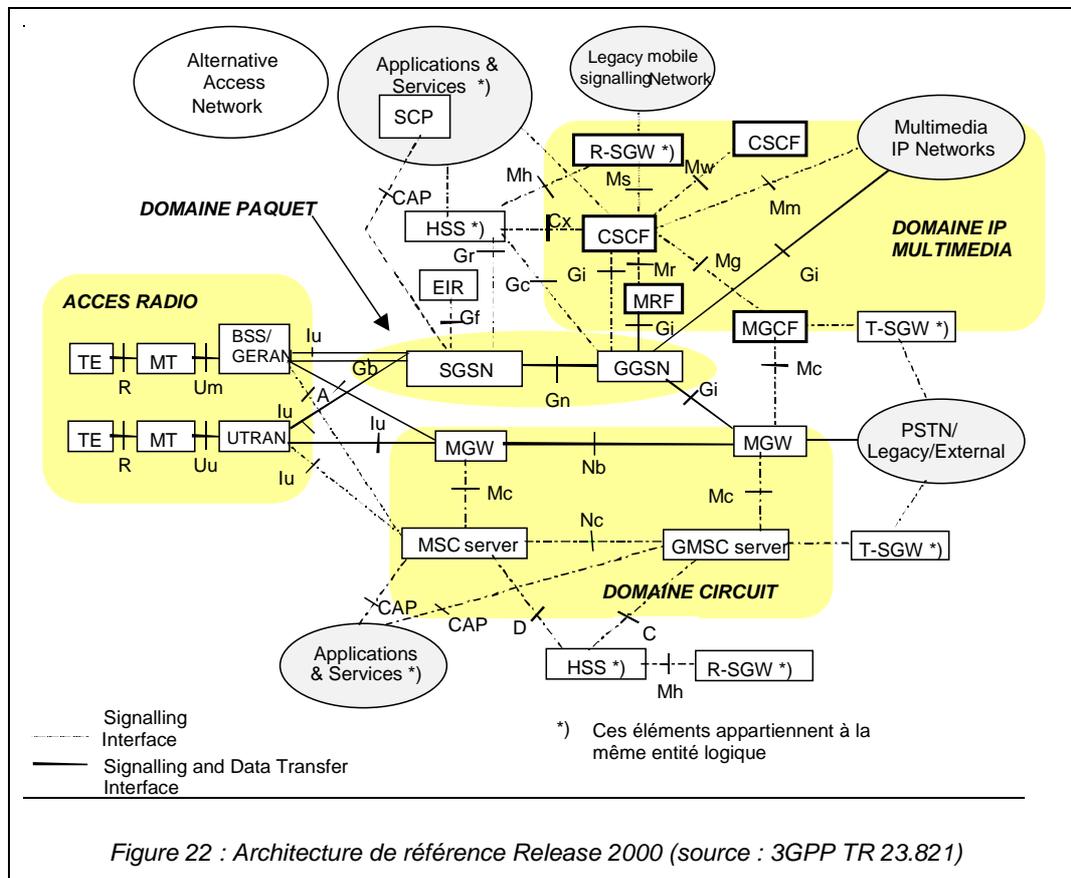
Par ailleurs, l'approbation en Mars 2001 de l'étude de **faisabilité** effectuée par le 3GPP concernant la **séparation des couches transport et contrôle dans le domaine paquet** (équipements SGSN et GGSN) permet à certains constructeurs de proposer des variantes d'implémentation. Le protocole H.248 est alors pressenti, de manière similaire au domaine circuit, pour assurer la signalisation entre les serveurs paquet et les MGW.

3.4.7.2.2 UMTS Release R5 : ajout du domaine IP multimédia

La release R5 introduit un **nouveau domaine, l'IP Multimédia (IM) Subsystem, s'appuyant sur les services du domaine paquet pour fournir des services de communications convergents (voix sur IP, données, multimédia...) en IP natif**. Ainsi, les communications multimédia ne sont plus supportées de manière transparente mais deviennent le mode de communication cible de l'UMTS. Ce n'est que pour des raisons de compatibilité avec les réseaux GSM/GPRS et UMTS R'99 et avec les terminaux non IP multimédia que le domaine circuit (MSC servers et MGW associées) est maintenu.

Le coeur de réseau UMTS IP multimédia utilise le **protocole SIP pour gérer les sessions IP multimédia**, et le **protocole IP pour le transport du trafic et de la signalisation** associés. Il supporte l'interfonctionnement avec les réseaux voix et données IP fixes et mobile existants, y compris Internet.

Le choix du protocole de contrôle d'appel pour les appels VoIP et multimédia a fait l'objet de longues discussions, mais SIP a fini par s'imposer au 3GPP grâce à son caractère IP natif et son apparente simplicité comparé à H.323. **Le protocole SIP de l'IETF doit cependant être enrichi pour prendre en compte certaines évolutions spécifiées par le 3GPP** pour un usage dans le cœur de réseau UMTS, notamment concernant les spécificités liées à la gestion de la mobilité.



Pour assurer le contrôle d'appel et la gestion de la signalisation dans ce nouveau domaine, de nouvelles entités sont ajoutées, ou des équipements existants sont modifiés. Le tableau ci-après en fait une synthèse, ainsi qu'une correspondance avec les fonctions NGN présentées plus haut dans le rapport.

Fonction UMTS	Rôle	Correspondance architecture NGN
CSCF (Call State Control Server)	Contrôle d'appel multimédia. Dialogue avec le MGCF avec le protocole SIP-T .	Serveur SIP évolué (ajout fonctions spécifiées par le 3GPP)
MGCF (Media Gateway Controller Function)	Contrôle de la ou des Media Gateways qui lui sont rattachées, avec le protocole H.248 (+ extensions 3GPP).	Media Gateway Controller (Cf. IETF, groupe Megaco)
T-SGW (Transport Signalling Gateway)	Gestion de l'interfonctionnement de la signalisation avec le réseau commuté fixe (adaptation des couches basses)	Signalling Gateway
R-SGW (Roaming Signalling Gateway)	Gestion de l'itinérance entre le réseau UMTS R4/R5 et les réseaux UMTS R99, GSM et GPRS, avec adaptation des couches basses de signalisation	Signalling Gateway spécifique mobile
MRF (Multimedia Resource Function)	Gestion des appels multimédia multi-parties et de conférence	Fonction MCU dans H.323 (fonction MCU ou utilisation du multicast dans SIP)
HSS (Home Subscriber Server)	Evolution du HLR pour incorporer la gestion du profil de services IP multimédia de l'utilisateur (fonction serveur UMS – User Mobility Server)	Fonction SIP registrar

En terme de gestion de la mobilité, le HSS UMTS est chargé de la mise à jour du profil utilisateur, et peut intégrer ou coopérer avec des entités standards dans le monde IP, comme un serveur distant d'authentification et d'autorisation (RADIUS) ou un serveur gérant la résolution d'adresse et l'allocation dynamique d'adresse IP (fonctions DNS et DHCP).

Avec la R5 UMTS, le **transport IP se généralise** progressivement à l'ensemble du réseau, et **IPv6** est introduit dans le cœur de réseau :

- Il est à noter que **les interfaces de transport en sortie de l'UTRA**, qui étaient de type ATM en R99, **évoluent en IP** en R5 (l'évolution du transport en IP au sein de l'UTRA et sur la voie radio étant prévue pour des étapes ultérieures de la norme).
- **Le protocole de transport spécifié pour le domaine paquet est IP** (entre RNC, SGSN et GGSN), avec support des **options IPv4 et IPv6**.
- **Au sein du domaine IP Multimédia** (éléments IP multimédia du cœur de réseau + équipements terminaux associés), **la norme spécifie l'utilisation exclusive d'IPv6**, et un usage optimal d'IPv6 doit être fait.
- **Interopérabilité IPv4/IPv6** : les équipements terminaux IP multimédia doivent pouvoir accéder à des applications IPv4 et IPv6, et le cœur de réseau doit assurer si nécessaire l'interopérabilité entre son transport IPv6 et un réseau IPv4 externe.

3.4.7.3 Influence de l'UMTS sur la stabilisation du concept NGN

L'UMTS aura un rôle potentiel fort sur l'émergence et la stabilisation du concept NGN.

L'UMTS est le premier système global qui intègre dans ses spécifications futures (releases R4/R5) des options d'évolution vers une architecture réellement NGN.

Les protocoles choisis à terme par le 3GPP sont :

- SIP pour le contrôle d'appel,
- Megaco/H.248 pour le contrôle des Media Gateways,
- SIGTRAN pour le transport de la signalisation SS7 sur IP.
- Pour la signalisation entre Media Gateway Controllers, le choix reste ouvert, mais le protocole BICC est cité nommément et semble mis en avant.

Si l'UMTS rencontre un développement et un succès important, et si les réseaux UMTS migrent rapidement vers une architecture conforme aux spécifications des versions R4/R5, les choix technologiques effectués par le 3GPP ne manqueront pas d'influer sur le choix global des protocoles dans un réseau NGN, tous domaines confondus, fixe et mobile. Cela semble particulièrement vrai pour les protocoles SIP et IPv6.

3.4.8 En conclusion

Il ressort de notre analyse qu'au niveau de la couche Contrôle, les principales incertitudes concernent **le choix des protocoles**. En effet, pour chaque domaine concerné, **deux protocoles sont en général en lice**, l'un plus ancien et plus proche de l'héritage « téléphonie », et l'autre plus récent et plutôt hérité du monde Internet. Cette situation soulève inmanquablement la **question de l'interopérabilité à court/moyen terme entre solutions implémentant des protocoles différents**.

- **Signalisation de contrôle d'appel : SIP vs H.323**

SIP semble être le protocole choisi par la plupart des acteurs pour sa simplicité et son utilisation des technologies et format « web ». Cependant ce protocole apparaît comme n'étant pas encore mature pour des déploiements en masse. H.323 est identifié comme un protocole plus lourd que SIP, notamment pour la gestion du transit, mais est actuellement le protocole le plus implémenté car il fut, historiquement, le premier standard disponible.

- **Signalisation de commande des Media Gateways : Megaco/H.248 vs MGCP**

Bien que les avis soient plus partagés, la tendance concernant ces protocoles est comparable à SIP vs H.323 : Megaco/H.248 semble être la cible identifiée par la plupart des acteurs. Mais du fait de la plus grande maturité des offres (du moins pour certains constructeurs), MGCP pourrait être largement utilisé à court terme.

- **Signalisation de transit : BICC vs SIP-T**

BICC prévu initialement pour le transport de la signalisation entre serveurs de contrôle sur ATM, et SIP-T sur IP. Les deux protocoles évoluent en fait pour supporter les deux modes de transport. Il est possible que le consensus qui se dessine autour de SIP pour le contrôle d'appel bénéficie à terme à SIP-T.

Par ailleurs, certains constructeurs proposent des **variantes d'implémentation** de ces nouvelles technologies, chacune pouvant être pertinente ou avantageuse pour l'opérateur en fonction de son architecture de réseau et de son modèle économique.

- **Solutions « call server » globales ou spécialisées :**

Les deux solutions existent. Les petites sociétés nouvelles développant des softswitch semblent privilégier des solutions « call server » spécialisées, avec séparation des fonctions call agent (gestion de l'interface avec le réseau tiers, pilotage des media gateways) et des fonctions spécifiquement Class IV (contrôle d'appel de niveau transit) ou Class V (contrôle d'appel de niveau accès).

- **Signalling gateway séparée, ou intégrée :**

La fonction Signalling Gateway peut être implémentée de différentes manières. Elle peut être :

- Implémentée sur un équipement dédié, ce qui nécessite notamment une gestion des interconnexions spécifique (signalisation quasi-associée : acheminement séparé du trafic et de la signalisation). Ce type d'architecture est encore mal connu des opérateurs téléphoniques classiques.
- Intégrée dans les Media Gateways, auquel cas le trafic et la signalisation aboutissent physiquement sur le même équipement.
- Intégrée dans les serveurs d'appel (avec en général transit via les Media Gateways), ce qui aboutit à une architecture physique similaire au cas précédent.

Les trois options d'implémentation sont proposées selon les constructeurs, en fonction de leur offre de plates-formes matérielles et de leurs orientations stratégiques. Elles peuvent impacter l'architecture des opérateurs mais a priori pas les fonctions rendues.

Concernant les réseaux mobiles, ils semblent prendre en compte **l'évolution vers les NGN** de manière plus explicite **en termes de normalisation** (Cf. chapitre 3.4.7 ci-dessus sur la normalisation du système UMTS), la maturité des offres de produits (Cf. chapitre 5.5) fait que les premiers déploiements NGN s'effectuent plutôt dans le domaine des réseaux et services fixes.

3.5 Les Services : des plates-formes unifiées et des interfaces ouvertes

Actuellement, les services sont dédiés à un type de réseau : services Réseau Intelligent sur le réseau téléphonique pour les terminaux téléphoniques (fixes ou mobiles), et services mail, web, news sur les réseaux IP.

L'apparition des nouveaux réseaux d'accès, tels que l'UMTS, le GPRS, l'xDSL, l'Ethernet longue distance, les réseaux câblés (Cf. Chapitre 3.2 couche d'accès), et la multiplication des terminaux communicants (téléphone mobile GPRS/ UMTS, PDA,...) et la convergence des cœurs de réseaux, poussent à une **transformation de l'architecture des plates-formes de services**.

Cette nouvelle architecture doit offrir la possibilité aux clients d'accéder aux services, quels que soient la nature des terminaux et le type de protocole utilisé pour accéder aux plates-formes de services, via un réseau de transport unifié, en mode paquet. Le service rendu doit être adapté aux besoins et aux moyens des clients.

La nécessité d'offrir des services multi-réseaux et multi-terminaux a conduit à la définition de nouveaux concepts et fonctions :

- **La portabilité et l'adaptabilité des applications** qui permet de fournir les services sur différents terminaux tout en gardant son environnement personnalisé (portail, Virtual Home Environment...)
- Pour offrir ces services, adaptables et « portables », il est nécessaire de déployer **de nouveaux protocoles et de nouvelles architectures** qui feront le lien entre les plates-formes de services et les utilisateurs connectés aux réseaux NGN. Ces nouveaux outils (architectures et protocoles) doivent être utilisables dans des contextes très divers et seront donc des outils ouverts et convergents permettant de simplifier les communications entre terminaux et entre terminaux et serveurs d'applications.

Deux modèles principaux et complémentaires émergent de ces besoins d'évolution d'architecture de la couche Services :

- Une architecture centrée sur le « Softswitch », basée sur l'interface de services normalisée du **modèle OSA/Parlay**. Ce modèle est plutôt adapté pour des services de type « télécoms » nécessitant une coopération forte du réseau de contrôle d'appel (serveurs, bases de données).
- Un **modèle orienté « Web Services »**, basé sur les technologies et des protocoles issus du monde Internet (XML, SOAP) avec une architecture distribuée plus adaptée à la fourniture de services en mode transparent sur IP, avec une coopération forte du terminal.

Alors que le modèle « web services » s'appuie explicitement sur le protocole de contrôle d'appel SIP, le modèle OSA est a priori indépendant du protocole de contrôle d'appel retenu, mais semble plus souvent évoqué dans un contexte d'utilisation de SIP que de H.323.

3.5.1 Le VHE ou « Virtual Home Environment »

Le « VHE » ou « Virtual Home Environment » est un **concept d'environnement de services personnalisés** (Personal Service Environment ou PSE) qui a été défini par le 3GPP dans le cadre de la normalisation de l'UMTS. Il comprend :

- la **personnalisation des services** pour des utilisateurs de profils différents
- la **portabilité de l'environnement personnalisé de services** (PSE) à travers divers réseaux d'accès (fixe, mobile, IP) et sur des terminaux de natures différentes.

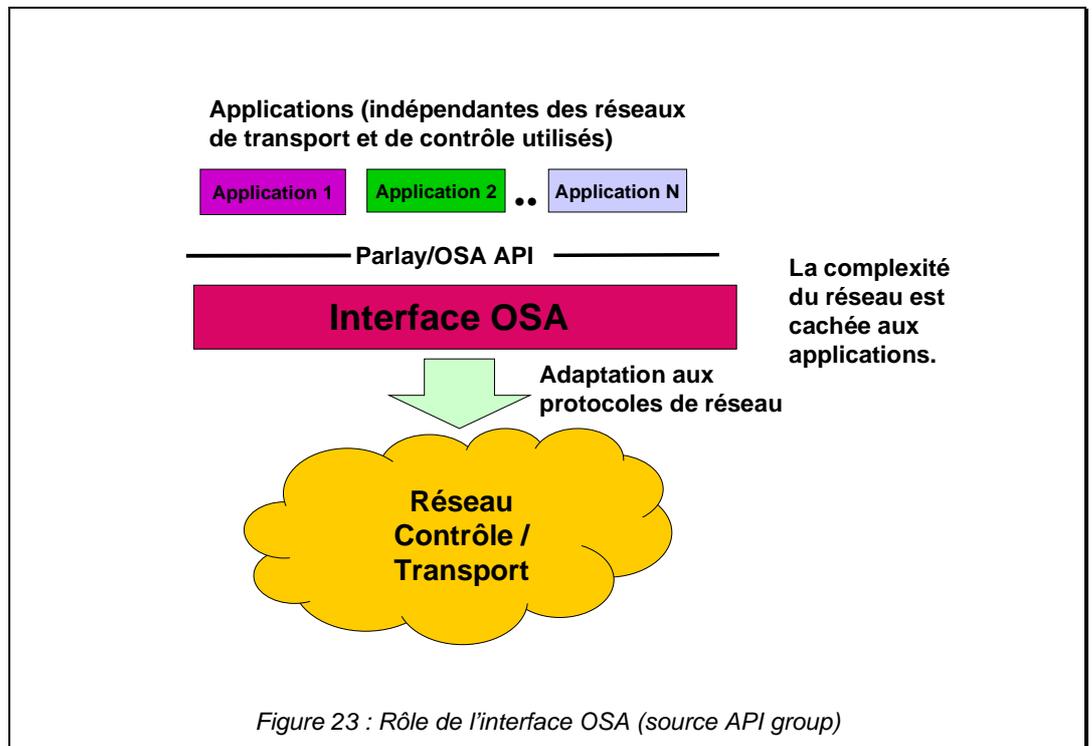
Ainsi les utilisateurs pourront accéder à leurs services et leur environnement personnalisé quels que soient le réseau et le terminal qu'ils utilisent.

Pour cela la création des services est basée sur des **outils standardisés** comme les interfaces **OSA/Parlay** (Cf. chapitre 3.5.2 suivant), les protocoles **CAMEL** (Cf. paragraphe 3.5.5.9 ci-dessous), **MExE** (Cf. chapitre 3.6 concernant les terminaux), **JAVA** (Cf. paragraphe 3.5.7.1), **CORBA** (Cf. paragraphe 3.5.7.3).

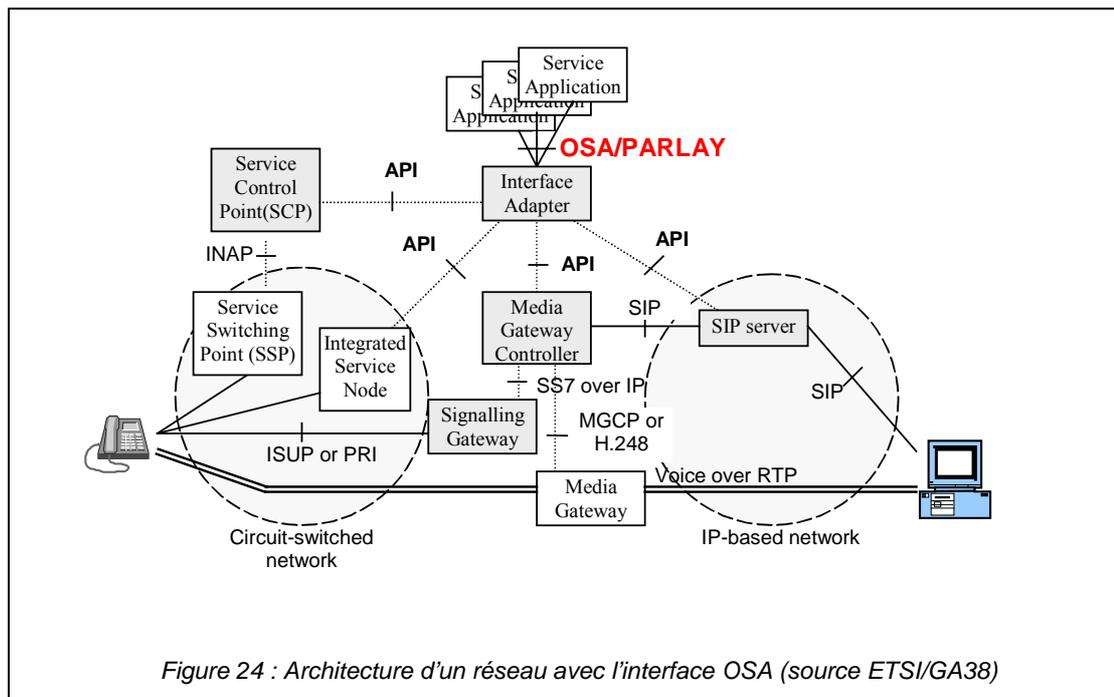
Dans son principe, le modèle VHE n'a rien de spécifique aux réseaux mobiles. Donc il **pourrait être aisément transposé au domaine des réseaux fixes**, domaine qui est d'ailleurs inclus dans le champ d'application de VHE (hormis les outils CAMEL et MexE, qui sont spécifiques mobile).

3.5.2 Le modèle OSA/Parlay

L'architecture OSA (Open Service Access) propose une interface standardisée, par les API (Application Programming Interface), pour les applications en vue d'utiliser les capacités du réseaux sans avoir besoin de connaître les technologies utilisées.



L'interface OSA a pour objectif de cacher la complexité du (des) réseau(x) aux plateformes de services.



Ce modèle est spécifié et standardisé par le « **Joint API Group** » qui fédère les travaux du **3GPP**, de l'**ETSI**, du **JAIN** (Java APIs for Interoperable Networks) et du « **Parlay Group** ». L'objectif de ce groupe de travail étant de proposer une interface standardisée unique pour l'ensemble des besoins, chaque organisme s'est aligné sur ce modèle fédérateur : le 3GPP à travers SA1 et SA2, ETSI par le SPAN 14 SPAR, et Parlay par le groupe Parlay.

Le modèle OSA est donc partagé et soutenu par un nombre important d'organisations issues du monde des télécommunications mobiles et fixes (3GPP, ETSI, Parlay Group) ou transverses aux mondes télécoms et Internet (JAIN).

3.5.2.1 3GPP / OSA

Le 3GPP (3rd Generation Partnership Project) est le fruit d'une collaboration de plusieurs organismes de standardisation ainsi que la plupart des constructeurs ayant pour objectif de définir un ensemble de spécifications techniques pour les systèmes mobiles de 3^{ème} génération. En particulier, le 3GPP demande la définition d'une architecture permettant d'offrir le concept VHE (Virtual Home Environment) ; il a identifié **le modèle OSA** comme **un des outils nécessaires à la mise en place du concept VHE**.

3.5.2.2 Le groupe Parlay

Le groupe Parlay est un **forum ouvert ayant pour objectif de définir les spécifications d'une API (Application Programming Interface) pour le modèle OSA**. Cette interface doit permettre aux différents acteurs, opérateurs, programmeurs et fournisseurs de services, de développer des applications multi-technologies et multi-réseaux : c'est le lien entre les services et les réseaux. L'API permet de supporter les services d'une tierce partie (ASP), en définissant une infrastructure gérant les échanges sécurisés entre clients et serveurs.

3.5.2.3 JAIN (Java APIs for Interoperable Networks)

L'objectif de **JAIN Initiative** est de créer **un ensemble ouvert**, depuis les fournisseurs de services tiers, en passant par les opérateurs et les constructeurs, jusqu'aux fabricants de

terminaux et aux clients finaux. Cet ensemble est défini pour être **distribué depuis n'importe quel protocole et « middleware »** tels que RMI (Remote Method Invocation), CORBA (Common Object Request Broker Architecture) et DCOM (Distributed Common Object Model).

L'architecture JAIN s'appuie sur les développements du langage de programmation JAVA.

Le service de contrôle d'appel de JAIN est basé sur celui défini par le groupe « Parlay ». Ainsi, **la technologie Java et l'architecture JAIN servent d'outils pour les réalisations des éléments du modèle OSA.**

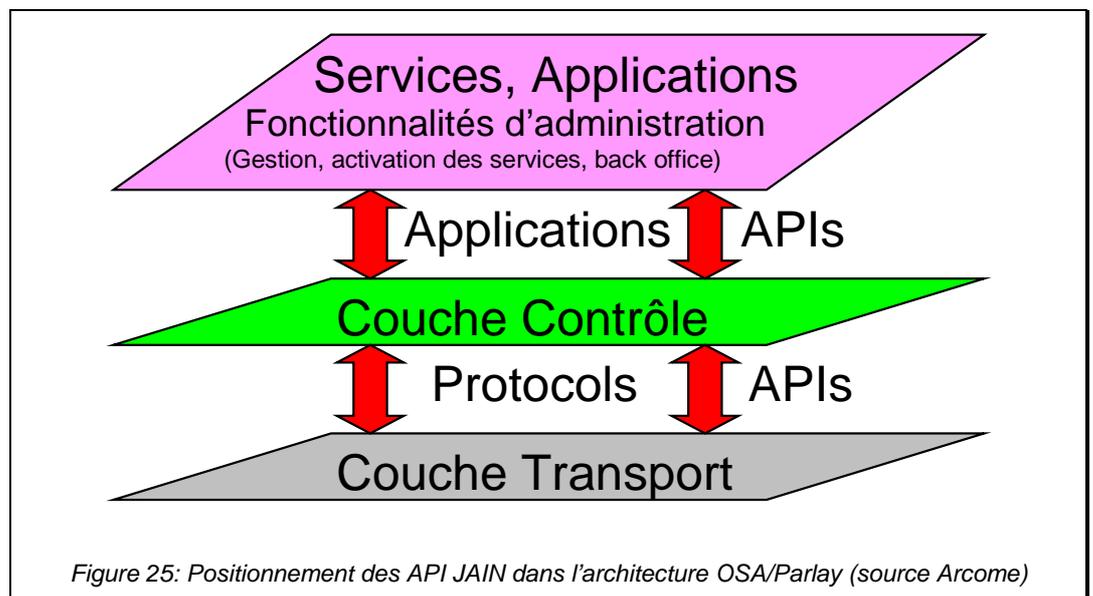
L'architecture JAIN Initiative s'articule autour de deux axes :

- Les spécifications des « **Protocol API** » qui définissent **l'interface avec les protocoles de signalisation des réseaux fixes, mobiles et IP.**

Ce sont les API TCAP, ISUP, MAP, INAP, MGCP, SIP, H.323, MEGACO, ENUM, SDP, ...

- Les spécifications des « **Applications API** » en charge de la définition des API **nécessaires à la création de service**, avec l'aide de Java, pour tous les protocoles couverts par les « Protocol API ».

Ce sont les API permettant de gérer l'interface avec les systèmes de contrôle d'appel mais aussi de développer des services tels que la gestion de la présence et de la disponibilité, la gestion de la fourniture de services, la gestion des utilisateurs ou la création d'environnement utilisateurs.



3.5.2.4 L'architecture du modèle OSA/Parlay

La spécification OSA/Parlay définit une architecture permettant aux applications de services d'utiliser les ressources du réseau telles que le contrôle d'appel, la gestion de conférence, les informations de localisation.

Concrètement, **l'interface standardisée ouverte OSA/Parlay** :

- est le lien des plates-formes de services avec la couche Contrôle pour la signalisation (et avec la couche Transport pour le trafic) et **facilite l'accès au réseau pour les applications de services.**

- offre des outils nécessaires au bon fonctionnement des services, tels que la gestion de la sécurité (authentification, autorisation), des utilisateurs (profil, état) et le contrôle d'appel.

La « passerelle » OSA/Parlay se compose de différentes fonctions :

- Le « Framework », responsable du **contrôle d'accès au service** et de la **gestion des ressources** attribuées à ces services.
- Les « SCS » ou « Service Capability Servers » qui **fournissent l'interface vers les applications**. Chaque SCS est vu par les applications comme un ou plusieurs SCF.
- Les « SCF » ou « Service Capability Features » qui **adaptent les services aux capacités du réseau** accessible par l'API OSA/Parlay.

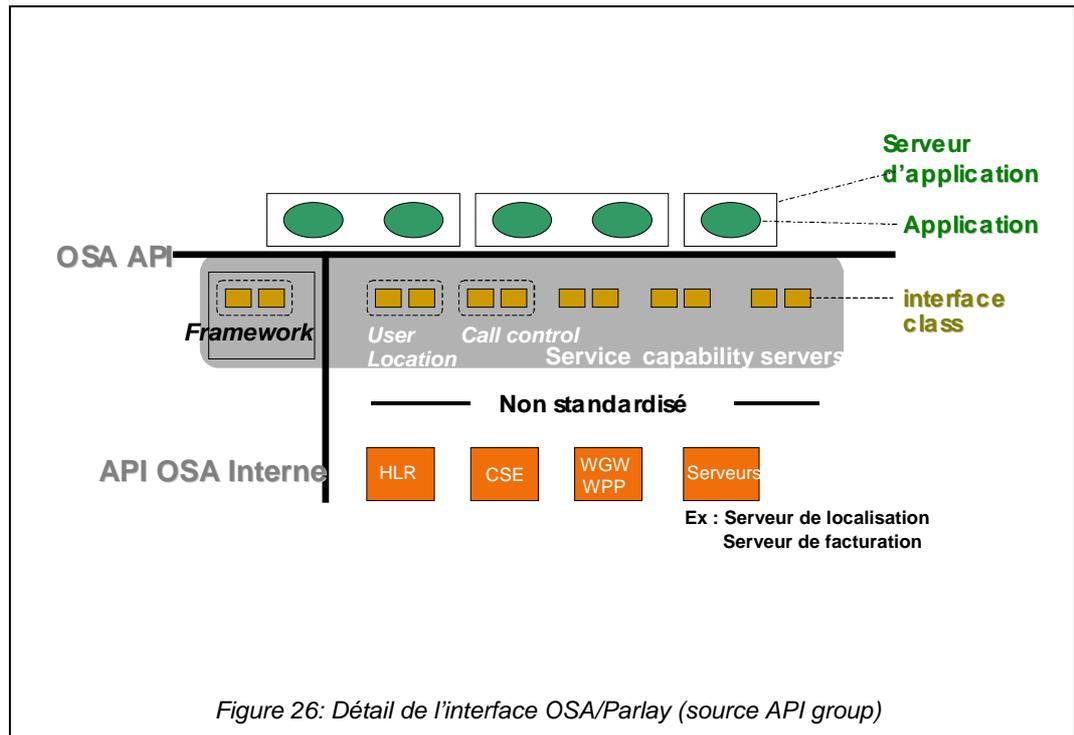


Figure 26: Détail de l'interface OSA/Parlay (source API group)

3.5.2.5 L'interface OSA

Ce chapitre détaille les trois types d'interfaces qui composent l'API OSA :

- Les interfaces entre les applications et le « Framework » qui fournit les fonctionnalités de base (ex : authentification, autorisation) pour accéder aux fonctionnalités des réseaux.
- Les interfaces entre les applications et les SCF, qui sont les outils nécessaires aux utilisateurs pour accéder, via l'interface OSA, aux services délivrés par des tiers.
- Les interfaces entre le « Framework » et les SCF qui offre la possibilité de gérer les environnements d'équipements provenant de constructeurs différents.

3.5.2.5.1 Framework

L'un des SCS de l'interface Parlay/OSA est appelé le « Framework ». Il est indispensable au bon fonctionnement des services car il gère :

- Les fonctions d'**authentification** des applications pour accéder au réseau.
- Les fonctions d'**autorisation** pour les applications à utiliser certains SCF et données clients, et, pour les clients, à utiliser une application (vérification d'inscription).
- Les fonctions de **découverte** des SCF, permettant aux applications d'obtenir des informations sur les SCF accessibles.
- La gestion d'**établissement de services** pour les applications qui doivent accepter « en ligne » le contrat d'offre de services.
- La gestion de l'**intégrité des services** : gestion de la qualité du service rendu.
- La gestion de l'**enregistrement des SCF**.

3.5.2.5.2 SCF

Les SCF sont l'interface entre les services et le réseau et donc les utilisateurs. Les fonctionnalités des SCF sont donc focalisées sur la gestion des utilisateurs et des sessions d'accès aux services. **Les SCF actuellement définies et implémentées sont :**

- L'interaction avec l'utilisateur pour obtenir des informations sur celui-ci, lui transmettre des messages écrits ou vocaux.
- La **localisation** et les caractéristiques de l'utilisateur final
- Le traitement des **caractéristiques du terminal** utilisé
- Le contrôle des **sessions** avec l'utilisateur
- La gestion de l'**accès à la messagerie**
- La gestion de la **qualité de service**
- La gestion des **comptes client**

Les prochaines évolutions concerneront principalement :

- L'évolution du **contrôle d'appel multimédia**
- Le service de **présence**
- La recherche des **capacités réseaux**
- La gestion des **profils des usagers**

services », d'établir une « session » client/serveur : c'est le rôle du protocole de commande d'appel, SIP.

Exemple : les Web Services .NET (de Microsoft), Websphere (d'IBM) et J2EE (de Sun)

La stratégie .NET de Microsoft a pour objectif de créer un architecture orientée vers les « web services ». Cela inclut :

- *Les serveurs sur lesquels repose l'infrastructure.*
- *Les « Web services », architecture permettant l'accès formaté à l'information multimédia et à la création d'applications web.*
- *Les outils permettant la création des « web services » (Visual Studio .NET)*
- *Les briques de « base » : authentification (Passport .NET), gestion du calendrier, de la messagerie unifiée. Par exemple, l'offre .NET Passport décline la notion d'accès en mobilité / depuis n'importe quel réseau aux services et aux contenus Internet. Elle est aussi liée au développement croissant des services de type e-commerce. Elle inclut des services de connexion unique sécurisée, de portefeuille électronique, de contrôle de confidentialité des données transmises.*

IBM propose aussi des solutions « Web services » avec sa gamme Websphere. Le WebSphere Telecom Application Server d'IBM est une plate-forme de création et de développement de services pour les NGN, indépendante des réseaux et des solutions de transport, qui s'appuie sur la technologie Java (API JAIN). Des interfaces de « self-provisioning » de services peuvent être développées via la solution Websphere Studio. La solution s'intègre aux réseaux téléphoniques, ainsi qu'aux autres plates-formes de la suite Websphere d'IBM (Commerce Suite, Voice Server...).

De même, Sun Microsystems propose lui aussi des solutions « Web services » avec J2EE (Java 2 Enterprise Edition). Cette plate-forme permet de développer des applications d'entreprises distribuées et portables dans différents environnements, basées sur des composants standards et modulaires. Elle s'appuie notamment sur les technologies Java, Corba et XML.

Contrairement au modèle OSA, **le modèle Web Services est déjà mis en application par de grands industriels du domaine logiciel** (bien que cette mise en œuvre se limite à l'accès Internet). Cela s'explique par l'architecture-même de ce modèle de services qui sont distribués, donc relativement indépendants du réseau et exécutables de manière transparente avec un niveau d'ouverture faible des réseaux.

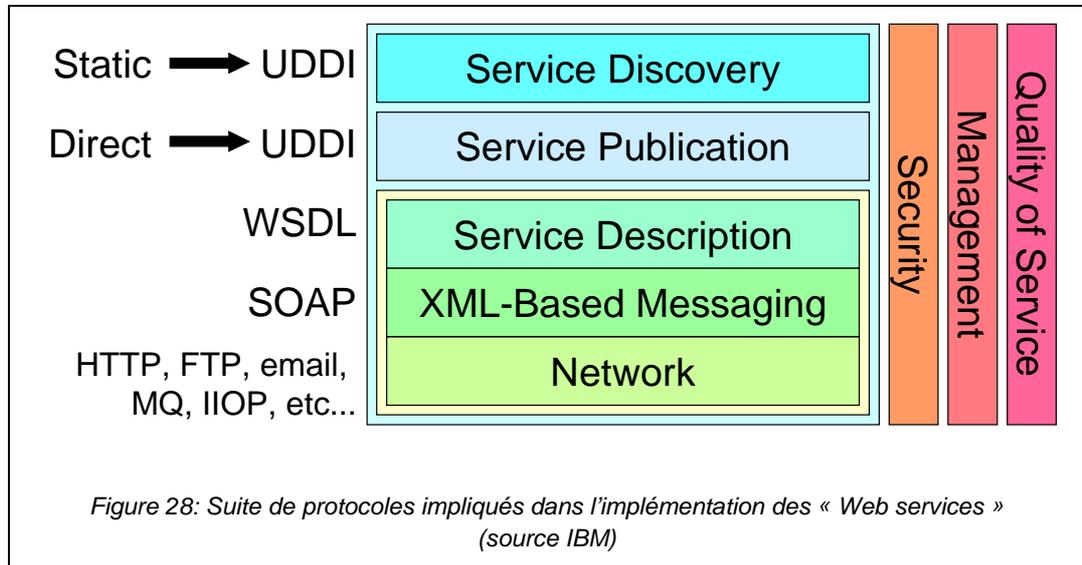
3.5.3.1 Les protocoles utilisés pour les « Web services »

Les « Web Services » reposent sur des protocoles qui forment la couche d'adaptation pour la fourniture des services. Il s'agit de protocoles utilisant le format XML :

- **SOAP** (Simple Object Access Protocol): qui définit la structure du message XML utilisé par les services Web pour dialoguer entre-eux et automatiser ce dialogue.
- **WSDL** qui est un format de description des composants (c'est-à-dire des services eux-mêmes) invocables par le biais de messages XML au format SOAP. Il permet

de reconnaître les schémas XML utilisés et d'établir une connexion entre consommateur et fournisseur.

- **UDDI** qui s'appuie lui-même sur des services Web pour proposer un annuaire mondial d'entreprises. Il fournit ainsi un outil pour communiquer tout type de coordonnées (adresse géographique, numéro de téléphone, fax, adresse de site, etc.)



3.5.3.1.1 SOAP

SOAP est un **protocole pour l'échange d'informations dans un environnement décentralisé et distribué**, comme Internet par exemple. Il a été pris en compte comme note par le W3C. SOAP permet l'invocation de méthodes, de services, de composants et d'objets sur des serveurs distants. SOAP peut normalement fonctionner sur de nombreux protocoles mais il opère particulièrement bien avec le protocole HTTP. **SOAP repose sur l'utilisation combinée de :**

- **XML** pour la structuration des requêtes et des réponses, représentant les paramètres des méthodes, les valeurs de retours et les éventuelles erreurs liées aux traitements.
- **HTTP** comme mécanisme d'invocation de méthodes. Pour ce faire, il repose sur un jeu réduit de paramètres précisés dans les en-têtes HTTP, facilitant le filtrage par les proxy et firewall.

Il est donc basé sur l'utilisation de XML pour structurer la nature d'un échange dont on peut distinguer :

- Une enveloppe, qui propose un « framework » visant à décrire ce qui est présent dans un message (la requête) et la façon dont il doit être traité.
- Un ensemble de règles de codage permettant de décrire les instances des types de données liées à l'application.
- Une convention pour représenter les appels aux procédures distantes réalisant le traitement et les réponses.

De plus, **SOAP est un protocole basé sur du texte**. Basé sur HTTP et étant orienté ASCII, il pose moins de problèmes d'intégration avec les équipements de sécurité.

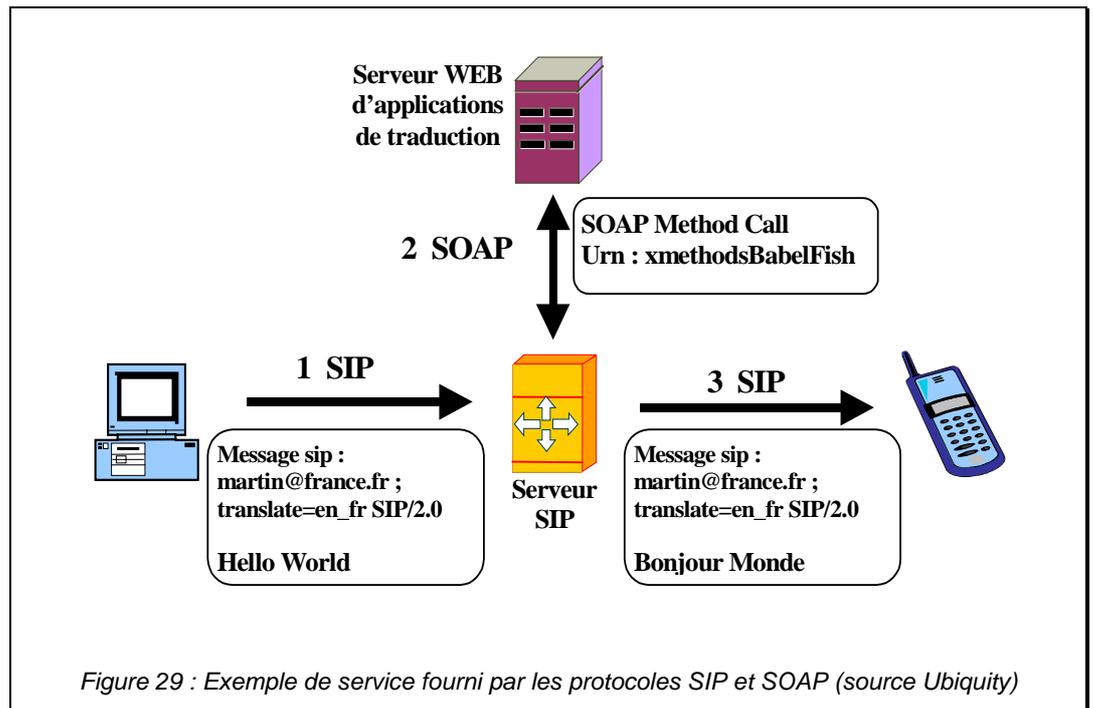


Figure 29 : Exemple de service fourni par les protocoles SIP et SOAP (source Ubiquity)

L'exemple ci-dessus donne une illustration des services possibles en associant le protocole d'établissement de communication SIP à SOAP :

- Un utilisateur envoie un message à Martin. Cependant ce message en anglais « Hello World » doit être traduit pour être compris.
- Pour cela, il suffit d'ajouter au message SIP, un en-tête « translate = en_fr », qui sera alors interprété par le serveur SIP/SOAP. Celui-ci envoie alors une requête SOAP à un serveur Web qui sera capable d'exécuter la méthode « xmethodsBabelFish » pour effectuer la traduction du message.
- Ce serveur Web, retournera un message SOAP contenant le message à émettre au destinataire. Celui-ci recevant le message traduit en français, d'une manière transparente.

3.5.3.1.2 WSDL ou Web Services Description Language

WSDL (Web Services Description Language) est **un format XML de présentation** actuellement soumis au W3C. Un document WSDL définit les services comme un ensemble de ports (points du réseau). Pour cela WSDL utilise plusieurs éléments permettant de définir les services offerts sur le réseau. WSDL permet les descriptions des « ports » de services, **indépendamment du format des messages et des protocoles de réseaux utilisés.**

3.5.3.1.3 UDDI ou Universal Description, Discovery, and Integration

Lancé par IBM, Ariba et Microsoft, le projet UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration) n'est pas vraiment un standard pour les Web Services. En fait, **UDDI s'appuie lui-même sur des services Web pour proposer un annuaire mondial d'entreprises.** Il fournit ainsi un outil applicatif pour communiquer tout type de coordonnées (adresse géographique, numéro de téléphone, fax, adresse de site, etc.), mais également la référence des spécifications permettant de faire dialoguer entre-eux les Web Services ou les places de marché. Les spécifications UDDI sont en cours de finalisation. La version 2 des spécifications devrait être publiée d'ici la fin de l'année.

Bien que ce type d'annuaire puisse gérer notamment des numéros d'appel et adresses diverses, il s'agit d'une fonction d'annuaire de niveau applicatif, et non de niveau réseau. Ce mécanisme n'est donc pas directement lié à des mécanismes d'adressage « réseau » comme l'adressage SIP ou ENUM ou les fonctions DNS.

3.5.4 Comparaison des modèles OSA/Parlay et « Web Services »

Les deux modèles, OSA/Parlay et « Web Services », ont **un même objectif : permettre un accès personnalisé aux services multimédia adaptés au terminal utilisé.** Pour cela, il est nécessaire d'utiliser une couche d'adaptation permettant de gérer l'interface entre les applications fournissant les services et les ressources réseaux : c'est l'interface API OSA/Parlay pour le modèle OSA et une suite de protocole, SOAP, WSDL et UDDI, pour les « Web Services ».

Cependant, ces deux modèles de services NGN diffèrent dans leur architecture :

- Le modèle OSA/Parlay (3GPP, Parlay, JAIN) est orienté vers une architecture basée sur un softswitch, qui, étant le nœud central de la couche contrôle, est le passage obligatoire pour accéder aux services, via l'interface OSA/Parlay.

Le modèle OSA/Parlay semble donc plutôt adapté aux services fortement dépendants de fonctions de la couche Contrôle du réseau (ex. : demande d'information sur la localisation, ou sur les caractéristiques du terminal...).

- Le modèle « Web Services » préconisé par le W3C est, comme son nom l'indique, basé sur des technologies « Web » dont l'architecture est distribuée. L'initiation des sessions est prise en charge par le protocole SIP (Session Initiation Protocol). La couche d'adaptation, nécessaire pour l'accès aux services, est prise en charge par un ensemble de protocole « web », tels que XML, SOAP, WSDL et UDDI.

Le modèle « web services » est, lui, plutôt adapté aux services relativement transparents au réseau (communication « universelle » entre terminal et serveur, ou entre terminaux, ou entre serveurs, une fois la connexion réseau établie entre les deux entités). **Il s'appuie sur des concepts déjà anciens d'informatique distribuée. Son introduction impacte** essentiellement la couche Services et dans une moindre mesure les terminaux, mais **peu le réseau.**

C'est ce qui explique qu'il est déjà mis en œuvre dans le domaine Internet, et pourra aisément être élargi aux autres domaines.

A priori, **ces deux modèles ne sont pas concurrents mais complémentaires.** On peut en effet imaginer des applications mixtes basées sur le modèle « web services » mais faisant appel pour certains services à des requêtes de type OSA/Parlay.

Le modèle OSA sera par ailleurs plus long et difficile à mettre en œuvre du fait de sa forte dépendance du réseau. Il devrait avoir vocation à se développer avec l'essor des réseaux et services UMTS.

3.5.5 Exemples de services offerts

Les NGN offrent les capacités, en termes d'infrastructure, de protocole et de gestion, de créer et de déployer de nouveaux services multimédia sur des réseaux en mode paquet. La grande diversité des services est due aux multiples possibilités offertes par les réseaux NGN en termes de :

- **support multimédia** (données, texte, audio, visuel).
- **mode de communication**, Unicast (communication point à point), Multicast (communication point-multipoint), Broadcast (diffusion).
- **mobilité** (services disponibles partout et tout le temps).
- **portabilité sur les différents terminaux.**

De plus, la notion de **personnalisation** et d'**adaptation** de services aux **utilisateurs** est très présente dans le concept de fourniture de services par les réseaux NGN.

Plusieurs éléments-clés communs ressortent, comme **l'importance des bases de données** (notamment pour la gestion de personnalisation des contenus, des paiements, de la localisation...), **et la généralisation du fonctionnement transactionnel et temps réel.**

Ce chapitre donne un aperçu non exhaustif des services particulièrement pertinents dans le cadre des NGN. Les services sont amenés à évoluer fortement et de nouveaux services non connus à ce jour apparaîtront.

3.5.5.1 La messagerie unifiée

Le service de messagerie unifiée est l'un des services les plus avancés : c'est **le premier exemple de convergence et d'accès à l'information à partir des différents moyens d'accès**. Le principe est de centraliser tous les types de messages, vocaux (téléphoniques), écrits (email, SMS), multimédia sur un serveur ; ce dernier ayant la charge de fournir un accès aux messages adapté au type du terminal de l'utilisateur. Ainsi un email peut être traduit en message vocal par une passerelle « text-to-speech » ou inversement un message vocal sera traduit en mode texte.

3.5.5.2 La messagerie instantanée

Cette application a **déjà un grand succès auprès des internautes** : elle permet de dialoguer en temps réel, à plusieurs, sur un terminal IP (généralement un PC) ayant accès à Internet via une interface texte. Cependant, il est nécessaire d'installer sur son terminal un logiciel propriétaire permettant de se connecter à un fournisseur d'accès ; il n'est alors possible de communiquer qu'avec les utilisateurs souscrivant au même service. L'évolution des réseaux devrait permettre la standardisation de cette application et la communication entre tous (ouverture du service) à partir de n'importe quel terminal. C'est l'évolution du service SMS, par l'apport de l'interactivité et du multimédia (MMS).

3.5.5.3 La diffusion de contenus multimédia

La diffusion de services multimédia est un des services qui commence à émerger et qui **prendra une place de plus en plus importante avec l'évolution de la bande passante à l'accès et la capacité de traitement des terminaux**.

La diffusion de contenu multimédia regroupe deux activités ; l'une focalisée sur **la mise en forme des contenus** multimédia, l'autre centrée sur **l'agrégation** de ces divers contenus **via des portails**.

Les outils technologiques, tels que le **multimédia streaming** (gestion d'un flux multimédia en termes de bande passante, de synchronisation des données) et le protocole **multicast** (diffusion point-multipoint), doivent permettre de fournir un service de diffusion de contenu aux utilisateurs finaux. Cependant il ne sera pas possible de penser à la diffusion de vidéo haute définition sur réseau paquet tant que les réseaux d'accès ne pourront pas fournir des débits de plusieurs dizaines de Mbit/s par utilisateur.

3.5.5.4 La voix sur IP

La voix sur IP est **un service directement lié à l'évolution vers les réseaux NGN**. C'est une application qui est apparue depuis longtemps mais qui **n'a pas encore eu le succès escompté**, et cela pour différentes raisons :

- La jeunesse des protocoles de signalisation (SIP, H.323, Megaco) de voix sur IP et la gestion de la qualité de service qui commence seulement maintenant à être mature ne permettaient pas de déployer de services téléphoniques sur IP.
- Le seul fait de transporter la voix sur IP n'apporte pas de valeur ajoutée pour l'utilisateur final, par rapport au service de voix classique. Les services associés à la voix sur IP n'ont pas encore la maturité nécessaire pour pousser l'évolution vers ces nouveaux réseaux.
- La nécessité d'interconnecter les réseaux IP aux réseaux TDM/SS7 implique des coûts liés aux équipements d'interconnexion (passerelles) et le prix des terminaux (IP phones) annihile l'avantage financier apporté par le transport en IP.
- Le coût des terminaux IP reste encore supérieur à celui des équipements classiques (pas encore d'économies d'échelle suffisantes).

Cependant l'évolution de la technologie et des protocoles et l'apparition de services associés au monde IP devraient permettre l'émergence de la voix sur IP. De plus, l'évolution des terminaux communicants multimédia est un argument supplémentaire à l'évolution des réseaux téléphoniques vers la voix sur IP ; ainsi l'UMTS, dans la release 5, généralise le transport en IP au réseau voix.

3.5.5.5 Les services associés à la géolocalisation

La possibilité de localiser géographiquement les terminaux mobiles a été rapidement perçue comme **une source de revenus supplémentaires**. En effet, la géolocalisation permet de proposer aux utilisateurs finaux **des services très ciblés à haute valeur ajoutée liés au contexte** (ex :horaire, climat) **et au lieu**.

Dans ce contexte, un forum nommé LIF (Location Inter-operability Forum), initié par les constructeurs de réseaux mobiles, a pour but de définir, via les organismes de standardisation et de spécifications, une solution commune de services de géolocalisation.

Actuellement plusieurs solutions techniques existent et sont même en cours d'implémentation dans les réseaux d'opérateurs mobiles. Cependant, si ces solutions offrent la capacité de localiser les terminaux mobiles, il n'existe **pas encore d'interfaces permettant l'exploitation de ces données par les applications de services, ou de réelle volonté des opérateurs d'ouvrir leurs serveurs de localisation à des fournisseurs de services tiers**, afin d'utiliser cette fonction de localisation comme « service capability server » (élément de base servant de support à la réalisation des services).

3.5.5.6 Les services fournis par des tiers ou ASP (Application Service Providers)

Les NGN, par l'évolution et l'ouverture des réseaux, doivent favoriser l'évolution de l'utilisation des services considérés comme « classiques ». Ainsi l'utilisation des logiciels, la messagerie peuvent être gérés par un fournisseur de service à travers le réseau. Ce mode de fourniture de services permet une flexibilité beaucoup plus importante et une réduction de coûts grâce à l'externalisation.

3.5.5.7 L'e-commerce et le m-commerce

L'évolution des terminaux vers des services intelligents et le développement de solution de **paiement sécurisé** devraient favoriser le commerce « en ligne ». Dans cette optique, le **Mobey Forum**, a été créé en 2000 par des banques et des constructeurs de réseaux mobile pour développer les services financiers (télépaiement, gestion de portefeuille boursier) en favorisant l'ouverture des solutions et leur interopérabilité.

3.5.5.8 Le stockage de données

L'augmentation de capacité des réseaux et la gestion des flux permettent de proposer des services de stockage de données, en tant que sauvegarde de données critiques sur des sites protégés, mais aussi en tant qu'accès « local » à un contenu (serveur « proxy » ou « cache »). En effet, les volumes de données évoluant de façon exponentielle, la nécessité d'offrir les services à partir des serveurs « locaux » semble indispensable. Cet aspect **semble notamment indispensable pour les applications de télévision interactive et de video on demand**.

3.5.5.9 L'évolution du rôle des services intelligents (IN) dans les NGN

Plusieurs évolutions des protocoles de services de réseau intelligents sont prévues par les normes afin de prendre en compte les **évolutions vers les services de données**

d'une part, et d'autre part afin d'assurer une meilleure **interopérabilité des services IN entre réseaux**.

Illustration avec le cas des services IN mobiles :

*Les spécifications du groupe **CAMEL** (appartenant à la GSM Association), qui normalisent l'interfonctionnement des services IN entre réseaux mobiles différents comportent plusieurs phases. La phase 2 inclut des évolutions pour prendre en compte la facturation temps réel en fonction des services, et enrichit les critères de déclenchement de services ainsi que les services eux-mêmes. La phase 3 ajoute des fonctions liées à la localisation et à la gestion de la mobilité, à la gestion des données utilisateur, au support des services de transmission de données paquet GPRS et du SMS-MO.*

NB : En UMTS, CAMEL fait partie intégrante du concept de Virtual Home Environment (VHE), au même titre que les technologies Mobile station Execution Environment (MExE) and SIM Application Toolkit (SAT).

Cependant, dans un environnement multi-réseaux qui caractérise les NGN, **il semble que l'IN, qui se voulait un outil permettant une création de services simple et une interopérabilité forte de ces services entre réseaux, n'ait pas fait ses preuves sur ces deux points**. En effet :

- l'environnement de création de services reste spécifique à chaque constructeur, et complexe à appréhender pour un « non-initié », ce qui a limité la portée des développements aux opérateurs, en relation étroite avec leur fournisseur.
- Il existe à ce jour très peu de cas de mise en œuvre d'interfonctionnement de services IN entre réseaux, du fait de sa complexité de mise en œuvre et des protocoles spécifiques sur lesquels l'IN s'appuie (ex. : cas des réseaux mobiles s'appuyant sur le protocole CAP issu des spécifications CAMEL, mais aussi cas des réseaux fixes s'appuyant sur le protocole INAP).

Plusieurs constructeurs ont même identifié l'IN **comme « non pertinent dans le cadre des NGN »**, arguant que leur utilisation dans le cadre des NGN se limitera progressivement à leur consultation comme « bases de données ». **Dans le modèle NGN OSA, les plates-formes IN ne sont d'ailleurs pas identifiées comme des plates-formes de services à part entière, mais comme des « service capability servers »** (serveurs « réseau » sur lesquels les plates-formes de services s'appuient pour l'exécution des services).

3.5.6 Les outils nécessaires à la fourniture de ces services

Les différents services évoqués ci-dessus offrent la capacité de communiquer et d'accéder à des contenus multimédia. Cependant, pour offrir ces services, il est nécessaire de présenter :

- Au client, des garanties (confidentialité, sécurité),
- Aux fournisseurs de services, des outils permettant la gestion des services (facturation, authentification, gestion des paiements).

Pour les clients, la confidentialité et la sécurité, sont gérés par des mécanismes de cryptage au niveau du réseau de transport IP (IPsec), ou par des protocoles applicatifs (SSL, TLS).

Pour les fournisseurs des services, les outils des gestion des services sont fournis par les modèles « OSA/Parlay » et « Web services ».

3.5.7 Les langages et protocoles convergents de développement de services et contenus

Les deux modèles de fournitures de services « OSA/Parlay » et « Web services », s'appuient sur des outils leur permettant d'offrir ces interfaces pour standardiser et adapter la fourniture des services. Ce sont **des langages tels que JAVA** (OSA/Parlay, Web services), **XML** (Web services) **et des protocoles tels que CORBA** (OSA/Parlay) sur lesquels reposent les différents éléments des interfaces.

Ces trois types de langages sont déjà largement utilisés dans le domaine de l'informatique industrielle et d'Internet, et leur extension au domaine télécoms (mobile en particulier) est en cours.

3.5.7.1 JAVA

Il s'agit d'un langage créé en 1991 par Sun Microsystem dans le but initial de développer des logiciels embarqués pour contrôler des appareils électroniques et leur permettre de communiquer entre eux. Ce langage devait permettre de créer des applications sûres et exécutables sous diverses plates-formes (Windows, Macintosh, ...) sans modification des applications. **Depuis 1995, JAVA a connu un très grand succès et est intégré dans la plupart des navigateurs et sur la plupart des plates-formes.**

JAVA est un langage de programmation orienté objet. Dérivé du C++, JAVA peut s'exécuter sous n'importe quelle plate-forme, pour autant que celle-ci intègre **un interpréteur JAVA** (programme ou logiciel comprenant le langage ; le navigateur Web peut en être un).

JAVA est utilisé pour la création des API JAIN de l'architecture OSA mais aussi pour les « Web Services ». Il s'agit donc d'un point de convergence entre ces deux modèles de services.

JAVA est un langage à la fois compilé et interprété. La compilation du JAVA produit un fichier en langage intermédiaire entre le binaire et le code saisi. Ce fichier sera en suite interprété par une "machine virtuelle", fonctionnant, elle, dans un environnement particulier. On appelle donc communément de telles machines virtuelles "interpréteur JAVA".

Le langage JAVA permet de produire 2 types de programmes :

- **Les Applications** qui s'exécutent directement dans l'environnement graphique de l'ordinateur où il est lancé.
- **Les Applets** qui sont des applications fonctionnant sur les navigateurs. Ils sont introduits dans une page HTML et **exécutés à distance sur le terminal, via un navigateur Web.**

3.5.7.2 XML ou eXtensible Markup Language

XML est **un ensemble de règles pour la conception de formats texte permettant de structurer des données.** Il a été développé par le XML Working Group sous la tutelle du World Wide Web Consortium (W3C) dès 1996. Depuis 1998, les spécifications XML1.0 sont reconnues comme recommandation par le W3C.

Alors que HTML est un langage à part entière, **XML peut être considéré comme un méta-langage** permettant de définir d'autres langages. Comme HTML, XML utilise les balises seulement pour délimiter les éléments de données et laisse l'entière interprétation des données à l'application qui les lit. En d'autres termes, un "<p>" dans un fichier XML, peut être un prix, un paramètre, une personne...

L'intérêt de XML réside dans sa capacité à pouvoir décrire n'importe quel domaine de données grâce à son extensibilité. Il va permettre de structurer, poser le vocabulaire et la syntaxe des données qu'il va contenir.

XML se caractérise par les points suivants :

- Lisibilité : on ne doit pas avoir besoin de connaître le métier pour appréhender le contenu d'un document XML
- Extensibilité
- Une structure arborescente : cette structure de base permet de modéliser des contenus hiérarchisés (par exemple afin d'afficher plus ou moins de contenus en fonction des capacités du terminal utilisé)
- Universel et portable : les différents jeux de caractères sont pris en compte
- Déployable : il peut être facilement distribué par n'importe quel protocole à même de transporter du texte, comme HTTP
- Un des domaines les plus prometteurs de XML est l'échange de données ou documents entre sites distants ou applications différentes, en utilisant XML comme un format pivot garant des données échangées malgré la possible hétérogénéité des bases de données ou logiciels mis en jeux.

De fait XML est le format standard utilisé par les protocoles implémentés dans les « Web Services ».

3.5.7.3 CORBA ou Common Object Request Broker Architecture

La norme CORBA ou *Common Object Request Broker Architecture* est née dans les années 1990 du **besoin de faire communiquer ensemble des applications en environnement hétérogène** (plusieurs systèmes et plusieurs langages). C'est la solution apportée par l'**OMG** (Object Management Group) au besoin d'interopérabilité face à la prolifération des machines et des logiciels disponibles sur le marché.

- CORBA 1.1 définit l'**IDL** (Interface Definition Language) et les **API** (Application Programming Interface) qui permettent l'interaction des objets client-serveur, à l'aide de l'**ORB** (Object Request Broker).
- CORBA 2.0 finalisée en 1995, définit un plus dans l'interopérabilité en spécifiant comment des ORB différentes peuvent collaborer.

CORBA représente les spécifications de l'**ORB (Object Request Broker)**, qui **est l'entité principale par laquelle toutes les commandes vont transiter, ou vont être adressées**. L'ORB est un *middleware*, qui établit la relation client-serveur entre des objets. En utilisant un ORB, un client peut de façon transparente invoquer une méthode sur un objet serveur, qui peut être sur la même machine ou, au travers d'un réseau, sur une machine distante. L'ORB est responsable de trouver l'objet qui implémente cette requête, de lui passer les paramètres, puis d'invoquer la méthode, et enfin de retourner le résultat. En faisant cela, **l'ORB fournit l'interopérabilité entre des applications situées sur différentes machines dans un environnement distribué hétérogène, et interconnecte des systèmes d'objets multiples**. L'ORB fournit la flexibilité, il permet au programmeur de choisir le système d'exploitation, l'environnement d'exécution, et même le langage de programmation à utiliser pour chaque composant d'un système en construction.

CORBA est la brique de base sur lequel est implémentée l'interface OSA/Parlay.

3.5.8 Conclusion

L'évolution des réseaux, aussi bien au niveau de la couche Transport que de la couche Contrôle, permet le développement de nouveaux services. Les réseaux d'accès haut débit, la gestion de la mobilité, la géolocalisation sont autant d'outils disponibles pour la création de services multimédia encore plus interactifs et adaptables aux besoins des utilisateurs.

La convergence et la flexibilité des couches de Transport et de Contrôle se retrouvent inévitablement au niveau des services fournis par les NGN. Cela se traduit au niveau de la couche service par la **personnalisation** et l'**adaptabilité** des services proposés en fonction des profils clients et des terminaux utilisés.

Pour fournir ces services modulables, il est nécessaire, face à la multiplication des réseaux d'accès et des terminaux communicants, de définir **une nouvelle architecture d'accès aux services. Deux modèles émergent** : une architecture « OSA/Parlay » centrée sur le « Softswitch », et un modèle orienté « Web Services » distribué. Ces modèles sont basés sur des protocoles et des interfaces ouvertes et standardisées facilitant l'émergence des fournisseurs tiers de services, mais aussi l'interopérabilité entre les solutions.

Cependant, ces deux modèles sont issus d'**approches très différentes** :

- **Le modèle OSA/Parlay**, basé sur l'interface de services normalisée du modèle OSA/Parlay préconisé par le 3GPP, **a fédéré un grand nombre de constructeurs télécoms et d'opérateurs historiques**. En effet, l'architecture, centrée sur le Softswitch permet l'évolution des réseaux télécoms actuels.
- **Le modèle** préconisé par le W3C, les « **Web services** », **est, pour sa part, avancé et déjà mis en œuvre par les acteurs venant du monde Internet et informatique**. Cette approche est basée sur les technologies et des protocoles (XML, SOAP) issus du monde Internet avec une architecture distribuée. Il est à noter que le protocole de contrôle d'appel utilisé dans cette architecture est le protocole **SIP**.

La relative jeunesse de ces modèles ne permet pas de se prononcer formellement sur le succès de l'un ou/et l'autre des modèles. Il ressort cependant :

- que **l'approche OSA/Parlay est incontournable pour les acteurs télécoms** établis évoluant vers les NGN. Mais le succès du modèle OSA se confirmera (ou s'infirmiera) vraiment avec l'essor des réseaux et services UMTS.
- que **l'approche des « Web services » est moins complexe à implémenter et donc plus accessible à des fournisseurs de services tiers** que l'interface OSA/Parlay. La preuve en est l'existence à ce jour des premiers services issus de ce modèle.
- que **les deux approches sont complémentaires**, un services pouvant tout à fait être mixte (service « Web services » ayant recours à des requêtes OSA au cours de son exécution).
- qu'elles ont **au moins un point de convergence : l'utilisation du langage de programmation JAVA.**
- Que ces nouveaux modèles de services recèlent des **opportunités fortes de nouveaux acteurs, que l'on ressent déjà dans le cadre des « web services »** avec l'émergence d'acteurs issus de l'édition de logiciels en qualité de « fournisseurs de services NGN ». Ces acteurs ont la particularité de se positionner sur une offre internationale, et d'être encore relativement inconnus des régulateurs dans le domaine des réseaux et services de communications électroniques.

Le **succès** de ces nouvelles architectures de services NGN **est lié à la volonté des acteurs de coopérer pour développer des standards** qui permettront de produire des outils et des équipements réellement interopérables.

Mais n'oublions pas que **l'objectif d'une telle architecture aussi l'ouverture des plates-formes et des interfaces à des nouveaux acteurs.** C'est, au vu de nombreux exemples, l'unique solution pour avoir un marché dynamique, ouvert et viable.

La question est de **savoir si les acteurs établis désirent réellement ouvrir leurs infrastructures à des acteurs tiers**, qui seraient dans le même temps des concurrents potentiels.

3.6 La mutation des terminaux

L'évolution des terminaux fixes ou mobiles n'est pas neutre dans le contexte des NGN. En effet, les réseaux et services de nouvelle génération ne pourront prendre forme qu'à travers la disponibilité et l'adoption effective de nouvelles familles de terminaux capables de les supporter et de les rendre attractifs.

Les terminaux doivent donc nécessairement :

- **En premier lieu, s'adapter au support des nouveaux services** spécifiés par les opérateurs et fournisseurs de services (point non spécifique aux NGN). L'évolution des services est donc en première approche le déclencheur de l'évolution des terminaux. Ce point est celui qui génère les évolutions les plus visibles pour l'utilisateur et les plus diverses. En retour, les plates-formes de services devront ensuite être en mesure de gérer cette diversité des terminaux et assurer la compatibilité / l'adaptation des services au terminal.
- **Dans un second plan** (ce point est en effet indispensable au fonctionnement même des communications de base, mais transparent pour l'utilisateur), **intégrer les évolutions des protocoles de contrôle d'appel** des cœurs de réseaux NGN

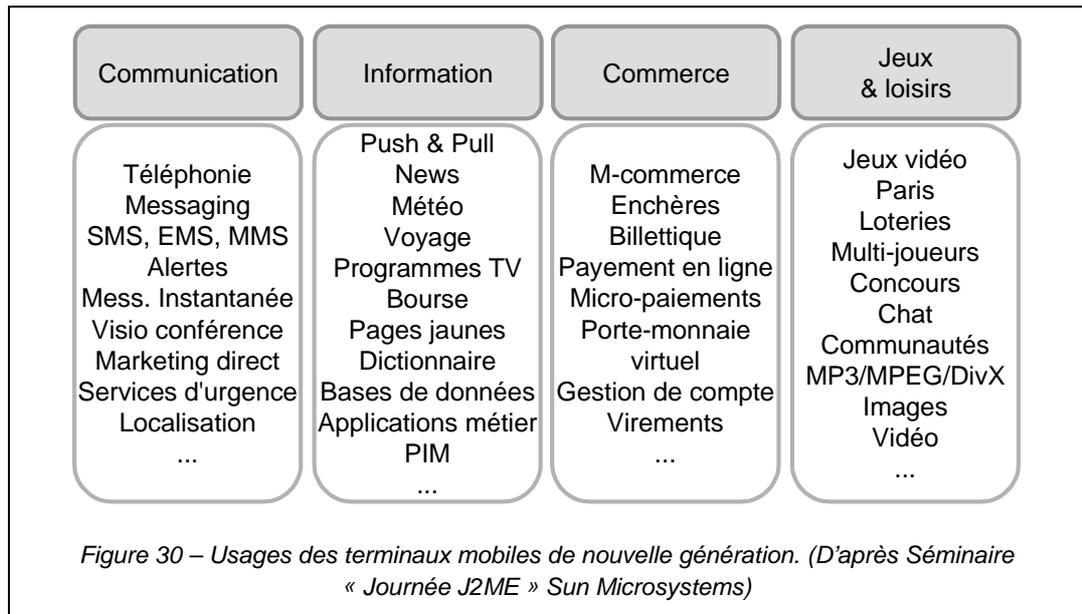
Ainsi, d'une manière générale, les terminaux seront amenés à évoluer vers :

- Le **support de services multimédia** (capacités d'affichage et de stockage des données accrues, intégration de logiciels applicatifs élaborés mais peu gourmands en ressources locales, périphériques spécifiques...).
- Le **déport d'une partie de l'intelligence de service** et de l'exécution des services dans le terminal, ce qui permet une architecture de services distribuée et plus efficace, en limitant les échanges de flux avec le réseau.
- La gestion de **fonctions nouvelles** telles que le nomadisme ou la géolocalisation pour les terminaux mobiles.
- L'utilisation des **nouveaux protocoles de contrôle d'appel** employés dans le réseau pour **dialoguer de bout en bout** avec les plates-formes de services et avec les autres terminaux. A terme une part importante des terminaux seront vraisemblablement nativement **IP multimédia**.

Alors que la visibilité est relativement bonne sur les évolutions des terminaux mobiles, elle l'est beaucoup moins concernant les terminaux fixes. Notons cependant une tendance commune : une spécialisation de plus en plus grande des terminaux par usage.

3.6.1 Les terminaux mobiles de nouvelle génération

Le terminal UMTS (ou « média-phone »), et dans une moindre mesure le terminal GPRS, est l'illustration du terminal qui évolue pour offrir des **services nouveaux**. Si le terminal GSM assurait principalement la fonction de communication, le terminal UMTS y rajoutera les fonctions d'information (en push ou en pull), les fonctions commerciales et les fonctions ludiques.



Au vu des concept phones et prototypes UMTS présentés par les constructeurs, et des terminaux mobiles de nouvelle génération déjà disponibles au Japon (pays précurseur dans ce domaine), il semble acquis aujourd'hui que, pour garantir son succès, tant sur le marché grand public que sur le marché professionnel, le terminal mobile de nouvelle génération devra se distinguer du terminal GSM actuel par des **possibilités matérielles et logicielles accrues** : écran plus larges avec un affichage couleur haute définition, ergonomie plus grande, capacités mémoire embarquée, périphériques divers (caméra ou photographie numérique, lecteurs de codes barres, module GPS, ...), etc...

Afin de garantir un démarrage rapide des services UMTS et d'assurer la transition du GSM vers l'UMTS, la norme UMTS prévoit que les terminaux seront **multi-modes** GSM/GPRS + UMTS, et utilisent des mécanismes de repli. Ces terminaux hybrides permettraient de démarrer les services UMTS et renouveler le parc de mobiles progressivement sans créer de rupture : continuer à utiliser les infrastructures GSM/GPRS, dans les zones géographiques où la couverture et les services UMTS ne sont pas disponibles, sans freiner l'équipement en terminaux UMTS. La norme prévoit 4 classes de terminaux pouvant fonctionner simultanément ou en alternance sur ces deux types de réseau, avec un basculement automatique ou manuel. Le repli effectif sur un réseau offrant notamment des conditions de débit (voire de qualité de service) inférieures est négocié entre le réseau et l'application utilisant la connexion. Dans la mesure du possible, la continuité de service lors du passage d'un réseau à l'autre est garantie par le biais de mécanismes dits de « soft handover ».

Concernant plus généralement la problématique des terminaux multi-modes compatibles avec des réseaux d'accès multiples et de nature différente, on se réfèrera au chapitre 3.7 « Problématiques transverses associées aux NGN » et notamment à l'exemple donné des **terminaux radio logiciels** de quatrième génération.

Les annonces des différents constructeurs dans la presse laissent à penser que les premiers équipements GPRS (puis UMTS) pourront comporter les **éléments** suivants :

- Une fonction terminal vocal comparable aux terminaux GSM actuels.
- Une fonction PDA multi-browser, incluant un écran de taille confortable – plus de 20 000 pixels, qui pourra être intégrée au terminal mobile (PDA communicant), ou être distincte du terminal mobile (éventuellement relié à ce dernier via la technologie Bluetooth).
- Des fonctions graphiques permettant de visionner des images fixes ou de la vidéo basse définition (MPEG) couplé à un écran couleur.

- Des applications PIM (Personal Information Manager) : e-mail, agenda personnel et collaboratif, annuaires...
- Des modules logiciels d'écriture prédictive (ex. : T9), de reconnaissance de l'écriture et éventuellement de reconnaissance et de synthèse vocale.

Les smartphones

Les smartphones sont des terminaux mobiles voix qui intègrent des fonctionnalités de PDA. Dans le concept smartphone, l'outil de communication « voix » tend vers l'outil de traitement de l'information. Les smartphones ont l'avantage d'être bien plus compacts que les PDA traditionnels et les PDA communicants mais présentent des fonctionnalités moins riches (pas de possibilité d'ajouts logiciels). Ils embarquent (généralement dans la mémoire ROM du portable ou dans une mémoire Flash) un navigateur Internet.

Les principaux constructeurs de terminaux mobiles ont élargi leurs gammes aux smartphones : Ericsson (R380), Nokia (9210), Motorola (Accompli 008), Alcatel (One Touch POCKET)... De nouveaux acteurs pourraient également entrer sur le marché des smartphones : à l'occasion du 3GSM World Congress 2002, l'annonce d'un accord entre Microsoft et Intel pour la création de terminaux smartphones a été faite. (Source : Wall Street Journal)

Les PDA communicants

Par opposition aux smartphones, les PDA communicants sont des PDA qui ont évolué vers les fonctions de communication. Les premiers appareils sur le marché proposent la navigation sur l'Internet (en mode dégradé). L'assistant personnel intègre alors un module de téléphonie mobile ou est relié à un téléphone portable par un câble, une liaison infra-rouge ou une liaison Bluetooth. Les PDA communicants ont l'avantage de posséder des systèmes d'exploitation connus (Palm OS, Windows CE, ...) pour lesquels une gamme significative d'applications ont été développés. De plus, les capacités mémoire (configuration de base et capacité d'extension) sont généralement plus importantes que celles des smartphones.

Exemples de nouvelle génération de PDA communicant :

- *Handspring propose un module amovible appelé VisorPhone qui permet d'enrichir un PDA de la gamme Visor d'une fonction de téléphone mobile bi-bande GSM et plus récemment GPRS. Ce module permet à l'utilisateur d'accéder à Internet en mobilité (D'après : Handspring).*
- *Syncsys proposera au début de l'été 2002 un PDA baptisé Vovid de type PocketPC, intégrant en standard une carte pour réseau sans fil WLAN (802.11b) et permettant de téléphoner sur IP grâce à un micro et un haut-parleur intégrés. En connectant une caméra sur l'un des ports d'extension, il sera possible d'ajouter l'image au son, voire d'établir une vidéoconférence. En plus des applications habituelles livrées avec ce genre de matériels, Syncsys ajoute un lecteur de fichier MPEG-4 et une machine virtuelle Java. En option, Syncsys propose une station d'accueil qui incorpore un combiné téléphonique, et un clavier. (D'après : Décision Micro & Réseaux, 4/03/02).*

Les nouveaux terminaux annoncés se caractérisent par **l'ajout de périphériques multimédia**, intégrés ou amovibles : microphone mains-libres sans fil, caméra ou appareil numérique, lecteur de fichiers son MP3 (fonction « walkman »), claviers pour jeux interactifs, etc... Enfin, certains terminaux pourraient être dotés de fonctionnalités annexes telles le porte-monnaie électronique ou des applications de CRM.

Afin de s'adapter à la gestion de contenus multimédia, les terminaux évolueront aussi pour **intégrer des logiciels** divers (logiciels de lecture de flux en audio ou video streaming, logiciels de traitement d'images ou de sons, navigateurs web ou WAP...) **et des capacités mémoire plus importantes** afin de stocker ces programmes ainsi que les

données téléchargées par les utilisateurs. Ces capacités mémoire pourront être intégrées ou extractibles (ex. : cartes d'extension mémoire).

Dans le but de proposer des services plus élaborés, un certain nombre de terminaux embarquent des **plates logicielles** dérivées de la micro-informatique ou de l'Internet à l'instar de Java. Ces plates-formes permettent l'exécution en local de certaines tâches (tâches récurrentes, animations graphiques, ...) et peuvent aider à limiter les échanges de données.

Plusieurs technologies permettant le déport d'une partie de l'intelligence de service et de **l'exécution des services dans le terminal** pourront être intégrées à bord des terminaux UMTS. Parmi elles, on pourra citer des technologies qui avaient été développées pour le GSM et qui trouvent leur place dans le terminal UMTS comme MExE et SIMToolKit (Cf. paragraphes 3.6.2.1 et 3.6.2.3 ci-dessous) ou encore le concept VHE (Cf. paragraphe 3.5.1).

Toutes ces évolutions rapprochent les terminaux mobiles du monde informatique. La complexité des nouveaux éléments matériels et **logiciels** à gérer au sein d'un terminal a amené les constructeurs à y implémenter un réel **système d'exploitation**.

Actuellement, il existe un certain nombre de **systèmes d'exploitation** propriétaires, mais certains standards commencent à s'imposer, ce qui facilitera la compatibilité des logiciels et le développement d'applications compatibles avec des terminaux multiples. On citera :

- **Symbian.** Symbian est un consortium créé en Juin 1998 qui regroupe Ericsson, Nokia, Matsushita (Panasonic), Motorola, Psion, et plus récemment Fujitsu. Son système d'exploitation pour téléphones mobiles, smartphones et PDA, est utilisé par ses actionnaires mais aussi licencié à d'autres constructeurs. Le premier mobile utilisant l'O.S. Symbian, le Nokia Communicator 9210, a été commercialisé au premier semestre 2001.
- **Windows CE 3.0 (PocketPC),** le système d'exploitation de Microsoft pour les PDA, qui est maintenant intégré par certains constructeurs dans leurs PDA communicants. Début 2002, Microsoft a annoncé la sortie de Windows CE.Net, successeur de Windows CE 3.0. Cette nouvelle version intégrera dès l'origine le support des périphériques sans fil tels que l'IEEE 802.11x et Bluetooth.
- **Smartphone 2002,** le tout nouveau système d'exploitation de Microsoft, un dérivé du système d'exploitation Windows CE 3.0 de Microsoft pour les PDA. Il s'agit d'une version allégée adaptée aux mobiles.

La **variété des systèmes d'exploitation et des logiciels**, qui deviennent maintenant **indispensables** à l'exécution des services multimédia, amène plusieurs remarques sur les **risques liés à l'interpénétration** de plus en plus étroite et complexe **entre terminal, réseau et services, et donc entre utilisateur, opérateur et fournisseur de services** :

- le **risque technique de non-interopérabilité des services délivrés par les plates-formes de services à certains terminaux**. D'où la nécessité pour l'opérateur et/ou le fournisseur de services de pouvoir connaître la nature du terminal utilisé par son client, afin d'être en mesure d'adapter les caractéristiques du services aux capacités du terminal. Cependant, dans le cas d'une évolution du marché des terminaux vers une trop grande diversité d'environnement, cet objectif pourrait s'avérer difficilement réalisable.
- Le **risque économique de création de nouvelles positions dominantes**, en particulier dans le domaine des systèmes d'exploitation, ce qui pourrait induire des restrictions dans la richesse des offres logicielles (et donc des services) compatibles pour un type de terminal donné.
- Le **risque économique d'interpénétration ou de conflit entre les intérêts des opérateurs** (qui choisissent traditionnellement les terminaux acceptés / validés sur leur réseau, en fonction essentiellement de ses caractéristiques d'interface avec le réseau) **et des fournisseurs de services** (qui sont plus liées aux composants logiciels du terminal). La conséquence en serait la **restriction de périmètre d'application des services offerts par un fournisseur de services** donné sur un réseau donné.
- Le risque économique d'une **restriction des possibilités de choix du terminal par les utilisateurs** en fonction de son choix d'opérateur et de fournisseur(s) de services.

Le terminal mobile de nouvelle génération est appelé à être doué de fonctions diverses et multiples. Il est de ce fait possible que le terminal mobile « généraliste » soit remplacé par **une grande variété de terminaux spécialisés** : une corrélation forte serait faite entre le besoin, les services offerts et le design des terminaux. Certains périphériques et fonctions (agenda, reconnaissance graphique, ...) seraient réservés à des terminaux de type « professionnel » alors que d'autres (video streaming, game-pad, ...) seraient réservés à un usage plus ludique.

La contrepartie à ces sophistications et à l'extension future de l'utilisation d'une connexion de transmission de données permanente sera vraisemblablement :

- **un prix plus important** des terminaux mobiles de nouvelle génération par rapport aux terminaux GSM actuels, du fait de la complexité grandissante des composants, des besoins en capacité de stockage mémoire, de l'intégration de composants logiciels, de l'ajout d'écrans haute performance et de périphériques multimédia, etc.... A titre indicatif, les terminaux GPRS d'entrée de gamme se situent autour de 400 € (soit environ 2 500 F) et un PDA communicant GPRS a aujourd'hui un prix approximatif de 1 000 € (soit environ 6 500 F) hors périphériques multimédia. Un autre élément d'augmentation du prix sera la nécessité des terminaux multimodes (Cf. paragraphe 3.7.2.1). Cet aspect financier jouera un rôle essentiel pour le renouvellement des terminaux.
- **et une baisse d'autonomie** des terminaux, ou la nécessité d'un progrès technologique significatif dans les batteries.

Evolutions des batteries

Les appareils nomades du futur seront deux à trois fois plus gourmands en énergie que les appareils actuels. Les défis à relever sont donc la miniaturisation, l'optimisation des rendements énergétiques et du stockage, la gestion des fortes variations de puissances en arrêt/veille/fonctionnement, et la réduction des coûts de fabrication. Pour cela, ils utiliseront des micro-piles à combustibles (PAC). Le principe de ces piles est l'électrolyse de l'hydrogène (fourni par une recharge) et de l'oxygène provenant de l'air ambiant, produisant ainsi de l'eau. Le CEA vient, à cet égard, de démarrer deux projets, l'un français et l'autre européen, en association avec France Telecom, le CNRS et des industriels français et belges. Des industriels comme Toshiba présentent dès aujourd'hui des prototypes, et les premiers produits commerciaux sont attendus entre 2003 et 2005. Cependant, les batteries rechargeables au lithium ont encore de beaux jours devant elles, et peuvent s'avérer complémentaires des PAC (D'après : L'Usine Nouvelle, 14/03/02).

Dans l'optique de la migration vers les réseaux et services mobiles 3G, les évolutions des terminaux soulèvent les problématiques suivantes :

- **l'importance clé de la disponibilité commerciale des terminaux multimodes 2G/3G** pour le succès des services 3G, que ce soit en phase de lancement mais aussi – de manière encore plus complexe - lorsque les terminaux 3G deviendront IP multimédia (les terminaux 2G restant inchangés). Sur ce point, même si les opérateurs peuvent jouer un rôle moteur, ils sont dépendants des constructeurs.
- **La mise en œuvre du renouvellement du parc** de terminaux, nécessaire au décollage des nouveaux services. La demande des utilisateurs suivra-t-elle l'offre de services et terminaux ? Quelle stratégie les opérateurs mobiles vont-ils adopter ? La subventions des terminaux reviendra-t-elle d'actualité ?...
- pour l'opérateur comme pour l'utilisateur, **une plus grande complexité de gestion** de ces nouveaux terminaux (O.S., logiciels, mémoire, services téléchargés...), qui **compliquera les processus** de spécification, d'assemblage et d'approvisionnement des terminaux, mais aussi les méthodes, savoir-faire et outils de vente puis de relation client.
- pour les opérateurs, **l'indispensable mise en œuvre de mécanismes permettant aux plates-formes de services d'avoir connaissance de la nature** (terminal traditionnel ou IP multimédia) **et des capacités du terminal** et de la carte SIM, afin d'adapter le contenu et l'ergonomie du service invoqué aux capacités effectives du terminal. Pour cela, des **adaptations des plates-formes de services et/ou du système d'information** de l'opérateur mobile sont donc nécessaires.
- pour les opérateurs, **une nouvelle conception distribuée des services, qui se répartit en fait entre les plates-formes de services elles-mêmes, et le terminal**, capable d'exécuter localement certains services. Cette approche devra être intégrée dans la spécification, le développement et la maintenance des services.

Au-delà de l'évolution des terminaux mobiles de nouvelle génération, les **problématiques indirectes** soulevées par leur introduction sont :

- la **disponibilité commerciale** et le **renouvellement** effectif du parc de terminaux mobiles,
- ainsi que la prise en compte d'une **complexité de gestion croissante** de cette diversité des terminaux, sur le plan technique (**nouvelle conception des services** : architecture distribuée, adaptation aux capacités du terminal) et opérationnel (ex. : **assistance à l'utilisateur**).

3.6.2 Technologies embarquées dans les terminaux mobiles

Les terminaux mobiles de nouvelle génération mettront en jeu un ensemble considérable de technologies nouvelles qu'il n'est pas possible de présenter de manière exhaustive ici. Nous développons donc quelques exemples significatifs : MexE, JavaPhone, SIMToolkit, géolocalisation et évolution vers des terminaux nativement IP multimédia.

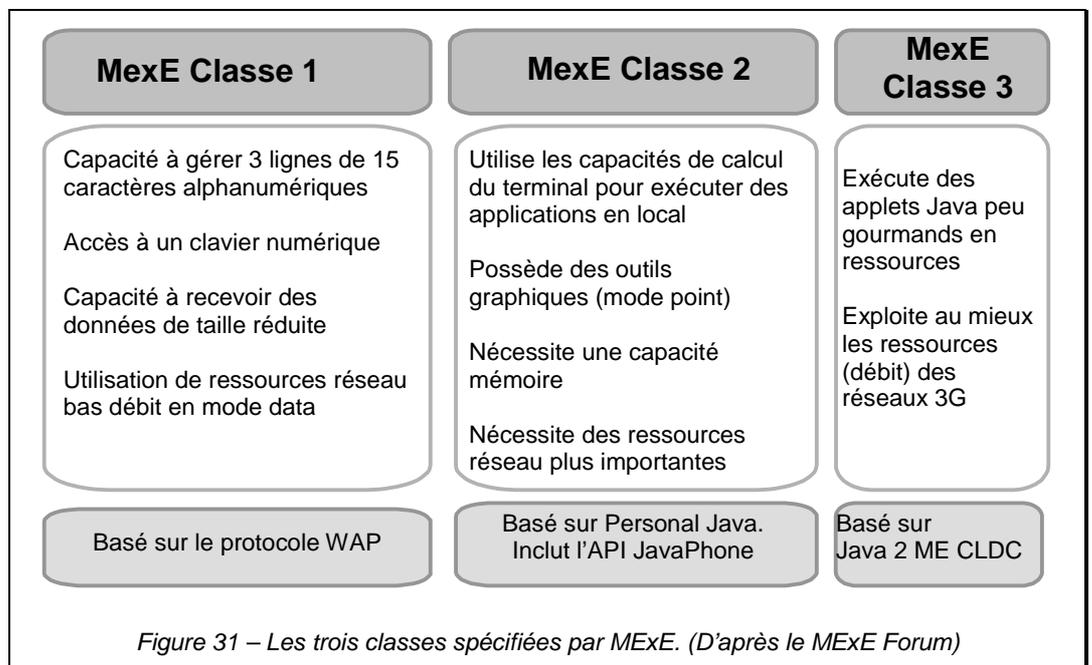
3.6.2.1 MExE

MExE (Mobile station application EXecution Environment) est une spécification technique émanant du 3GPP qui a pour but de décrire un environnement applicatif standardisé pour les terminaux mobiles de 3^{ème} génération. MExE inclut un ensemble de technologies dont Java et le protocole WAP, et spécifie un cadre gérant les aspects suivants :

- Gestion de profils utilisateurs multiples.
- Adaptation du contenu au terminal et processus de négociation entre le réseau et le terminal.
- Bureau virtuel / Portail.
- Journal des échanges avec le réseau.
- Contrôle d'accès aux applications disponibles sur le réseau.

La mise en œuvre de la technologie MexE est indispensable pour gérer le concept de VHE, ou mobilité étendue (réseau, terminal, utilisateur), un concept clé des réseaux et services mobiles de 3^{ème} génération qui peut être généralisé aux NGN.

MExE a hérité de Java la notion de classes et trois d'entre-elles ont été définies :



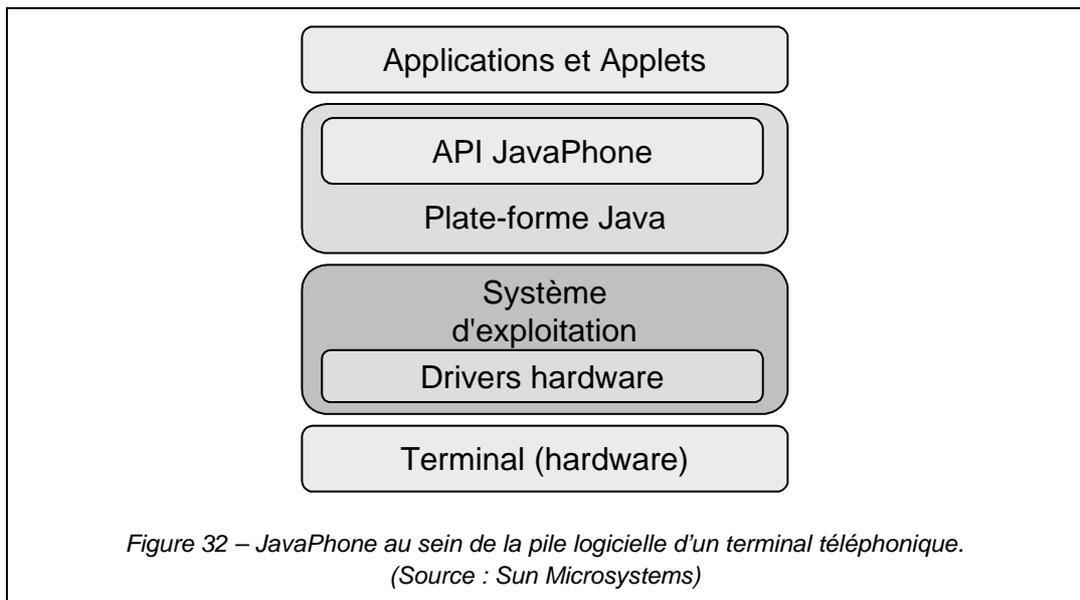
Notes :

- PersonalJava est l'environnement applicatif standard optimisé pour les équipements accédant à l'Internet et destinés au grand public.
- JavaPhone est une extension de la plate-forme PersonalJava qui inclut les API gérant la téléphonie, la messagerie, les applications de type PIM. Personal Java peut s'implémenter sur un ensemble de terminaux : mediaphone, smartphone, PDA communicant,...
- Java 2 ME CLDC est une évolution de la plate-forme Java destiné à la micro-informatique embarquée. Elle s'adresse aux appareils de consommation courante et aux appareils de taille réduite. Elle inclut des outils pouvant gérer divers profils et sessions.

3.6.2.2 JavaPhone

JavaPhone est une API qui a été développée sur la plate-forme PersonalJava. Elle tourne au dessus d'une plate-forme Java et a été conçue pour gérer des fonctionnalités propres au monde de la téléphonie :

- Contrôle des fonctions de téléphonie.
- Messaging en mode paquet.
- Carnet d'adresses et calendrier.
- Contrôle de puissance.
- etc...



Une composante spéciale (JTAPI Mobile) est comprise dans JavaPhone pour gérer tous les aspects liés à la mobilité.

La technologie JavaPhone est une mise en application, dans le domaine des terminaux, de l'un des concepts de base des NGN, qui est **la standardisation et l'ouverture des interfaces.**

L'utilisation de l'API permet aux constructeurs de réduire le cycle de conception des terminaux en utilisant des briques logicielles prêtes à l'emploi et éprouvées.

JavaPhone est utilisable sur différents matériels :

- Mediaphones (terminaux UMTS).
- Smartphones et PDA communicants
- Terminaux fixes : IP phones, Screenphones², PC-based phones, ...

Par extension, les terminaux embarquant la technologies JavaPhone sont désignés par le terme « Javaphone ».

Java Card

Le standard Java Card, défini par Sun Microsystems et l'ETSI, permet l'exécution de la technologie Java sur des cartes à puce et d'autres équipements à capacité mémoire restreinte, dont les cartes SIM utilisées dans les réseaux mobiles. La technologie Java Card technology préserve la plupart des bénéfices du langage de programmation Java, tout en étant optimisée pour en terme de volume de mémoire nécessaire pour un usage sur des cartes à puces. L'API Java Card garantit la compatibilité des applications développées avec tous les types de carte à puce Java Card. Le Java Card Application Environment (JCAE) est fourni sous licence OEM à des fabricants de cartes à puce (D'après Sun Microsystems)

3.6.2.3 SIM Application Toolkit

La technologie SIM Application Toolkit, option spécifiée dans la norme GSM 11.14 Phase 2+, est indépendante du constructeur de terminal et de la carte SIM elle-même car seule l'interface avec la carte SIM est normalisée. Elle a été mise au point pour être intégrée dans les cartes SIM des terminaux GSM, d'où son nom. SIM Application Toolkit offre la possibilité de modifier certaines informations embarquées, de télécharger des applications de taille raisonnable et de les exécuter, de personnaliser le menu d'un téléphone... Les supports de transmission utilisables sont variés : SMS (le plus répandu à ce jour), GPRS, messages de signalisation de broadcast ou USSD (Unstructured Supplementary Services Data). Enfin, l'usage de SIM Application Toolkit n'interdit pas l'usage parallèle d'une autre technologie.

Les principaux avantages de la technologies peuvent être résumés comme suit :

- La technologie est mature et a été éprouvée sur les terminaux mobiles 2G.
- Elle a été intégrée commercialement dans les offres de la plupart des grand constructeurs de terminaux mobiles et offre déjà des services tels que la banque à distance ou l'e-mail.
- Elle est supportée par une majorité de réseaux 2G et sera supportées par l'ensemble des réseaux 3G.
- Elle permet de lire les informations de la carte SIM qui contient des informations sur l'utilisateur permettant de lui fournir un service personnalisé.
- Elle permet de mettre en œuvre des mécanisme d'authentification, de confidentialité et d'intégrité de l'utilisateur qui sont essentiels à toute application de commerciale (commerce électronique, applications bancaires).
- Elle a été construite en s'inspirant de l'architecture client-serveur dans le but de s'affranchir des limitations dues aux ressources du terminal.

La technologie SIM Application Toolkit, **déjà disponible** dans les réseaux 2G GSM, est **une opportunité de différenciation d'offres de services** pour les opérateurs, et particulièrement **pour les nouveaux acteurs et les MVNO**.

² Un screenphone est un terminal doté d'un écran (généralement tactile) et d'un clavier (optionel). En plus des fonctions de téléphonie, il offre l'accès à l'Internet.

3.6.2.4 Fonctions de géolocalisation

Les fonctions de géolocalisation seront à la base de plusieurs services à valeurs ajoutée :

- Du traçage à la localisation sur une carte et à l'info trafic.
- Du marketing ciblé (géographiquement) aux applications ludiques.
- etc...

Elles sont basées sur des techniques appartenant à trois grandes familles :

Type de technologie	Technologie	Avantages et inconvénients
Identification de la cellule	Cell-ID	Cette technique a l'avantage de ne nécessiter que peu d'investissement. Elle présente par contre l'inconvénient d'être peu fiable : toutes les cellules ne sont pas de taille et de forme égale, ce qui rend difficile l'interprétation de l'information, un mobile peut être situé géographiquement dans une cellule mais attaché momentanément à une autre du point de vue réseau.
Triangulation	TDOA (Time difference of arrival)	Ces techniques offrent un degré de précision supérieur. Leur inconvénient réside en le fait que des upgrades doivent être consentis dans le réseau et/ou le terminal.
	E-OTD (Enhanced observed time difference)	
	AOA (Angle of arrival)	
GPS	A-GPS (Assisted GPS)	Ces techniques offrent un degré de précision dans la localisation qui permet toutes les applications, sous réserve de réception du signal satellite GPS. La présence du GPS augmente sensiblement le prix du terminal.
	D-GPS (Differential GPS)	

La variété des techniques de localisation envisageables (précision, impacts sur les terminaux et le réseau, ajout de modules GPS) pose clairement le problème de son **interopérabilité entre réseaux et entre terminaux**. Les serveurs de localisation des opérateurs et leurs interfaces normalisées (OSA) vers des fournisseurs de services tiers **joueront pour cela un rôle essentiel**.

3.6.2.5 A terme : des terminaux mobiles IP multimédia

La mouvance actuelle nous pousse à penser que les futurs terminaux mobiles (mais aussi fixes) seront dotés d'une **interface IP native (terminaux clients SIP)**. Toutefois cette évolution, bien que prévisible, n'a pas encore sa place dans les spécifications actuelles (UMTS Release 5, Cf. Chapitre 3.4.7).

L'arrivée de nouveaux terminaux mobiles IP multimédia posera de manière importante le problème de **l'interopérabilité des services entre terminaux hétérogènes** (entre un terminal traditionnel et un terminal IP multimédia). Pour assurer cette interopérabilité, **les Media**

Gateways et Signalling Gateways, chargées entre autres de la conversion et de l'adaptation des protocoles de transport et de signalisation, **joueront un rôle essentiel**. L'expérience acquise sur ce plan avec les terminaux IP multimédia fixes (VoIP, CTI, évolutions des PC...), qui devraient apparaître plus rapidement que dans le domaine mobile, sera alors fort utile.

3.6.3 Les terminaux fixes de nouvelle génération

La visibilité actuelle sur ce que seront les terminaux fixes de nouvelle génération est moins grande que sur le domaine mobile. En effet, pour beaucoup, les services multimédia de demain restent à inventer, et les terminaux associés en découleront. De plus, le cycle de développement et de renouvellement des terminaux fixes est historiquement plus lent que dans le domaine mobile.

Toutefois trois tendances semblent se dégager :

- Les éléments de notre cadre de vie actuel vont devenir **des objets communicants** : notre téléphone pourra offrir plus de fonctions, notre environnement pourra être commandé à distance (domotique sur Internet), nos équipements pourront prendre la parole (alertes diverses).
- Les terminaux communicants **se fondront dans notre habitat** : pour se faire ils pourront se rendre discrets (intégration dans le cadre de vie) ou se mutualiser pour prendre moins de place (accès Internet sur téléviseur interactif).
- La scission des terminaux fixes en deux types d'offres : d'une part des **terminaux réellement fixes, mais vraisemblablement dédiés à des usages particuliers**, et d'autre part des **terminaux convergents fixe/mobile** (accès sans fil, mobilité restreinte, roaming avec les réseaux mobiles).

3.6.3.1 IP-phones et couplage téléphonie-informatique

Les IP-phones sont des terminaux téléphoniques muni d'une interface IP. Ils jouent le rôle de clients dans un modèle de réseau H.323 ou SIP.

Les IP-phones ont aujourd'hui des **interfaces utilisateurs** quasi identiques aux postes téléphoniques classiques (certains constructeurs proposent des terminaux identiques ne différant que par l'interface de raccordement, classique ou IP). Cela ne permet pas aux clients de les différencier et peut donc expliquer en partie un certain manque d'attrait pour ces nouvelles solutions. Il existe une demande d'évolution vers de **nouvelles fonctionnalités** venues du monde mobile (affichage graphique couleur, logiciels utilitaires, PIM, ...).

Les normes H.323 et SIP ont été enrichies par la spécification d'un certain nombre de services téléphoniques (exemple : transfert d'appel, renvoi, mise en attente). Néanmoins, ces **services** sont encore peu nombreux et restent très loin du niveau de services offerts en téléphonie classique.

Aujourd'hui, la grande majorité des IP-phones sont des postes reliés à un PABX intégrant une interface IP (IP-PBX ou CPBX). Ils fonctionnent selon des protocoles propriétaires dérivés de H.323 (et de plus en plus de SIP), ce qui a pour effet d'interdire **l'interopérabilité** des postes de constructeurs différents.

Les terminaux téléphoniques IP n'en sont qu'à leurs débuts. Ils doivent encore évoluer pour :

- Offrir un niveau de **qualité de service** au moins équivalent à celui de la voix traditionnelle.

- Offrir de nouvelles **interfaces utilisateur**, des capacités de traitement multimédia, et des fonctionnalités de confort.
- **S'intégrer** harmonieusement dans le cadre de vie.
- Converger vers des **protocoles standardisés** permettant l'interopérabilité en environnement multi-constructeurs.

Les terminaux téléphoniques IP doivent également permettre une interaction plus grande entre les terminaux issus de la téléphonie et ceux issus de l'informatique en facilitant les **services de type CTI**. (L'acronyme CTI désigne l'ensemble des services et fonctions permettant à un système informatique de dialoguer avec un système téléphonique et/ou de le piloter). L'intégration de terminaux IP dans ce domaine doit apporter un avantage réel par rapport aux systèmes classiques : facilité de mise en œuvre, services avancés à moindre coût, possibilités de personnalisation accrues.

3.6.3.2 Ordinateurs personnels

La micro-informatique devrait poursuivre les tendances actuelles, dont certaines sont naturellement orientées vers IP et les NGN depuis l'ouverture à l'Internet.

- Les ordinateurs personnels sont aujourd'hui les terminaux capables d'accéder les NGN **les plus aboutis**. Les évolutions technologiques hardware visent à innover moins en terme de fonctionnalités qu'en terme de performance pure : vitesse du processeur, capacités mémoire, ...
- Les **périphériques** vont poursuivre leur sophistication : démocratisation des écrans plats, remplacement des périphériques (claviers, souris, tablettes – Voir Zoom Technologique « Windows CE Net et Mira » ci-dessous.) par leurs homologues sans fil (hertzien, Bluetooth), multiplication des webcams et appareils photographiques numériques, ...
- Les **systèmes d'exploitation** et les **logiciels** intégreront des fonctionnalités orientées vers les NGN à l'image de Microsoft Windows XP. (Voir zoom technologique « Windows XP » ci-dessous.)
- L'équipement micro-informatique se devra d'être **esthétique** : cette préoccupation est illustrée par la commercialisation d'une nouvelle version re-designée de l'iMac d'Apple.

De plus, il est possible que **d'autres usages** apparaissent sur le terminal (utilisation comme matériel Hi-Fi, comme téléviseur, ...). L'ordinateur personnel aurait l'avantage de concentrer un ensemble d'usage sur un même équipement. Toutefois, on pourra se demander à quel point ce type d'usages dérivés de l'ordinateur personnel n'est pas réservé à un public technophile.

Windows XP – Support de fonctionnalités de base NGN (Bluetooth, Ipv6)

Le support de Bluetooth sera intégré dans le système d'exploitation Windows XP au second semestre 2002. L'approche de Microsoft sera toutefois différente de l'approche d'autres fournisseurs (Nokia, Ericsson, TDK, ...), Windows XP n'intégrant qu'une partie de la norme : les fonctionnalités PAN (Personal Area Network). Microsoft met ainsi l'accent sur les échanges IP entre équipements, plutôt que sur les autres moyens de communication également prévus dans la norme. Le PC est de ce fait mis au centre de toutes les liaisons, les communications entre les autres équipements n'étant pas autorisées.

Microsoft annonce que Windows XP, et les fonctions PAN intégrées, ne supporteront qu'IPv6, et non pas l'actuel IPv4. Microsoft prévoit de faire une démonstration de

fonctionnement de sa pile Bluetooth sur IPv6 lors de la Windows Hardware Engineering Conference (WinHEC) de Seattle en avril 2002.

(D'après : Microsoft, Conférence d'Andy Grass, Responsable du programme Bluetooth, le 11 décembre 2001, lors de la Bluetooth Developers Conference)

Généralisation des périphériques sans fil - Windows CE.Net et Mira

Successeur de Windows CE 3.0, Windows CE.Net, auparavant dénommé Talisker, est une évolution du système d'exploitation qui intègre le support des périphériques sans fil 802.11x et Bluetooth. Windows CE.Net cible les PDA, les tablettes interactives, les téléphones intelligents et plus globalement l'ensemble des terminaux légers. Son successeur, baptisé Macallan, est d'ores et déjà annoncé pour le milieu de l'année 2003.

Microsoft a présenté une tablette graphique détachable, baptisée Mira, basée sur Windows CE Net. Avec un écran d'environ quatorze pouces, la tablette sert normalement de moniteur lorsqu'elle est fixée sur son socle. Une fois détaché, l'écran devient un terminal autonome relié au PC par une liaison sans fil 802.11b.

(D'après : Reuters)

3.6.3.3 Autres types de terminaux fixes

Pour s'imposer au grand public il semble que les terminaux de nouvelle génération devront être abordables à tous et faciles d'utilisation. Les concepts avancés sont aujourd'hui divers :

- **Les équipements multimédia interactifs, spécialisés selon l'usage** : téléviseurs interactifs (iTV), consoles de jeux avec modules d'accès Internet, juke-box MP3...
- **Les équipements communicants** :
 - ~ La domotique : le concept qui n'a pas su convaincre jusqu'à présent pourrait être relancé. Certains constructeurs en électronique lancent aujourd'hui sur le marché des équipement électriques commandés via un site Internet, alors que des appareils électroménager (aujourd'hui encore à l'état de concept) sont capables d'émettre des alertes (demandes de réapprovisionnement, pannes,...).
 - ~ L'automobile intelligente : au delà du concept de voiture communicante (accessibilité à Internet depuis l'habitacle, géolocalisation, ...), des fonctions de sécurité pourraient voir le jour (roues reliée à l'automobile via Bluetooth, systèmes d'alerte, ...).
 - ~ Etc...

Les technologies Bluetooth ou WLAN pourraient, à terme, relier ces différents équipements entre eux.

Exemples de projets industriels et d'offres de services en domotique :

En Décembre 1999, Ericsson a créé la société e2 Home en association avec Electrolux afin de développer des solutions domotiques.

Microsoft a ouvert en automne 2001 une division « e-home » et compte bien s'appuyer sur son système d'exploitation Windows pour populariser la domotique.

De son côté, France Telecom, associé au groupe d'électricité Legrand, a créé Macaza, une entreprise qui proposera dès Avril 2002 des services de domotique clés en mains, via un abonnement mensuel.

3.6.3.4 Terminaux fixe et mobilité en espace restreint

L'évolution de certains types de terminaux fixes pourrait bien effacer la frontière entre le monde fixe et le monde mobile. Du sans-fil à la substitution en passant par la convergence fixe/mobile, les prémisses de ce grand mouvement se ressentent déjà depuis plusieurs années.

Plusieurs arguments peuvent argumenter cette thèse :

- Des offres de **substitution fixe / mobile** ont été testées et lancées par des opérateurs (postes « fixes » incluant une carte SIM, tarification à la cellule). Ces concepts qui n'ont pas connu aujourd'hui de grand succès pourraient bien être relancés par la tendance NGN.
- Les terminaux fixes intègrent de plus en plus la notion de **mobilité confinée** à un périmètre restreint, grâce aux technologies infra-rouge, Bluetooth, DECT, WLAN,... (cf. Partie 3.2 Accès)
- De plus, l'idée d'un **terminal multi-canaux** intégrant un module « terminal fixe » et un « terminal mobile », qui a déjà vu le jour avec les technologie GSM et DECT et qui s'inscrit parfaitement dans la philosophie NGN, pourrait être relancée.

3.6.4 Raccordement « sans fil » de périphériques : Bluetooth

Bluetooth est une technologie de transmission sans fil qui aura très probablement sa place dans les terminaux de nouvelle génération, qu'ils soient **fixes ou mobiles**. Elle rendra plus ergonomique et plus souple la **gestion des périphériques** et permettra l'essor du **concept de « réseau personnel »**.

Son but est de permettre **une liaison sans fil** (canal hertzien) **de courte distance** (maximum de 10 mètres) entre deux appareils ou deux composant d'un même terminal.

Le projet Bluetooth fut initié en 1998 par plusieurs grands constructeurs, dont Ericsson, IBM, Intel, Nokia et Toshiba, qui se réunirent au sein du Bluetooth Special Interest Group qui regroupe aujourd'hui plus de 2 400 membres. Aujourd'hui le cahier des charges de Bluetooth est ouvert et régi par le Bluetooth Special Interest Group.

Bluetooth repose sur une puce de 9 mm. de coté facilement intégrable même dans les équipements de taille réduite. La technologie utilise des ondes radio dans la bande de fréquences des 2,4 GHz (ISM). pour atteindre un **débit théorique de l'ordre de 1 Mbit/s**.

	Bande de fréquence utilisée	Nombre de canaux (1MHz.) disponibles
Europe ³ et USA	2400 – 2483,5 MHz.	79
France ⁴	2446,5 – 2483,5 MHz.	23
Espagne	2445 – 2475 MHz.	23

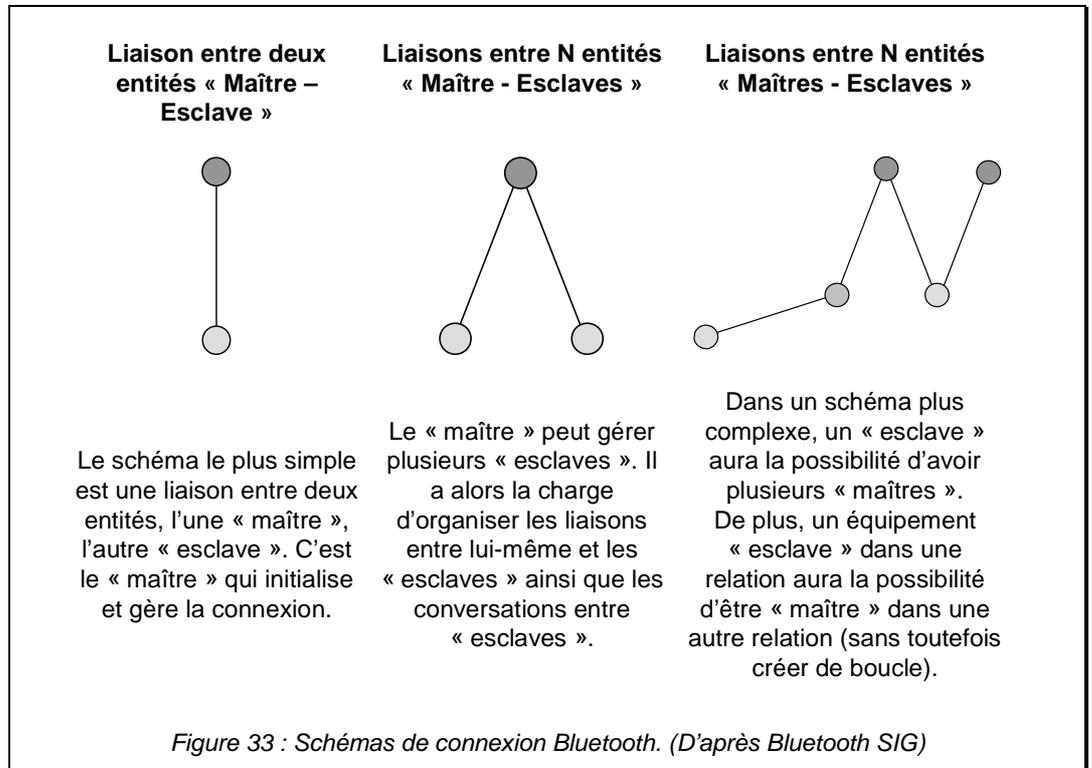
L'interface radio utilise la modulation de fréquence GFSK couplée avec une fonction TDD : les entités « Maître » et « Esclave » transmettent alternativement dans des intervalles de temps (de 625 µs.), le « Maître » dans les intervalles pairs, l'« Esclave »

³ Sauf France et Espagne.

⁴ Sont autorisées en France les installations dans la bande 2400- 2483,5 MHz, avec une puissance limitée à 10 mW. (10dBm) à l'intérieur des bâtiments et 2,5 mW. (4dBm) à l'extérieur. (Décision ART parue au J.O. du 16 juin 2001)

dans les intervalles impairs. Cette technologie utilise le saut de fréquences et ne nécessite pas de planification de fréquences, contrairement aux technologies cellulaires. Bluetooth a par ailleurs l'avantage de fonctionner même lorsque les deux entités en communication ne sont pas en visibilité directe. Les liaisons infra-rouge n'offrent pas cette possibilité.

Différents schémas de connexion sont envisageables :



Le nombre d'entités dans un schéma (appelé « piconet ») reste limité à huit. Les piconets peuvent eux mêmes être regroupés au sein de réseaux plus larges : les « scatternets ».

Le protocole Bluetooth utilise une **combinaison de commutation paquet** (liens « ACL », Asynchronous Connection-Less) **et circuit** (liens « SCO », Synchronous Connection-Oriented). **Une liaison Bluetooth peut supporter simultanément :**

- **une connexion de données asynchrone** (symétrique avec un débit jusqu'à 434 kbit/s, ou asymétrique 723 kbit/s descendant – 57 kbit/s montant),
- **ou jusqu'à 3 communications voix** en mode circuit à 64 kbit/s,
- **ou une connexion mixte** données asynchrone / voix synchrone.

Le mode ACL permet de privilégier un sens de transmission par rapport à l'autre, lorsque, par exemple, le taux de download est supérieur au taux d'upload, comme dans les communications Internet. La spécification inclut par ailleurs **trois niveaux de sécurité** (niveau 1 : pas de processus de sécurisation, niveau 2 : sécurisation au niveau service, niveau 3 : authentification lors de l'établissement de la liaison).

3.6.5 Conclusions : les terminaux au cœur de la migration vers les NGN

Bien que ne faisant pas partie intégrante du « réseau » NGN, les terminaux jouent un rôle clé tant dans le développement des nouveaux services que des nouvelles architectures de réseau NGN.

En effet :

- L'émergence de terminaux à même de permettre un usage simple et attractif des services de nouvelle génération est une condition indispensable à l'essor desdits services.
- Afin de permettre une homogénéité technologique pour les communications de bout en bout, il est nécessaire que les terminaux s'adaptent pour assurer la compatibilité avec les évolutions prévues dans les cœurs de réseaux, notamment en termes de nouveaux protocoles de contrôle d'appel IP multimédia (H.323 ou plus vraisemblablement SIP).
- Pour les mêmes raisons, ils doivent aussi s'adapter sur le plan matériel et logiciel afin d'intégrer le traitement de nouveaux flux (streaming, image, vidéo, Internet...) et de nouveaux langages de développement de services (XML, Java...).

De par leur maturité, leur diversité, leur coût et leur rapidité de diffusion, les terminaux jouent un rôle décisif pour permettre et faciliter la migration vers des réseaux et services NGN.

Il sera en effet nécessaire pour tous les acteurs de prendre en compte les points clé suivants :

- La **non-régression fonctionnelle** par rapport aux terminaux traditionnels concernant les applications de voix sur IP, et particulièrement dans le domaine de la téléphonie fixe.
- **L'interopérabilité des services du fait de l'existence de terminaux hétérogènes**, et en particulier pour les communications entre terminaux d'ancienne et terminaux de nouvelle génération (IP multimédia), ou pour les communications entre une plate-forme de services et des terminaux disposant de capacités de traitement multimédia, systèmes d'exploitation et/ou logiciels différents.
- Le **prix des terminaux fixes et mobile de nouvelle génération**, qui sera initialement élevé, à niveau de service égal, et le restera tant que le marché ne sera pas rentré dans une production de masse.
- Enfin et surtout, **la vitesse et les processus de renouvellement du parc de terminaux actuels**. Alors que le renouvellement du parc est relativement rapide, mais aussi anticipé et favorisé par les opérateurs dans le monde mobile, la problématique est très différente dans le cadre des terminaux fixes. Il est donc probable que ce processus sera long, et s'appuiera plus fortement sur l'essor de nouveaux terminaux adaptés à des usages spécifiques que sur un simple remplacement.

3.7 Problématiques transverses associées aux NGN

Ce chapitre aborde des problématiques transverses importantes dans le cadre de l'évolution vers les NGN, mais qui ne peuvent pas être spécifiquement rattachées à une couche de réseau particulière. Il s'agit notamment de :

- la **gestion de l'adressage et du nommage** dans un environnement convergé entre téléphonie et données (convergence vers le protocole IP),
- la gestion de la **mobilité inter-systèmes**, qui génère des impacts à tous niveaux, depuis les terminaux aux plates-formes de services, en passant par la couche Contrôle,
- les évolutions des **systèmes d'information réseau**,
- des problématiques techniques globales telles que la gestion de la **sécurité** et de la **qualité de service** de bout en bout,
- les évolutions des **systèmes d'information commerciaux**,
- les problématiques réglementaires (listées ici pour mémoire, et développées en détail dans le chapitre 6).

3.7.1 Problématiques d'adressage, nommage et numérotation

La convergence des réseaux implique l'interfonctionnement des réseaux, y compris concernant les règles d'adressage et de nommage, qui devront notamment permettre la convergence vers IP, l'évolution des usages de services, et la cohérence entre l'adressage des réseaux IP et téléphoniques (E.164).

Note : au niveau de la signalisation, l'adressage des entités de réseau par le système de points sémaphore sera maintenu pour permettre la communication aux interfaces entre réseaux NGN et traditionnels.

3.7.1.1 Généralisation des mécanismes IP de résolution d'adresse (DNS)

Avec la généralisation d'IP comme protocole de transport au sein des réseaux NGN et l'évolution des terminaux vers IP natif, les différents réseaux convergeront vers une **utilisation de plus en plus massive de mécanismes** de base déjà largement utilisés dans les réseaux IP traditionnels afin de gérer l'adressage et le routage des connexions.

La fonction **DNS** (Domain Name Server) est utilisée pour l'établissement du routage d'une connexion IP, afin de convertir l'identifiant logique du service demandé (ex. : l'URL d'un site web : www.arcome.fr) en adresse IP du serveur destination. La connaissance de cette résolution d'adresse au sein du réseau Internet est organisée de manière hiérarchique, de manière calquée sur la structure des noms de domaines. Un serveur DNS connaît donc les adresses IP correspondant aux services hébergés sous un nom de domaine particulier, et en réfère à un DNS « maître » pour les noms de domaines dont il n'a pas la connaissance détaillée. On voit une illustration de la généralisation de cette fonction aussi bien avec les réseaux implémentant des services de voix sur IP, qu'avec les réseaux mobiles GPRS (et ultérieurement UMTS) qui couplent au niveau du cœur de réseau des procédures spécifiques au monde mobile avec ces techniques de base IP.

3.7.1.2 Evolution vers un adressage IP statique des terminaux grâce à IPv6

Dans un réseau IP, il est possible d'allouer des adresses de manière statique (une adresse IP allouée de manière permanente à un terminal) ou dynamique (allocation d'une adresse IP provisoire à un terminal pour la durée d'une connexion). Cependant, pour des raisons d'économies de ressources en adresses IP, l'adressage dynamique est largement employé. Cette technique a néanmoins des inconvénients en termes de lourdeur de gestion : délais supplémentaires et complexification du processus d'établissement de connexion, recours parfois nécessaire à la traduction d'adresse lors de la traversée de réseaux différents...

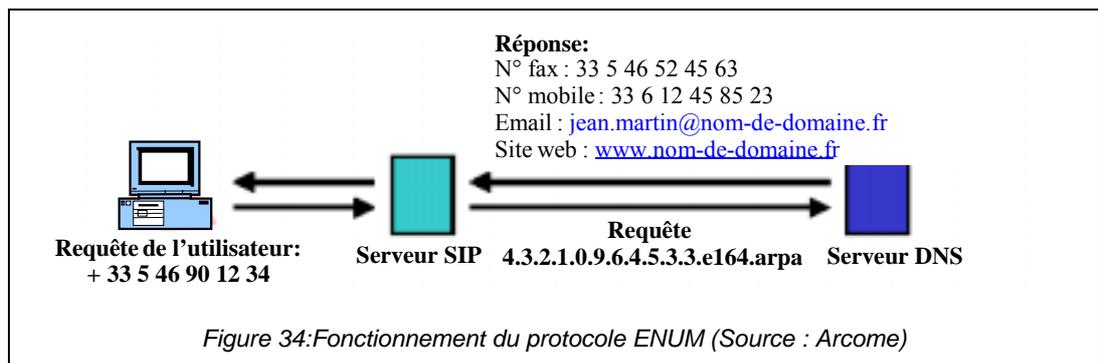
Cet état de fait ainsi que la généralisation massive d'IP (et donc la multiplication du nombre et des types de terminaux IP – Cf. chapitre 3.6 sur les terminaux) pousseront les opérateurs à évoluer vers des solutions d'adressage statique, où une adresse IP permanente est allouée à chaque terminal IP.

Si une pénurie d'adresses IPv4 se confirme en Europe, l'évolution vers IPv6 (Cf. détails dans le chapitre 3.3 sur la couche Transport) permettra de résoudre les limitations à venir de l'espace d'adressage IP, donc de généraliser l'adressage statique des terminaux IP de toutes sortes.

3.7.1.3 Compatibilité entre adressage IP et numérotation téléphonique : le standard ENUM

Le standard ENUM, décrit dans le RFC 2916 de l'IETF, définit **le protocole et l'architecture reposant sur le système de nom de domaine permettant de créer un identifiant de service, correspondant au numéro de téléphone E.164**. Ces adresses pourront être utilisées pour le service de messagerie, les adresses URL, adresse SIP,...

Une structure de DNS (Domain Name Server), ayant le nom de domaine dédié (« e164.arpa » est pressenti), sera réservé aux « clients ENUM » et gèrera l'interopérabilité entre les deux systèmes d'adressage. Ce protocole pourra fonctionner aussi bien avec le protocole H.323 qu'avec SIP.



Exemple :

- Un utilisateur compose le + 33 5 46 90 12 34
- L'ordre des chiffres est inversé : 43 21 09 64 5 33
- Un point est placé entre chaque chiffre : 4.3.2.1.0.9.6.4.5.3.3
- Le nom de domaine « e164.arpa » est ajouté à la fin : 4.3.2.1.0.9.6.4.5.3.3.e164.arpa

La mise en œuvre d'ENUM est considérée par certains acteurs comme **un point clé pour assurer avec succès le déploiement généralisé de la voix sur IP.**

Alors que les premiers déploiements commerciaux d'ENUM sont envisageables courant 2002, il y a encore **des incertitudes sur la manière dont la technologie sera utilisée** dans l'optique de générer des revenus et donc ces revenus seront partagés. La détention et l'exploitation des bases de données ENUM représente un potentiel certains de revenus, mais **la manière dont ces bases de données seront mises en œuvre et gérées**, et notamment le degré d'intervention des **organismes gouvernementaux** et le niveau de **régulation** de cette activité, ne sont pas encore tranchés.

3.7.2 La mobilité inter-systèmes

Dans le concept même de NGN figure l'accès aux services via des réseaux d'accès multiples. L'évolution vers les NGN implique donc une double gestion de l'itinérance :

- **Itinérance horizontale (au sein d'un même type de réseau).** Ce type d'itinérance s'appuiera vraisemblablement encore longtemps sur les protocoles spécifiques à chaque réseau d'accès.
- **Itinérance verticale ou globale (entre réseaux d'accès de nature différente).**

La mise en œuvre de l'itinérance verticale n'est pas sans avoir des impacts sur les terminaux (compatibilité avec des réseaux d'accès multiples) et les applications (fourniture de services indépendants du réseau d'accès et adaptation de ces services aux capacités du réseau d'accès et du terminal), mais aussi sur le contrôle d'appel (généralisation des mécanismes clé de gestion d'adressage et de contrôle d'appel IP, intégration de nouvelles fonctions comme le « mobile IP », coopération entre cœurs de réseau afin de gérer de manière cohérente la localisation de l'utilisateur).

3.7.2.1 Impacts sur les terminaux

Afin de mettre en œuvre l'accès aux services via des réseaux d'accès multiples, les terminaux doivent nécessairement évoluer pour être compatibles avec ces différents réseaux d'accès. cela favorise la complémentarité entre plusieurs technologies, voie est indispensable à l'essor de certaines nouvelles technologies d'accès.

Cela peut être mis en œuvre de différentes manières :

- L'utilisation de **terminaux multi-modes**, c'est-à-dire intrinsèquement capables de fonctionner sur plusieurs réseaux d'accès. Ex. : terminaux GSM/GPRS + UMTS, terminaux GSM + DECT...
- L'utilisation de **terminaux modulaires** disposant de modules d'extension spécifiques à chaque réseau d'accès (ex. : cartes d'interface GPRS, WLAN ou Bluetooth au format PCMCIA ou autre).
- A terme, des **terminaux adaptatifs** s'appuyant sur des solutions purement logicielles permettant de gérer différents réseaux d'accès radio sont aussi envisagées. Voir détails dans l'encadre ci-dessous.

Les terminaux radio logiciels (terminaux mobiles de quatrième génération) sont **une solution qui semble incontournable à terme pour mettre en oeuvre** de la manière la plus complète possible la **mobilité inter-système** et simplifier la conception et la production des terminaux « universellement » multi-modes. Ils représentent par ailleurs une réelle **opportunité de fourniture de services multi-accès**.

Par ailleurs, lors du changement de réseau d'accès, le terminal devra avoir un rôle actif afin d'initier les mécanismes d'itinérance spécifiques (détection du nouveau réseau d'accès, gestion de l'authentification et de l'inscription sur ce réseau, obtention d'une nouvelle adresse IP au sein de ce réseau en cas d'adressage IP dynamique).

Exemple : Les terminaux radio logiciels de quatrième génération

Les terminaux mobiles de quatrième génération permettront à l'utilisateur de bénéficier avec un terminal unique des avantages en termes de couverture, débit, facturation... de tous les réseaux d'accès disponibles. Pour cela, ils reconnaîtront les différents réseaux radio accessibles, et sélectionneront le réseau d'accès le plus adapté aux besoins de l'utilisateur avant de se connecter. La mise en oeuvre de ces super-terminaux multi-modes s'appuiera sur des solutions de radio logicielle développées à l'origine pour des applications militaires, qui permettent de réaliser toutes les opérations de traitement du signal spécifiques par des composants logiciels programmables. Il reste cependant de nombreux défis technologiques à surmonter pour réussir à traiter des signaux sur une très large bande de fréquences, typiquement de 900 MHz pour le GSM à 5,7 GHz pour HiperLan2.

Cette technologie permettra aux opérateurs de proposer des services innovants en offrant le choix entre deux réseaux radio aux caractéristiques techniques différentes, par exemple GSM/GPRS/UMTS d'une part, et réseaux locaux sans fil d'autre part.

Alors que les industriels s'engageront en Avril 2002 dans la seconde étape du projet TRUST (Transparently Reconfigurable Ubiquitous Terminal), les premiers terminaux opérationnels de ce type devraient voir le jour vers 2005, et la technologie atteindre sa pleine maturité aux alentours de 2010.

(D'après : L'Usine Nouvelle, 14/03/02 – article « Le logiciel rend le terminal radio universel »).

3.7.2.2 Impacts sur la couche contrôle : généralisation des mécanismes IP d'authentification et d'allocation d'adresse

L'itinérance globale entre systèmes nécessite l'intégration et l'interopérabilité des processus de gestion de mobilité spécifiques à chaque réseau. IP étant identifié comme le protocole de la convergence, la gestion de la mobilité globale entre les différents réseaux convergera vers une utilisation de plus en plus massive de mécanismes de base déjà largement utilisés dans les réseaux IP traditionnels afin de gérer l'authentification et l'adressage des terminaux IP :

- Le protocole IETF **RADIUS** (Remote Authentication Dial In User Service) est utilisé dans un réseau IP afin d'authentifier et d'autoriser une connexion téléphonique. Le serveur RADIUS dialogue donc avec le serveur NAS (Network Access Server) qui effectue la conversion de la connexion du mode circuit en IP.
- La fonction **DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol), qui permet de gérer l'allocation, dynamique et temporaire, d'adresse IP à un terminal, sera elle aussi généralisée.

- Au niveau des protocoles de contrôle d'appel, la convergence vers **H.323** ou **SIP** (Cf. présentation détaillée dans le chapitre 3.4 sur la couche Contrôle) indépendamment du réseau d'accès permettra de gérer la mobilité des terminaux IP, en s'appuyant sur les fonctions gatekeeper de H.323, ou proxy server / redirect server / registrar de SIP.
- L'évolution vers **IPv6** facilitera l'utilisation du protocole **Mobile IP** qui permet de gérer la correspondance entre l'adresse IP « mère » d'un terminal IP et son adresse IP temporaire.

Les serveurs DHCP, Radius, SIP ou H.323 des différents réseaux seront donc amenés à dialoguer entre eux, et à assurer l'interfaçage avec les fonctions qui resteront spécifiques à chaque réseau d'accès (notamment concernant l'authentification).

3.7.2.3 Impacts sur les services

La couche services doit aussi s'adapter afin de prendre en compte cette possibilité pour des utilisateurs d'accéder à un service via des réseaux d'accès divers. On citera notamment :

- Le développement de **nouveaux services** tels que le numéro unique universel (« UPT ») ou des services de VPN multi-réseaux d'accès (projet INTERNODE). Cf. détails ci-dessous.
- La nécessité de **coopération entre les serveurs de localisation** éventuellement disponibles dans différents réseaux d'accès, afin de fournir des services géolocalisés de manière homogène et la plus transparente possible au réseau d'accès utilisé. Ce point est développé plus spécifiquement dans le chapitre 3.5 « Couche Services »
- Le **problématique d'adaptation du contenu** délivré en fonction des capacités du terminal et du réseau d'accès. Ce point est développé plus spécifiquement dans le chapitre 3.5 « Couche Services »

Exemple de service sur réseaux d'accès multiples : le numéro personnel universel UPT (Universal Personal Telecommunications)

Le concept « UPT » (Universal Personal Telecommunications) est défini dans la recommandation F.850 de l'ITU-T. Il offre l'accès aux services de télécommunications en permettant la mobilité de l'utilisateur final. Le « UPT user » définit l'ensemble des services auxquels il veut souscrire et reçoit un « UPT number » unique. Ainsi l'utilisateur peut émettre et recevoir des appels sur la base de son profil, en utilisant de façon transparente, différents réseaux, fixes ou mobiles (y compris IP), quelque soit le lieu dans les limites des fonctionnalités offertes par le réseau et des caractéristiques du terminal utilisé. De plus, les utilisateurs, n'utilisant pas les services « UPT », peuvent communiquer avec un client « UPT ».

L'ITU a alloué le code pays «+878» et la tranche «10» (+10 chiffres), c'est à dire les numéros : +878 10 xx xx xxx xxx à l'organisation VisionNG, chargée de promouvoir une architecture ouverte pour les services multimédia sur IP en s'appuyant sur les spécifications de TIPHON (ETSI).

*Il ne faut pas confondre le numéro UPT avec la portabilité du numéro. En effet, le « numéro personnel » est un **service** alors que « la portabilité du numéro » est une **fonctionnalité** d'un service existant. Par ailleurs, le « numéro personnel » utilise une **association temporaire** entre ce numéro et le numéro de téléphone du terminal sur lequel l'appel est dirigé, alors que dans le cas de la « portabilité du numéro », l'association est **quasi-permanente**.*

Exemple de services unifiés sur réseaux d'accès GPRS et WLAN : l'expérimentation INTERNODE

Le projet Internode (*INTERworking of NOmadic multi-Domain sErVICES*) est un projet de recherche et développement, qui a pour objectif de tester la mise en œuvre d'une solution intégrée permettant à un fournisseur de services indépendant de gérer des réseaux privés virtuels (VPN) IP mobiles à échelle européenne. Ce service a vocation à offrir aux utilisateurs :

- Un accès sécurisé à leur réseau d'origine
- Une accessibilité via une adresse unique
- L'itinérance entre des réseaux d'accès hétérogènes (GPRS et WLAN) qui supportent le service ce VPN, via différents types de terminaux (ex. : PDA, PC), et ce de manière transparente.

De plus amples détails concernant le projet INTERNODE sont fournis dans le chapitre 4 sur la normalisation.

3.7.3 Impacts sur les systèmes d'information réseau

Au sein du réseau d'un même opérateur ou fournisseur de services, des modifications importantes du système d'information réseau seront induites par l'évolution vers les NGN :

- **Sur l'aspect protocoles**, donc compatibilité avec un SI réseau unique, elles vont apparemment plutôt dans le sens de la **simplification**. En effet, du fait de l'évolution généralisée progressive vers le « tout IP », depuis les plates-formes de services jusqu'au terminal en passant par le cœur de réseau permet de penser que les protocoles « télécoms » du modèle OSI et TMN (Telecommunications Management Network) seront abandonnés progressivement pour **converger vers les protocoles hérités d'Internet et IP SNMP** (Simple Network Management Protocol) et l'utilisation du concept de MIB (Management Information Base). Cela d'autant plus que le modèle TMN, qui se voulait de rendre interopérable l'administration des réseaux télécoms entre équipements hétérogènes, n'a pas fait ses preuves, du fait notamment de sa complexité. Cette opinion a d'ailleurs été corroborée par plusieurs constructeurs, qui ont même précisé qu'ils ressentaient déjà une demande importante des opérateurs pour aller dans ce sens.
- En revanche, il est nécessaire de prendre en compte une **plus grande diversité d'équipements** à superviser et à administrer. La **visibilité sur les services « de bout en bout »** est aussi un point qui mérite une grande attention particulière et fait l'objet d'un groupe de travail de l'ETSI (Cf. chapitre 3.7.5 ci-dessous, et chapitre 4 sur la normalisation) .
- Par ailleurs, comme pour les systèmes d'information commerciaux, la **problématique d'interfonctionnement et d'interconnexion des SI réseau des différents acteurs** se généralisera. Cependant, la nécessité n'est pas de fournir à tous ses partenaire une visibilité sur l'ensemble de son réseau et/ou de ses plates-formes de services, mais de s'échanger les informations minimales nécessaires à la supervision de bout en bout du service. **Le SI commercial pourrait donc servir de médiation** pour l'échange de ces données « techniques » essentielles.

Les systèmes d'information réseau NGN subiront donc une évolution duale : d'une part une **simplification des protocoles de gestion**, héritée d'IP, et d'autre part une **complication de l'environnement**

technique (diversité des équipements, vision de bout en bout) **et opérationnel** (interconnexion des SI réseau des différents acteurs)

3.7.4 La sécurité

La problématique de la sécurité est très présente dans les réseaux NGN. En effet les échanges de données sur les réseaux en mode paquet nécessitent de mettre en place des mécanismes de sécurité à tout les niveaux.

- **La sécurité au niveau réseau** par la création de circuit virtuels (ex :MPLS, ATM) ou de réseaux virtuels (ex : VPN IP) permettant de séparer de façon logique les flux en mode paquet.
- **Le cryptage au niveau réseau**, tel que IPSec, qui permet de garantir l'intégrité, la confidentialité et l'authenticité des paquets IP sur des réseaux publics (ex : accès à un site distant via Internet.)
- **Le cryptage au niveau applicatif** (ex :SSL ou Secure Socket Layer) qui offre l'intégrité, la confidentialité et l'authenticité des sessions applicatives. Ces mécanismes sont notamment utilisés pour les paiements en ligne.

Ces mécanismes de cryptage peuvent être accompagnés de gestion des clés, nécessaires au cryptage, de façon dynamique par des solutions tels que les « **PKI** » (Public Key Infrastructure).

Les différents niveaux de sécurité sont **complémentaires**. Ils devront être mis en œuvre par les différents acteurs (opérateurs de réseau, fournisseurs de services et clients eux-mêmes) **en fonction des exigences de confidentialité et d'intégrité** des services aux utilisateurs.

3.7.5 La qualité de service de bout en bout

Les services multimédia ont de fortes contraintes temps réel, exigences renforcées dans le cas de services interactifs (communications multimédia). Pour offrir les services temps réel sur des réseaux en mode paquet, des paramètres quantifiables, directement liés à la qualité de service de bout-en bout, sont utilisés :

- **Le temps de latence**, qui correspond au temps écoulé entre le moment où la source envoie un signal et le moment où le destinataire final le reçoit.
- **La gigue** (« jitter » en anglais) qui est la variation du temps de latence des paquets émis pour une même « conversation »
- **La perte de paquets** qui représente l'information arrivant pas à destination dans un délai compatible avec les flux temps réel.

La gestion des classes de services (DiffServ, MPLS) et des flux temps réel (RTP/RTCP, voir paragraphe 3.4.2.4) au niveau du réseau de transport offrent les outils permettant le support de communications multimédia mais aussi d'offrir plusieurs qualités pour un même service.

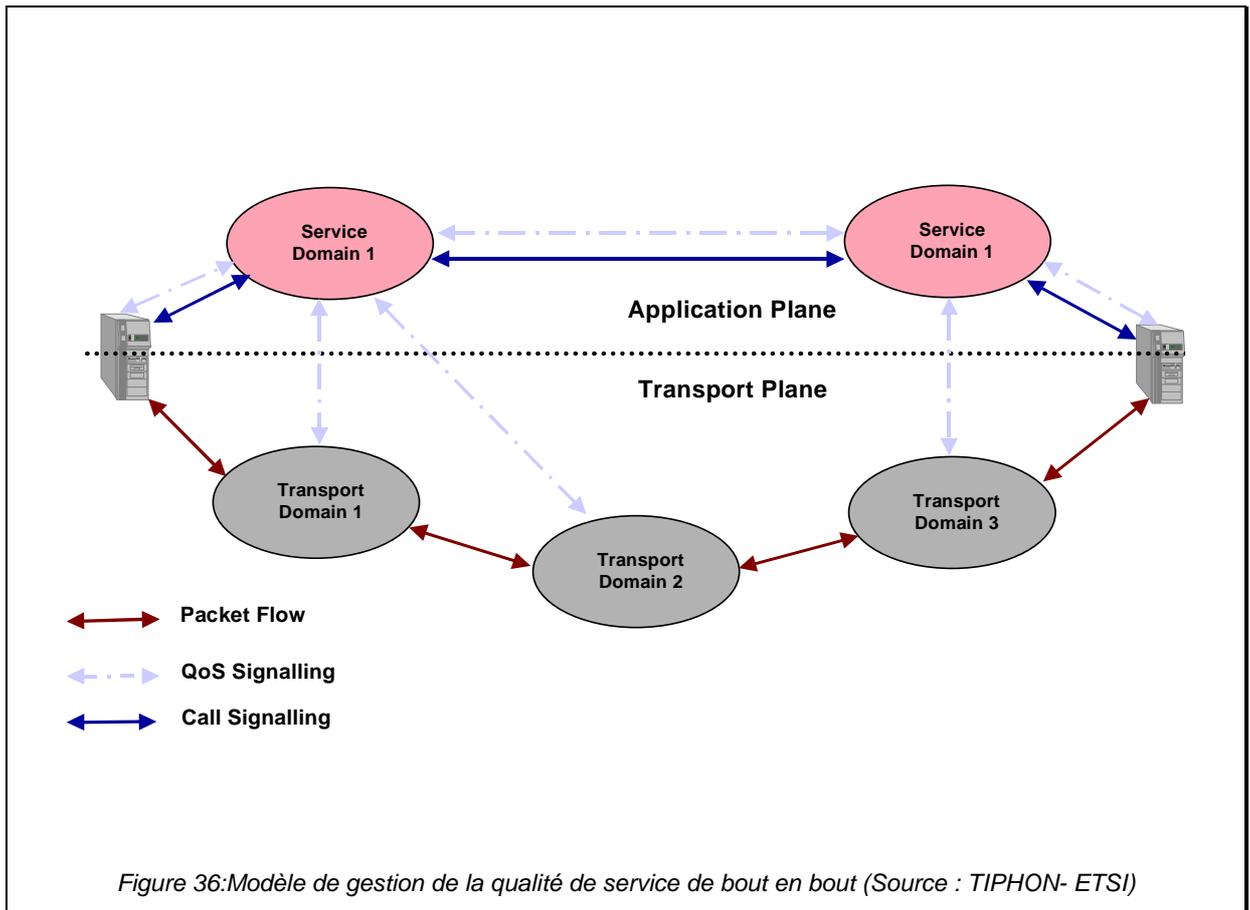
Class	Wideband	Narrowband			Unguaranteed (Best Effort)
		High	Medium	Acceptable	
Listener Speech Quality (One-way Non-conversational)	Better than G.711	Equivalent or better than G.726 at 32 kbit/s	Equivalent or better than GSM-FR	Undefined	Undefined
End-to-end Delay (G.114)	< 100ms	< 100ms	< 150ms	< 400ms	< 400ms*
Overall Transmission Quality Rating (R)	N.A.	> 80	> 70	> 50	> 50*

Figure 35: Classes de service pour les communications multimédia proposées par l'ETSI (Source : Groupe de travail TIPHON)

La gestion de la qualité de service par la seule couche transport, basée sur des réseaux mutualisés en mode paquet et sans connexion (à l'opposé des réseaux TDM), n'offre pas de garantie de qualité de service ni de gestion de la qualité de service de bout en bout.

En réponse à ce problème, deux méthodes sont alors possibles :

- Le dimensionnement de réseaux, associé à la gestion de classes de service de la couche transport, permettant d'offrir une très bonne qualité de service de bout en bout. Cette solution nécessite un **surdimensionnement** des capacités du réseau et ne peut donc être **ni suffisante ni satisfaisante** à terme.
- La mise en place d'une **entité dédiée, permettant de garantir la qualité de service de bout en bout**. Ce système, devant avoir une vision globale et transverse du réseau, doit se situer **au niveau de la couche « contrôle » et/ou « services »**. Cette solution est **préconisée par le groupe de travail WG5 au sein du projet TIPHON de l'ETSI**.



Dans ce modèle, la couche de transport (Cf. chapitre 3.3 sur la couche Transport) doit fournir un service de qualité de service associé à la couche service (fournisseur de services).

Il a d'ailleurs été proposé (Groupe de travail TIPHON) d'ajouter un agent dédié à la qualité de service dans une évolution des protocoles SIP et H.323. Cependant, actuellement il n'y a pas de solution sur le marché permettant la gestion de la qualité de service sur le réseau en mode paquet

La gestion de la qualité de service de bout en bout dans le cadre des NGN est **un concept ambitieux qui devra prendre en compte l'historique des domaines télécoms et données** :

- Dans le domaine télécoms, le concept **TMN** (Telecommunications Management Network) normalisé par l'ETSI s'est avéré complexe à mettre en œuvre, notamment du fait de la nécessité d'interopérabilité entre des équipements très différents et multi-constructeurs. Les déploiements opérationnels sont peu nombreux et se heurtent souvent à des implémentations propriétaires.
- A l'inverse, dans le domaine des données (IP), le principe de base retenu est la simplicité. Un nombre limité d'outils de supervision ont donc été développés (**SNMP** – Simple Network Management Protocol, **MIB** – Management Information Base) avec des extensions de périmètre progressives. L'interopérabilité de la solution est donc mieux assurée, mais les fonctionnalités offertes sont moins évoluées, notamment concernant la vision « de bout en bout ».

Les travaux de l'ETSI sur la spécification d'une entité de réseau dédiée pour garantir la qualité de service de bout en bout pour tous les

types de services multimédia **sont indispensables**. Dans l'attente de la disponibilité opérationnelle de cette solution, une gestion rigoureuse de la qualité couche par couche (et notamment au niveau transport) devra être mise en œuvre. **Le risque à court terme est un surdimensionnement temporaire des réseaux NGN**, qui relativiserait les optimisations dues à la mutualisation du transport sur un réseau en mode paquet.

3.7.6 Impacts sur les systèmes d'information commerciaux

3.7.6.1 Ouverture et interconnexion des SI commerciaux

Un certain nombre d'évolutions fonctionnelles du système d'information commercial sont nécessaires du fait du nouveau modèle NGN. En effet, un seul acteur n'est pas maître de la gestion du profil client et de la fourniture des services.

L'ouverture des réseaux s'accompagne inévitablement d'une **ouverture de certaines fonctions** du système d'information commercial tels que :

- **l'activation des comptes clients**. L'opérateur doit par exemple gérer dans une certaine mesure l'inscription de ses abonnés à des services tiers.
- **l'authentification des clients et le contrôle d'autorisation d'accès aux services**. L'opérateur doit par exemple gérer dans une certaine mesure les droits d'accès de ses abonnés à des services tiers, ou inversement le fournisseur de services ne peut pas se contenter de vérifier les droits d'accès du client à son service sans s'être assuré au préalable de ses droits d'accès au réseau support utilisé.
- **la gestion et la relation client**, qui se complexifie du fait de l'intervention de plusieurs acteurs pour la fourniture de services de bout en bout. Ce point est crucial depuis les étapes de commercialisation jusqu'au support et à l'assistance technique
- **la remontée dans le SI commercial d'information « réseau » et « services »** provenant des systèmes d'information techniques des différents acteurs impliqués dans la fourniture des services
- **la facturation pour compte de tiers**, qui semble être un service inévitable à fournir de la part des opérateurs d'une part, et d'autre part des fournisseurs de services qui font de l'agrégation de contenus (modèle portail). Elle concerne aussi bien l'accès aux services eux-mêmes que l'utilisation des « Service capability features » du réseau de l'opérateur par les fournisseurs de services (ex. : fourniture d'informations de localisation).
- **la facturation des accès aux « serveurs d'accès aux services »**. Une difficulté majeure résidera dans le fait de trouver un mode viable de tarification de ces prestations entre les différents acteurs

Pour la réussite du modèle NGN, il est vital que l'interconnexion et l'interfonctionnement des SI commerciaux se généralisent et se développent avec succès. Cette **nécessaire ouverture des systèmes d'information** n'est prise en compte que partiellement dans les différents modèles d'architecture de fourniture de services (OSA/Parlay ou web services), et ne couvre que les problématiques techniques.

Elle constitue un **facteur de risque technique et opérationnel important, encore mal identifié, ou sous-estimé**, par les différents acteurs. Elle nécessitera des évolutions lourdes des systèmes d'informations commerciaux, tant sur le plan fonctionnel que technique, évolutions qui **doivent être anticipées notamment par les opérateurs**.

3.7.6.2 Evolution fonctionnelle de la facturation

Le modèle même de facturation des nouveaux services convergents doit évoluer (ou même, est encore à créer à ce jour). En effet, la tarification à la durée héritée des services voix traditionnels, ou le modèle de fourniture d'un service gratuit hérité d'Internet ne sont pas viables pour ces nouveaux services. De **nouveaux modes de facturation adaptés aux besoins, aux usages et aux moyens des clients** doivent donc être développés par les opérateurs et fournisseurs de services. On pourra citer notamment la facturation au volume, à l'usage, à l'acte, ou en fonction de la valeur ajoutée du service.

Par ailleurs, de nombreuses nouvelles sources d'informations de taxation sont à prendre en compte, comme les serveurs IP et les plates-formes de services. Ces évolutions des parties « collecte d'informations de taxation » et « valorisation » du SI commercial ne sont pas mineures.

Enfin, les acteurs du marché s'accordent à dire que **les fonctions de facturation pour les accords d'interconnexion IP manquent de sophistication et de standards** par rapport à la complexité des besoins engendrés par les nouveaux services et les nouveaux modèles de relations entre acteurs.

En effet, le modèle « basique » d'échange de flux IP par peering ne peut pas être pertinent et suffisant sur le moyen terme. Ce point est aussi à rapprocher de la difficulté de mesurer de manière efficace la qualité de service dans un réseau IP. Des facteurs clé d'évolution dans ce domaine seront sans doute le déploiement en masse d'offres de **voix sur IP** d'une part, et d'autre part l'émergence d'offres d'interconnexion IP spécifiques (**GRX – GPRS roaming Exchange**) dans le cadre de la mise en œuvre des services de roaming international GPRS.

3.7.7 Problématiques réglementaires

Potentiellement, l'introduction des NGN posera inévitablement des problématiques d'adaptation du contexte réglementaire, et notamment sur les thèmes suivants :

- Obligations des opérateurs de réseaux et de services
- Interconnexion
- Droits des utilisateurs (dont la qualité de service)
- Protection des données et des contenus

- Régulation des contenus, propriété et copyright
- Sécurité, signature électronique
- Interception légale (Cf. WG NGN ETSI)
- ...

Ces problématiques réglementaires sont **traitées en détail dans le chapitre 6 du rapport.**

3.7.8 Conclusion

Les points essentiels et prioritaires à retenir de cet exposé des problématiques transverses associées aux NGN sont :

- la nécessité d'une **réflexion de fond et globale sur l'évolution du concept de numérotation et l'harmonisation des processus d'attribution et de gestion des ressources d'adressage, nommage et numérotation**, le tout dans une optique de convergence téléphonie / données (vers IP) et de convergence fixe / mobile (vers le mobile). Cf. chapitre 6 Réglementation.
- La prise en compte d'une **complication des terminaux afin de gérer la mobilité entre réseaux d'accès**, qui est un des principes clé des NGN, en intégrant notamment les **problématiques de disponibilité commerciale et de renouvellement du parc** (Cf. conclusions du chapitre 3.6 sur les terminaux)
- Le **risque mal identifié de blocage** de l'ouverture des réseaux à des fournisseurs de services tiers du fait des impacts techniques et organisationnels liés à la **nécessaire interconnexion des systèmes d'information des partenaires**.
- Techniquement, la **généralisation des mécanismes IP**, tant pour l'adressage que pour la résolution d'adresse nécessaire à l'établissement d'une connexion IP ou pour la supervision et l'administration des réseaux et services, et la nécessité d'une réflexion plus poussée concernant la maîtrise et le contrôle de la **qualité de service de bout en bout**, sous l'égide d'organismes de normalisation fédérateurs.

3.8 Conclusion technique : des éléments technologiques structurants

La conception et la définition de l'architecture des réseaux de « nouvelle génération » est variable suivant les acteurs ; ces différences sont naturellement liées à l'origine (télécoms, réseaux, services) et à l'existant de chacun (acteurs historique, nouvel entrant,...) Cependant de grandes tendances se dégagent et des concepts communs émergent.

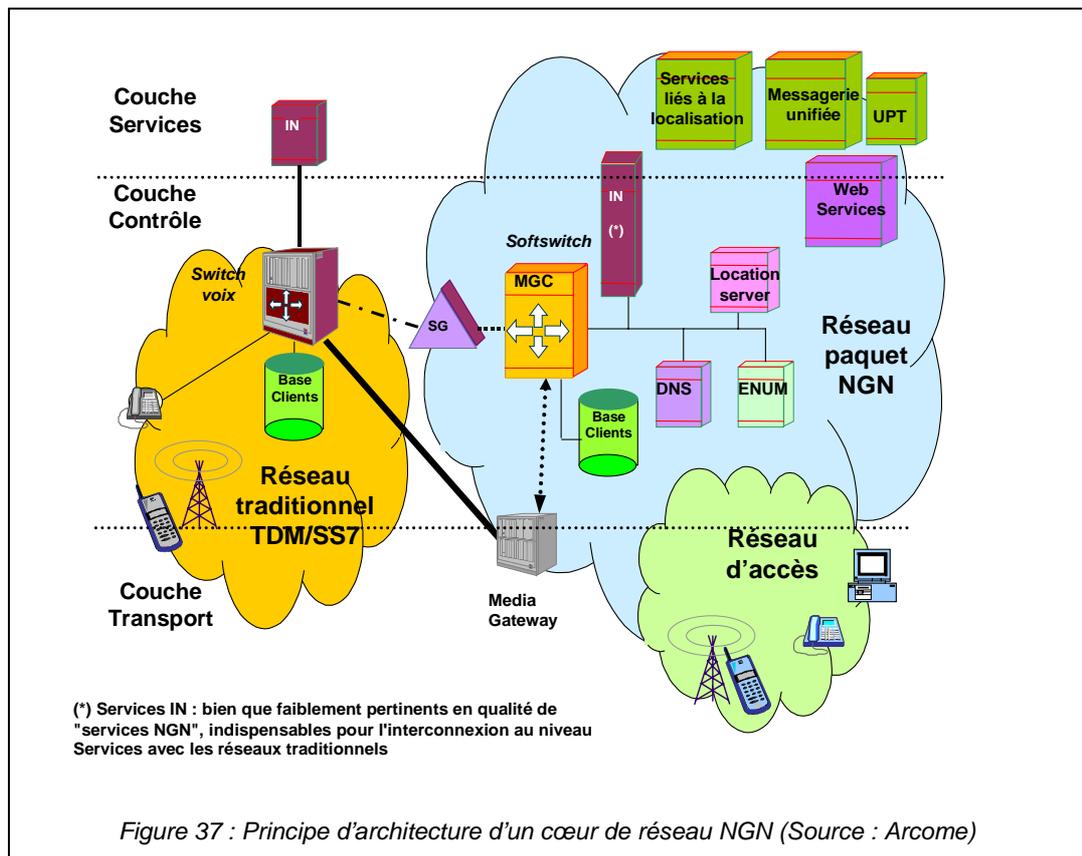
Le NGN sera un système offrant des services multimédia en s'appuyant sur un réseau support mutualisé et caractérisé par plusieurs éléments essentiels:

- Un **cœur de réseau unique et mutualisé** pour les différents types d'accès et de services.
- Une architecture de cœur de réseau en **3 couches : Transport, Contrôle et Services**.
- Une évolution vers un **transport convergent en mode paquet (flux IP transportés en IP natif, ou sur ATM à court terme avec une convergence progressive vers IP)**.
- Des **interfaces ouvertes et normalisées** entre chaque couche, et notamment au niveau des couches Contrôle et Services afin de permettre le développement et la réalisation de services indépendants du réseau.
- Le support d'applications multiples, multimédia, temps réel, en mobilité totale, adaptables à l'utilisateur et aux capacités des réseaux d'accès et des terminaux.

Pour les constructeurs issus des réseaux de données, la mise en œuvre directe d'un **transport IP**, avec l'utilisation des classes de services (mécanisme DiffServ) associé au protocole **MPLS**, nativement conçus pour fonctionner avec IP, est une solution envisageable dès à présent ; l'évolution de la solution IP/MPLS sera apportée, à plus long terme, par le protocole **G-MPLS** qui simplifie la gestion du réseau de transport.

Pour les constructeurs télécoms généralistes, la solution passe généralement par **ATM à court terme**, avant d'éventuellement se tourner vers des solutions « tout-IP ». De plus l'ATM est encore très présent au niveau de la boucle locale (xDSL, BLR, UMTS pour les premières versions).

Les nouveaux acteurs positionnés exclusivement sur des équipements NGN supportent en général les deux solutions. Ils insistent particulièrement sur le fait que **l'essentiel pour une solution de réseau NGN est de migrer la signalisation sur IP natif**, le transport du trafic IP lui-même pouvant être réalisé indifféremment sur une couche IP, ATM, ou même sur un réseau TDM traditionnel.



L'importance relative entre l'évolution « tout IP » et la séparation du réseau en couches diffère selon les acteurs. Mais une majorité s'accordent à dire que **le concept majeur des NGN est bien l'évolution « tout IP »**, la séparation en couches n'étant qu'une étape, ou une nécessité pour optimiser les réseaux.

Afin de garantir l'interfonctionnement et la qualité de service (et en particulier la non régression des services téléphoniques par rapport à leur gestion en mode circuit), la mise en œuvre des réseaux NGN devra également s'accompagner :

- d'une réflexion globale sur **l'évolution des concept de numérotation d'adressage et de nommage** et l'harmonisation des processus d'attribution et de gestion de ces ressources, le tout dans une optique de **convergence téléphonie / données (vers IP)** et de **convergence fixe vers mobile**.
- De la mise en œuvre de mécanismes de **qualité de service** standardisés de bout-en-bout,
- D'efforts minimisant les risques de **blocage** de l'ouverture des réseaux à des fournisseurs de services tiers du fait des impacts techniques et organisationnels liés à la **nécessaire interconnexion des équipements mais aussi des systèmes d'information des partenaires**.

3.8.1 La Couche d'accès, un moteur pour l'introduction des NGN

La multiplication et les évolutions des réseaux d'accès sont identifiées comme **un élément déclencheur majeur - et un moteur essentiel - de l'évolution des réseaux vers les NGN.**

Si l'on analyse les évolutions majeures apportées par ces différentes technologies d'accès, la tendance actuelle est à :

- la multiplication des technologies d'accès,
- l'évolution vers le haut débit,
- des technologies de transport multi-services en mode paquet (IP, ou plus fréquemment ATM),
- la convergence fixe/mobile, avec la prise en compte du nomadisme du fait de l'essor des réseaux d'accès mobiles et des réseaux locaux sans fil.

Ces quatre axes d'évolution des réseaux d'accès s'inscrivent parfaitement dans le contexte des nouveaux réseaux et services NGN, et en favoriseront donc vraisemblablement l'émergence.

L'**xDSL** et la **BLR**, de par leur capacité de transmission **haut débit**, constituent indéniablement un **moteur** pour les NGN : **les services de voix sur ADSL ou sur câble** représentent un exemple opérationnel de convergence entre des réseaux ; **l'utilisation de l'ATM dans ces technologies** n'empêche pas de fournir des services « tout-IP ».

Les réseaux d'accès **câbles**, **Ethernet optiques** ou **WLAN** associent capacité de transmission de **services haut débit** et de **flux IP natifs**. Ces deux aspects en font des technologies particulièrement pertinentes dans le cadre des NGN.

La mise en œuvre du GPRS sera pour les opérateurs mobiles une étape clé qui leur permettra de mettre en œuvre **des architectures de cœur de réseau (transport IP) et des services** de transmission de données en mode paquet à haut débit que l'on peut qualifier de « **pré-UMTS** » ou « **pré-NGN** ».

Le système mobile de troisième génération **UMTS est le premier système global entièrement normalisé** (du moins dans sa deuxième phase) **avec une architecture de réseau et de services NGN**. L'utilisation massive du transport ATM dans le sous-système radio UMTS, en phase initiale, fait que, en fonction de leur existant, **certaines opérateurs s'orienteront vraisemblablement initialement** pour leur cœur de **vers un transport de la voix sur TDM** (réutilisation du backbone GSM) **et de la donnée sur IP** (réutilisation du backbone GPRS).

Bien que ne pouvant pas être qualifiées de NGN, les **nouvelles technologies d'accès haut débit** sont une composante connexe très importante car elles **influeront sur la rapidité d'introduction et les modalités techniques détaillées de mise en œuvre des cœurs de réseau NGN**, notamment concernant le choix du protocole de transport de cœur de réseau.

3.8.2 Réseau de transport

L'objectif de ces différentes évolutions du réseau de transport est de répondre à **quatre impératifs** pour le transport convergent des flux IP multimédia dans un réseau NGN : l'adéquation aux nouveaux besoins de **services**, le support des très **haut débit**, la garantie de **qualité de service**, surtout concernant les flux temps réel (voix, vidéo...), la **gestion optimisée** du réseau de transport.

Pour répondre à ces problématiques, une évolution s'amorce vers des **réseaux convergents** utilisant des technologies de transmission et de transport **haut débit**, en **mode paquet**, avec une **qualité de service** adaptée aux différents services.

De plus, l'architecture NGN définit la séparation des fonctions Transport et Contrôle du cœur de réseau. En effet, la notion de réseau de transport, au sens NGN, inclut, en complément des liaisons physiques et de l'infrastructure « passive » de transport, **l'apparition des fonctions Media Gateway et Signalling Gateway**, qui effectuent la conversion et l'acheminement du trafic et de la signalisation sous le contrôle des serveurs d'appel.

Plusieurs tendances peuvent être observées autour des réseaux de transport :

- L'extension de l'usage de la **commutation optique** et du **multiplexage en longueur d'onde** (DWDM, CWDM) dans les réseaux de transmission étendus, y compris métropolitains, au détriment du multiplexage TDM.
- L'apparition de commutateurs **Ethernet dans les réseaux métropolitains**, voire nationaux ou internationaux. Ces commutateurs permettent une connectivité de « bout en bout » en Ethernet.
- Au niveau du réseau de commutation pour le transport du trafic IP, on peut anticiper la **diffusion progressive des commutateurs MPLS**, avec les tendances suivantes qui se dégagent :
 - une tendance forte vers une **commutation MPLS seule**.
 - une tendance moindre vers un **réseau mixte ATM et MPLS** (persistance d'une commutation ATM, notamment en périphérie du cœur de réseau, qui permettra une interconnexion avec les réseaux d'accès xDSL, BLR ou UTMS).
 - à plus long terme l'apparition du **GMPLS** (MPLS sur WDM) offrira une solution mariant le contrôle des réseaux de commutation et de transmission.
 - **L'incertitude au sujet de la date d'évolution de la commutation IP de sa version 4 actuelle vers sa version 6.** Mis à part l'Asie où la forte pénurie d'adresses IPv4 va forcer les opérateurs à migrer, la date de migration dans le reste du monde reste incertaine. La problématique de la pénurie d'adresse se posera à terme avec l'essor de l'UMTS.

On peut pressentir **des scénarii d'évolution différents** suivant les acteurs, l'un s'appuyant sur une commutation mixte ATM/MPLS, et l'autre sur une commutation MPLS native.

Quel que soit le protocole de transport utilisé, les flux qui transiteront pas les réseaux NGN seront « tout IP ».

3.8.3 La Commutation NGN : séparation des couches Transport et Contrôle

La mise en œuvre de l'architecture NGN au niveau de la couche contrôle se traduit techniquement par :

1. **Le remplacement des commutateurs traditionnels par deux types d'équipements distincts :**

- d'une part des serveurs de contrôle d'appel dits Softswitch ou Media Gateway Controller assurant le contrôle des communications et des ressources des autres équipements de la couche contrôle,
- et d'autre part des équipements de médiation et de routage dits Media Gateways qui assurent non seulement l'acheminement du trafic, mais aussi l'interfonctionnement avec les réseaux externes et avec les divers réseaux d'accès en réalisant la conversion du trafic (entité fonctionnelle Media Gateway) et la conversion de la signalisation associée (entité fonctionnelle Signalling Gateway).

2. **L'apparition de nouveaux protocoles** de contrôle d'appel et de signalisation entre ces équipements (de serveur à serveur, et de serveur à Media Gateway)

- **Signalisation de contrôle d'appel : SIP vs H.323**

SIP semble être le protocole choisi par la plupart des acteurs pour sa simplicité et son utilisation des technologies et format « web ». Cependant ce protocole apparaît comme n'étant pas encore mature pour des déploiements en masse. H.323 est identifié comme un protocole plus lourd que SIP, notamment pour la gestion du transit, mais est actuellement le protocole le plus implémenté car il fut, historiquement, le premier standard disponible.

- **Signalisation de commande des Media Gateways : Megaco/H.248 vs MGCP**

Megaco/H.248 semble être la cible identifiée par la plupart des acteurs, mais du fait de la plus grande maturité des offres (du moins pour certains constructeurs), MGCP pourrait être largement utilisé à court terme.

- **Signalisation de transit : BICC vs SIP-T**

BICC était prévu initialement pour le transport de la signalisation entre serveurs de contrôle sur ATM, et SIP-T sur IP. Les deux protocoles évoluent en fait pour supporter les deux modes de transport. Il est possible que le consensus qui se dessine autour de SIP pour le contrôle d'appel bénéficie à terme à SIP-T.

- **Protocole d'adaptation : SIGTRAN (SIGNalling TRANsport)**

SIGTRAN utilise une nouvelle couche de transport appelée Stream Control Transmission Protocol (SCTP), à la place de TCP, pour transmettre la signalisation SS7 d'une façon transparente sur les réseaux IP.

Il ressort de notre analyse qu'au niveau de la couche Contrôle, les principales incertitudes concernent **le choix des protocoles**. En effet, pour chaque domaine concerné, **deux protocoles sont en général en lice**, l'un plus ancien et plus proche de l'héritage « téléphonie », et l'autre plus récent et plutôt hérité du monde Internet.

Cette situation soulève inmanquablement la **question de l'interopérabilité à court/moyen terme entre solutions implémentant des protocoles différents**.

3.8.4 La Couche Services des NGN

L'évolution des réseaux, aussi bien au niveau de la couche Transport que de la couche Contrôle, permet le développement de nouveaux services. Les réseaux d'accès haut débit, la gestion de la mobilité, la géolocalisation et la personnalisation sont autant d'outils disponibles pour la création de services multimédia encore plus interactifs et adaptables au type de terminal utilisé et aux besoins des utilisateurs.

Pour fournir ces services modulables, il est nécessaire, face à la multiplication des réseaux d'accès et des terminaux communicants, de définir **une nouvelle architecture d'accès aux services. Deux modèles issus d'approches différentes, mais complémentaires**, émergent : une architecture « OSA/Parlay » et un modèle « Web Services ». Tous deux sont basés sur des **protocoles** et des **interfaces ouvertes et standardisés** facilitant l'émergence des fournisseurs tiers de services, mais aussi l'interopérabilité entre les solutions.

- **Le modèle OSA/Parlay**, basé sur l'interface de services normalisée du modèle OSA/Parlay préconisé par le 3GPP, **a fédéré un grand nombre de constructeurs télécoms et d'opérateurs historiques**. En effet, l'architecture, centrée sur le Softswitch, permet l'évolution des réseaux télécoms actuels. Ce modèle est plus adapté aux services nécessitant une forte coopération des serveurs d'appel et bases de données du cœur de réseau (ex. : services téléphoniques, géolocalisation...)
- **Le modèle** préconisé par le W3C, les « **Web services** », **est, pour sa part, avancé et déjà mis en œuvre par les acteurs venant du monde Internet et informatique**. Cette approche est basée sur les technologies et des protocoles (XML, SOAP) issus du monde Internet avec une architecture distribuée. Le protocole de contrôle d'appel utilisé dans cette architecture est le protocole **SIP**. Ce modèle est plus adapté aux services réalisés de manière transparente après établissement d'une connexion IP.

La relative jeunesse de ces modèles ne permet pas de se prononcer formellement sur le succès de l'un ou/et l'autre des modèles. Il ressort cependant que :

- **l'approche OSA/Parlay est incontournable pour les acteurs télécoms** établis évoluant vers les NGN. Mais le succès du modèle OSA se confirmera (ou s'infirmera) vraiment avec l'essor des réseaux et services UMTS.
- **l'approche des « Web services » est moins complexe à implémenter et donc plus accessible à des fournisseurs de services tiers** que l'interface OSA/Parlay. La preuve en est l'existence à ce jour des premiers services issus de ce modèle.
- **les deux approches sont complémentaires**, un services pouvant tout à fait être mixte (service « Web services » ayant recours à des requêtes OSA au cours de son exécution).

Mais n'oublions pas que **l'objectif d'une telle architecture est aussi l'ouverture des plates-formes et des interfaces à des nouveaux acteurs**. C'est, au vu de nombreux exemples, l'unique solution pour avoir un marché dynamique, ouvert et viable. La question essentielle est donc de **savoir si les acteurs établis désirent réellement ouvrir leurs infrastructures à des acteurs tiers**, qui seraient dans le même temps des concurrents potentiels.

3.8.5 les terminaux au cœur de la migration vers les NGN

L'évolution des terminaux fixes ou mobiles n'est pas neutre dans le contexte des NGN. En effet, les réseaux et services de nouvelle génération ne pourront prendre forme qu'à travers la disponibilité et l'adoption effective de nouvelles familles de terminaux capables de les supporter et de les rendre attractifs.

Les terminaux doivent donc nécessairement :

- En premier lieu, **s'adapter au support des nouveaux services** spécifiés par les opérateurs et fournisseurs de services (point non spécifique aux NGN).
- Dans un second plan, **intégrer les évolutions des protocoles de contrôle d'appel** des cœurs de réseaux NGN.

Ainsi, d'une manière générale, les terminaux seront amenés à évoluer vers :

- Le **support de services multimédia**.
- Le **déport d'une partie de l'intelligence de service** qui permet une architecture de services distribuée et plus efficace.
- La gestion de **fonctions nouvelles** telles que le nomadisme ou la géolocalisation pour les terminaux mobiles.
- L'utilisation des **nouveaux protocoles de contrôle d'appel** utilisés pour **dialoguer** avec les plates-formes de services et avec les autres terminaux. A terme une part importante des terminaux seront vraisemblablement nativement **IP multimédia**.

Alors que la visibilité est relativement bonne sur les évolutions des terminaux mobiles, elle l'est beaucoup moins concernant les terminaux fixes. Notons cependant une tendance commune : une **spécialisation** de plus en plus grande des terminaux par usage.

Il sera également nécessaire pour tous les acteurs de prendre en compte les points clé suivants :

- La **non-régression fonctionnelle** par rapport aux terminaux traditionnels.
- L'adaptation matérielle et logicielle des terminaux afin d'intégrer le traitement de nouveaux flux (streaming, image, vidéo, Internet...) et de nouveaux langages de développement de services (XML, Java...).
- L'**interopérabilité des services du fait de l'existence de terminaux hétérogènes**, et en particulier pour les communications entre terminaux d'ancienne et terminaux de nouvelle génération (IP multimédia).
- Le **prix des terminaux fixes et mobile de nouvelle génération**, qui sera initialement élevé, à niveau de service égal, et le restera tant que le marché ne sera pas rentré dans une production de masse.
- Enfin et surtout, la **vitesse et les processus de renouvellement du parc de terminaux actuels**.

De par leur maturité, leur diversité, leur coût et leur rapidité de diffusion, les terminaux jouent un rôle décisif pour permettre et faciliter la migration vers des réseaux et services NGN.

3.8.6 Migration vers les NGN : diversité des approches et facteurs de choix

Comme on l'a vu, il existe à tous les niveaux d'un réseau NGN des diversités d'implémentation possibles. Les principaux facteurs qui influenceront ces choix sont :

- L'avancement et la convergence des travaux de normalisation autour des architectures et protocoles NGN.
- La maturité et le coût des produits NGN par rapport à leurs équivalents d'ancienne génération et par rapport aux dites normes. Les offres de produits NGN sont récentes, et ces deux aspects sont donc amenés à évoluer rapidement.
- L'infrastructure existante des opérateurs et fournisseurs de services, qui influera sur les choix de ces derniers tant du point de vue technique qu'économique, ainsi que leurs prévisions d'évolution d'activités vis-à-vis de leurs clients et de leurs partenaires.
- Les avantages attendus de la migration vers les NGN, les risques potentiels associés et le contexte économique et réglementaire dans lequel se situent les prises de décisions de ces acteurs.

Hormis le premier point qui est traité dans le chapitre 4 suivant traitant de la normalisation, ces aspects sont développés dans la partie économique (chapitre 5) et la partie réglementaire (chapitre 6) de l'étude.

3.9 Introduction : un foisonnement d'organisations impliquées

3.9.1 Segmentation des organisations en jeu

Les NGN couvrant un très grands nombre de domaines, de multiples organisations sont impliquées dans les actions de normalisation autour de ce thème. En faire une liste exhaustive serait quasi impossible. Toutefois on peut distinguer **plusieurs catégories d'organismes impliqués**, en accord également avec les indications relevées lors des entretiens.

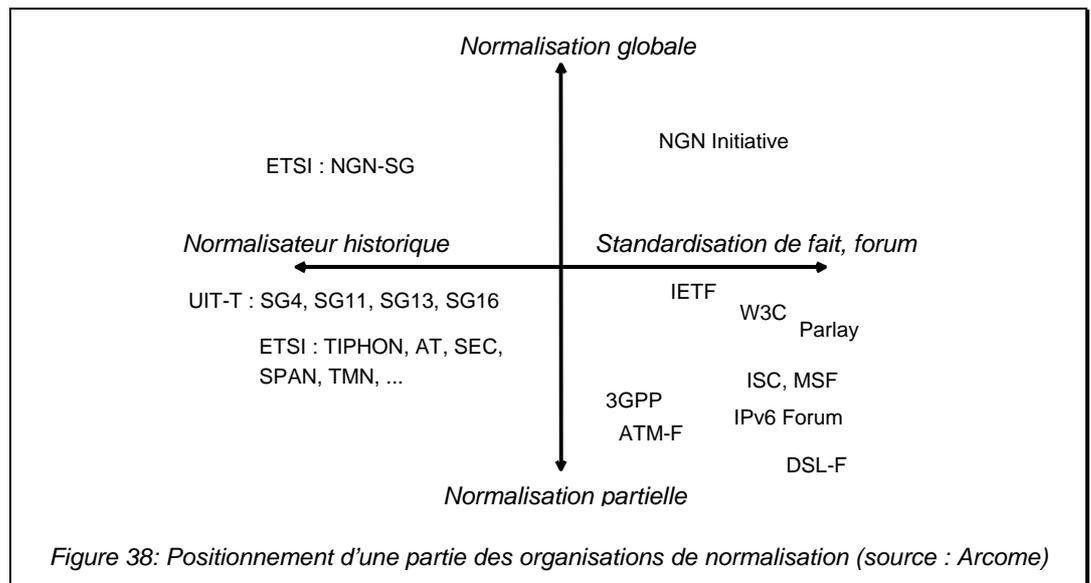
Une première classification peut être tout d'abord faite suivant le sujet traité par ces organisations :

- Des organismes traitant seulement **d'une partie des composants nécessaires aux NGN** (protocole, architecture, interface...).
- Des organisations traitant du sujet NGN dans **son ensemble**.

Une deuxième classification peut également être réalisée suivant le mode d'intervention des organisations :

- Des organisations historiquement impliquées dans les activités de **normalisation**, avec un fonctionnement basé sur des **décisions** majoritaires (votes) et une **représentativité par pays ou par organisation membre**.
- Des organisations plus tournées vers une **standardisation «de facto»** par **consensus** des membres participants et présentant en général un fonctionnement de type **«forum»**.

Sans prétendre à l'exhaustivité, quelques organisations ont été placées sur le schéma ci-dessous afin d'illustrer cette double segmentation.



3.9.2 Grandes tendances ressortant des entretiens

Les entretiens menés avec un panel de constructeurs, opérateurs et fournisseurs de services ont permis aux acteurs rencontrés d'exprimer leurs attentes et stratégies en normalisation et standardisation, ainsi que les organismes clé auxquels ils participent ou sur lesquels ils s'appuient dans ces domaines.

Interrogés sur les organismes qu'ils considèrent comme pertinents dans le cadre de la normalisation / standardisation des NGN, les constructeurs ont cité massivement **l'IETF, organisme où se standardise Internet, qui apparaît comme l'organisme incontournable**. A un degré moindre viennent des organismes comme le 3GPP, l'UIT ou l'ISC, puis l'ETSI, le MSF, le W3C, le Parlay Group ou le consortium OMA.

Toutefois ce classement masque **des disparités importantes entre organisations**. Les constructeurs ne placent pas tous ces organismes sur un même plan et leur attribuent des **spécificités** :

- L'IETF est vu quasi unanimement comme le lieu du travail de standardisation technique effectif pour les NGN.
- Un certain nombre d'organismes sont présentés comme des lieux de normalisation dédiés : 3GPP pour travailler sur l'UMTS, Parlay Group pour définir l'interface entre le réseau et les fournisseurs de services...
- Les forums ISC et MSF sont vus comme des lieux plus tournés vers l'échange marketing et moins axés sur les discussions techniques.
- L'UIT et l'ETSI ont été cités à la fois comme des organisations de normalisation «historiques» et comme des lieux de travail effectifs tournés vers les NGN.
- Le W3C est l'organisme de référence pour la standardisation des technologies web.

Cette profusion des organisations accueillant aujourd'hui des discussions autour des NGN rend compte de la **diversité des initiatives** des constructeurs et opérateurs. Plusieurs constructeurs interviennent dans de multiples forums mais n'ont pas fourni de liste plus détaillée, ce qui soulève la question **du risque de dispersion** des initiatives.

Des **coopérations** plus ou moins formelles se nouent également entre organismes impliqués dans les NGN. A titre d'exemple on peut citer :

- Une coopération formelle, basée sur la signature d'un MoU : ETSI/ATM Forum/UIT-T SG13.
- Des comités communs afin d'aboutir à un objectif prédéfini : Parlay/3GPP-CN5/ETSI SPAN/JAIN pour OSA

Dans le cadre du développement de leurs offres de produits NGN, les constructeurs interrogés plébiscitent le **recours systématique aux normes et standards quand ils existent**. Le recours aux **développements propriétaires est principalement utilisé pour assurer le développement de services innovants**. Il s'accompagne alors d'une publication systématique, et très fréquemment d'un travail de standardisation.

Les opérateurs sont très peu impliqués dans les organismes de normalisation. Cependant pour la plupart d'entre eux, la conformité des solutions utilisées avec les normes et les standards est essentielle. Ils attendent des constructeurs qu'ils proposent des solutions normalisées, mais les normes permettant différentes interprétations, les opérateurs demandent que ces solutions soient interopérables.

Les constructeurs interrogés plébiscitent le **recours systématique aux normes et standards quand ils existent.**

Les **opérateurs** sont **très peu impliqués** dans les organismes de **normalisation**. Cependant pour la plupart d'entre eux, ils attendent des constructeurs qu'ils proposent des **solutions normalisées et interopérables.**

3.9.3 Normalisation et réglementation

Concernant le rôle des régulateurs dans les processus de normalisation, les attentes des acteurs sont logiquement différentes, bien que se rejoignant sur le besoin de coordination :

- Pour les constructeurs :

Une **coordination des régulateurs avec les organismes de normalisation** permettra aux acteurs, constructeurs et opérateurs, de **mieux appréhender le développement de nouvelles solutions** dans le cadre défini par la réglementation.

- Pour les opérateurs :

Il ressort que le **besoin de régulation au niveau européen est de plus en plus pressant**, notamment parce que les opérateurs sont très souvent paneuropéens. Dans cette optique, **le package 2000 semble être bien perçu**, pour ceux qui en connaissent l'existence, dans l'évolution vers les NGN.

Le régulateur doit intervenir sur le sujet de la normalisation dans le cas où celle ci met en péril le respect de la concurrence ; cela pourrait se traduire par :

- une **collaboration plus étroite avec les organismes de normalisation** pour s'assurer de la neutralité des décisions technologiques
- une **vérification de la conformité des opérateurs avec les normes en vigueur**, au moins concernant les interconnexions et les services proposés par les acteurs majeurs.

Pour les constructeurs, une **coordination des régulateurs avec les organismes de normalisation** permettrait de **mieux adapter les nouvelles solutions aux attentes de la réglementation.**

Les **opérateurs** attendent des régulateurs une **collaboration plus étroite avec les organismes de normalisation**

- pour s'assurer de la **neutralité des décisions technologiques**
- pour vérifier **la conformité des opérateurs majeurs avec les normes en vigueur.**

3.10 Les organismes de normalisation «traditionnels» : un rôle fédérateur ?

Les organisations historiquement impliquées dans la normalisation sont l'UIT-T (au niveau mondial) et l'ETSI (au niveau européen). Leur implication dans les NGN aujourd'hui est basée sur des programmes spécifiques NGN (NGN-Starting Group à l'ETSI) et à travers les multiples sous-groupes travaillant sur des domaines intégrés ou connexes aux NGN.

Toutefois l'ETSI et l'UIT-T sont peu cités dans les publications relatives aux NGN ou dans les entretiens ou conférences. Leur influence semble limitée sur ce sujet. **Les acteurs du marché des NGN les voient comme des organismes permettant la consolidation et la diffusion de standards** une fois leur spécification effectuée auprès d'autres instances, dont les forums par exemple, **et ayant un rôle important à jouer pour la consolidation ou la définition d'une architecture générale commune ainsi que la vérification de l'interopérabilité des solutions NGN.** La nécessité d'une forte réactivité dans un domaine qui évolue de plus en plus rapidement est une des explications les plus probables de cet état de fait actuel.

3.10.1 Niveau européen : L'ETSI

L'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) est l'organisation européenne de standardisation pour les Télécommunications. En novembre 2001, l'ETSI compte 873 membres en provenance de 54 pays : constructeurs (52%), opérateurs (15%), fournisseurs de services et autres (23%), administrations (7%) ... Les thèmes traités à l'ETSI sont déclinés au travers de Comités Techniques sur un sujet donné (ex : AT Access and Terminals) ou sur une architecture donnée (ex : TIPPHON Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks).

Des groupes ponctuels peuvent être créés pour éclairer l'assemblée générale de l'ETSI sur un thème donné. Dans ce cadre, un groupe NGN-SG a mené en 2001 un travail de réflexion sur les NGN.

3.10.1.1 NGN-SG

Partant du constat que la normalisation liée aux NGN était éparse à travers de multiples sous-groupes de l'ETSI et de multiples forums extérieurs, l'Assemblée Générale de l'ETSI a décidé de créer un groupe « Starter Group » **chargé de faire un état des lieux et de proposer des points d'actions à l'ETSI.**

Ce Starter Group (NGN-SG) a principalement travaillé par échange de mails entre ses membres et a rendu son rapport lors de l'Assemblée Générale (GA 38) des 20 et 21 Novembre 2001 :

- La première tâche des 200 membres participants a été de **définir les NGN** (cette définition figure dans le chapitre 2 « Définitions » du présent rapport).
- Ensuite un **état des lieux** a révélé que la standardisation autour du domaine des NGN était éparpillée dans un nombre conséquent de comités techniques, internes ou externes à l'ETSI. Cet état de fait conduisant à une absence de visibilité sur les domaines nécessitant une normalisation, des adoptions de standards contradictoires ou un gaspillage de ressources par suite de recherches similaires menées à plusieurs endroits. Cela est reconnu à l'intérieur de plusieurs forums.

- Toutefois le sujet des NGN est trop vaste pour être traité dans un seul forum et l'ETSI devra donc participer à plusieurs initiatives pour couvrir le sujet en entier. Le NGN-SG propose donc que **l'ETSI joue un rôle de fédérateur** des initiatives autour des NGN.

Le NGN-SG a de plus identifié un certain nombre de **points nécessitant une action spécifique** :

- L'architecture NGN, les définitions de référence et les protocoles de contrôle.
- La qualité de service de bout en bout.
- La création de service, le contrôle et la personnalisation.
- La gestion des réseaux NGN.
- Les interceptions légales.

Pour chacun de ces points les comités de discussion les plus avancés (internes ou extérieurs à l'ETSI) ont été identifiés par le NGN-SG ainsi qu'une proposition de collaboration à fournir par l'ETSI sur le sujet.

3.10.1.1.1 Architecture NGN

L'architecture proposée par le groupe TIPHON de l'ETSI peut être proposée comme début de réflexion pour la définition de l'architecture des NGN.

Les autres organisations importantes identifiées par le NGN-SG comme intervenant dans la partie architecture sont :

- ISC (architecture softswitch)
- IETF SIP (protocoles)
- MSF (architecture basée sur la séparation)
- Parlay, 3GPP, JAIN, ETSI SPAN12 (contrôle d'appel et API pour contrôle de service)
- 3GPP (accès UMTS)
- ETSI TIPHON (architectures génériques et interopérabilité avec RNIS, RTC et SIP)
- ETSI SPAN (évolution et interopérabilité avec RNIS)
- UIT-T SG9, 11, 13, 15 et 16 (standardisation de terminaux, protocoles de signalisation, architectures, codecs, multimédia, SS7, protocoles Internet).

3.10.1.1.2 Qualité de service de bout en bout

Il est important d'aboutir à une normalisation de la qualité de service de bout en bout pour les services voix avant de traiter n'importe quel autre type de trafic. Pour le NGN-SG les organisations impliquées dans cette problématique sont :

- ETSI TIPHON et STQ ont d'ores et déjà abouti à un document (TS 101 329-1) portant sur la définition de classes de services harmonisées pour la téléphonie. Ces travaux sont suivis par l'UIT-T SG11 et 16 pour la négociation de ces classes entre systèmes.
- ETSI TIPHON et l'UIT-T SG16 ont débuté un travail concernant la définition de classes de services pour le multimédia. Ce sujet intéresse également l'IETF et le DVB.

- Concernant les mécanismes de négociation entre couches basses, le NGN-SG recommande que l'IETF soit considéré comme le leader pour le protocole IP et l'ATM-Forum pour le protocole ATM. Les travaux de l'ETSI pourront utilement contribuer dans ces deux structures.

3.10.1.1.3 Création de service, personnalisation

Le NGN-SG reconnaît qu'il est important de disposer d'architectures ouvertes et d'interfaces compatibles et harmonisées. Dans ce cadre les travaux relatifs à l'API OSA sont à considérer comme un point de départ et une discussion doit s'ouvrir avec Parlay Group, 3GPP, JAIN, et ETSI SPAN.

3.10.1.1.4 Gestion des réseaux NGN

Le NGN-SG recommande de compléter les spécifications et définitions déjà existantes par apport d'informations spécifiques aux NGN. Cela peut concerner des textes émis par l'UIT, l'IETF et l'ETSI.

3.10.1.1.5 Interceptions légales

Le NGN-SG recommande que ce point soit traité en collaboration avec les différents comités et experts, puisque l'architecture ouverte des NGN autorise les services à être fournis sur plusieurs piles de protocoles, rendant le travail d'interception plus complexe.

3.10.1.2 TIPHON : Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks

Le projet TIPHON est souvent cité par le NGN-SG comme pivot central de réflexion sur les NGN. Ce projet a été créé en 1997 afin de coordonner les efforts d'interfonctionnement et d'interopérabilité entre les différents protocoles.

Il a pour objectif de développer un protocole de communications généralisé pour les services de voix sur IP sur des réseaux de téléphonie publique ; ce « méta-protocole » étant indépendant des protocoles de transport utilisés. TIPHON doit aussi gérer l'interfonctionnement entre SIP et H.323 ainsi que de ceux-ci avec ISUP pour fournir l'interopérabilité avec les réseaux de commutation de circuits.

Ce projet n'a pas pour objectif de définir de nouveaux standards, mais plutôt des concepts permettant de faire évoluer les réseaux en facilitant la migration et l'interopérabilité des réseaux de différentes natures. TIPHON est aussi en contact étroit avec l'IETF, le MSF et l'ISC.

Actuellement, il est composé de huit groupes de travail :

- WG1 : Définition des caractéristiques des services
- WG2 : Architecture de la solution
- WG3 : Définition des protocoles
- WG4 : Adressage et nommage
- WG5 : Qualité de service
- WG6 : Vérification et démonstration
- WG7 : Mobilité
- WG8 : Sécurité

3.10.1.3 Les autres comités de l'ETSI impliqués dans les NGN

De très nombreux groupes techniques de l'ETSI sont impliqués dans les NGN, comme l'a identifié le NGN-SG :

- ETSI AT (Access and Terminals) : traite des aspects liés aux terminaux.
- ETSI BRAN (Broadband Radio Access Networks) : ce projet ETSI a développé les standards des réseaux Hyperlan et travaille sur les standards concernant les réseaux radio d'accès large bande en environnements variés.
- ETSI HF (Human Factors) : travaille sur le sujet « Common Identification Schemes for NGN » (DEG/HF-00038)
- ETSI SEC (Security) : groupe transverse s'assurant que les aspects sécurité sont bien pris en compte dans l'ensemble des travaux de l'ETSI.
- ETSI SES (Satellite Equipment and Systems) : prépare les spécifications d'architecture pour un réseau satellitaire supportant des services large bande.
- ETSI SPAN (Services and Protocol for Advanced Networks) : comité technique compétent pour tous les aspects liés à la standardisation des réseaux fixes et qui traite également des réseaux IP. Ce comité prend en charge la mobilité dans les réseaux fixes.
- ETSI STQ (Speech processing, Transmission and Quality aspects) : coordonne et produit les documents relatifs à la qualité de la voix, dans les réseaux fixes ou mobiles.
- ETSI TMN (Telecommunications Management Network) prend en charge les problématiques de gestion des réseaux de télécommunications mais ne se limite pas aux systèmes de gestion.

3.10.2 Niveau international : L'UIT-T

L'UIT-T a engagé une réflexion autour des NGN, à la fois en termes techniques (quels protocoles, quelle normalisation) mais également en terme de place de l'UIT-T dans ce processus de migration des réseaux et de convergence des services.

A l'intérieur de l'UIT-T plusieurs groupes sont aujourd'hui concernés par la problématique NGN. Le principal groupe est le SG13 (Multi-protocol and IP-based networks and their internetworking) qui prend également en charge l'interopérabilité entre NGN et réseaux IP. Mais il faut citer également :

- SG4 (Telecommunications management including TMN)
- SG9 (Integrated broadband cable networks and television and sound transmission)
- SG11 (Signalling requirements and protocols)
- SG16 (Multimedia services and systems) : en charge en particulier des protocoles H.323 et H.248 (MEGACO)
- SSG IMT2000 : ce groupe spécial d'étude (Special Study Group) prend en charge les aspects réseaux de la réflexion IMT2000 (International Mobile Telecommunications 2000 and beyond).

3.11 L'IETF : une organisation incontournable

Le principal organisme cité par les acteurs dans le cadre de la normalisation/standardisation des NGN est l'IETF, ce qui est à rapprocher de l'importance prise par le protocole IP dans les NGN.

L'IETF (Internet Engineering Task Force) regroupe l'ensemble des intervenants concernés par l'évolution d'Internet. Cette **communauté** accueille des personnes morales mais aussi des individus. Des **groupes de travail** organisés par thèmes travaillent principalement par échange de courriers électroniques.

L'IETF est concerné par l'ensemble des aspects liés à la standardisation des protocoles, mais n'a que peu d'influence sur les aspects architecture des NGN.

3.11.1 Présentation générale

L'IETF est le plus important groupe de **standardisation des techniques de l'Internet**. Des groupes de travaux organisés par thèmes travaillent principalement par échange de courriers électroniques. L'IETF est concerné par l'ensemble des aspects liés aux protocoles mais n'a que peu d'influence sur les aspects architecture des NGN.

L'IETF a été créé, en 1986, par des chercheurs américains. Les réunions de l'IETF, ouvertes à tous, ont rencontrés un grand succès depuis le début des années 90. En 1992, l'Internet Society fut créé, en partie pour donner un statut légal aux activités de l'IETF. L'Internet Society est une organisation internationale ayant pour objectif la promotion de l'Internet dans les régions du globe où il n'est pas encore très développé.

Pour participer, il suffit de trouver un sujet digne d'intérêt puis de constituer un groupe de travail, lequel élaborera sa propre charte en accord avec l'IESG (Internet Engineering Steering Group) ; les participants ne représentent ni leur employeur ni leur pays d'origine.

Actuellement, sur les quelque 1800 des participants à l'IETF, seulement un tiers n'est pas originaire des Etats-Unis ou du Canada (environ 300 Européens, dont une vingtaine de Français).

3.11.1.1 Les étapes de création d'un RFC

Tous ces échanges poursuivent un même objectif : élaborer un RFC (Request For Comments), document dont l'objet initial est de définir un standard pour les réseaux IP, c'est-à-dire un élément de l'ensemble de ces protocoles de communication. Les RFC ont des attributs qui décrivent leur niveau de standardisation et leur importance. Numérotés chronologiquement et par ordre croissant, les RFC peuvent être regroupés en trois grandes catégories :

- *RFC d'information* - RFC mis au point par une autre organisation de normalisation/standardisation et intégrée à la communauté de Internet,
- *RFC expérimental* - RFC conçue pour faire des expériences. Un RFC expérimental n'est pas opérationnel,
- *RFC standardisé* - RFC à l'état de standard.

3.11.1.2 Les étapes du passage d'un RFC à l'état de standard

Pour rejoindre cette dernière catégorie, le RFC doit franchir trois étapes successives :

- l'étape « protocole proposé pour passer à l'état de standard ». Le protocole peut devenir à l'avenir un protocole standardisé,
- l'étape « protocole standardisé à l'état de brouillon ». Le protocole subit de nombreux tests et études pour devenir un protocole standardisé,
- l'étape « protocole standardisé ». Le protocole est alors un standard officiel d'Internet, donc applicable.

Toutes ces étapes sont visées par l'IAB (*Internet Architecture Board*), conseiller technique de l'IETF et responsable en dernier ressort de la publication des RFC.

Les groupes de travail (plus d'une centaine) sont organisés en plusieurs entités (areas) : Applications, Internet, Operations and Management, Routing, Security, Operations and Management, Sub-IP, Transport, User Services.

Ces entités sont dirigées par des directeurs qui siègent à l'IESG (Internet Engineering Steering Group). **L'IESG est le bureau d'approbation des standards.** De plus, des membres de l'IAB (Internet Architecture Board) ont le rôle de conseillers de l'IESG pour la création des groupes de travail et concernant les problématiques d'architecture pour les travaux menés à l'IETF.

L'IETF est très actif dans l'élaboration des nouveaux protocoles pour les réseaux IP. D'ailleurs plusieurs sont déjà devenus des standards de fait dans les réseaux actuels et joueront un rôle majeur dans les futurs réseaux. Une liste des plus significatifs est présentée ci-dessous.

3.11.1.2.1 Applications area

Instant Messaging and Presence Protocol

3.11.1.2.2 Internet area

Historiquement, le **protocole IPv4** a été définitivement standardisé par l'IETF en septembre 1981 (*RFC 791, Internet Protocol Darpa Internet Protocol Specification*). Le **protocole IPv6** a lui été standardisé en décembre 1998 (*RFC 2460, Internet Protocol Version 6 Specification*).

3.11.1.2.3 Security

La sécurité est un problème très important sur les réseaux IP ; l'IETF est à l'origine de plusieurs mécanismes de sécurité :

- Le protocole **IPSec** (IP Security Protocol, RFC 2401) pour le cryptage et l'authentification des données.
- Le protocole **PKI** (Public Key Infrastructure X.509, RFC 2459) définit la gestion des certificats d'authentification et des clés de cryptage sur un réseau public.
- Un groupe de travail développe également un mode de **signature digitale pour le protocole XML**, protocole sur lequel sont basés les « Web services »

3.11.1.2.4 Sub-IP

Le protocole **MPLS** (Multiprotocol Label Switching, RFC 3031) a été développé pour la gestion de la qualité de service des flux IP et de l'ingénierie de trafic des réseaux IP. Ce protocole est de plus en plus utilisé sur les cœurs de réseau de opérateurs en particulier pour proposer des services de VPN-IP.

3.11.1.2.5 Transport area

C'est l'une des entités la plus impliquée dans le domaine des NGN : elle englobe les problématiques de la couche Transport mais aussi de la couche Contrôle.

Le **mécanisme de classification des paquets IP, DiffServ** (Differentiated Services, RFC 2474) est utilisé dans la grande majorité des réseaux IP offrant de la qualité de service.

- **RTP** (Real time Transport Protocol, RFC1889) et **RTCP** (Real Time Control Protocol, RFC 1890) sont les protocoles devenus standards de fait pour la **gestion du transport des flux media temps réel**.
- Proposé comme standard à l'IETF en 1999, le protocole **SIP** (Session Initiation Protocol, RFC 2543), de l'IETF, est un **protocole de signalisation pour l'établissement d'appel et de conférences temps réel sur des réseaux IP**.
- L'Internet Draft **SIP-T** (SIP pour la téléphonie) de l'IETF définit **la gestion de la téléphonie par le protocole SIP ainsi que l'interconnexion avec le RTC**.
- Concernant plus spécifiquement **le transport des messages de signalisation SS7 et RNIS sur des réseaux IP**, un groupe de travail de l'IETF appelé **SIGTRAN** (SIGNalling TRANsport, informational RFC 2719) a été développé. Le but est de définir le protocole de contrôle entre les «signalling gateway», les «Media gateway controllers» et les «signalling points» du réseau IP.
- **MGCP** (Media Gateway Control Protocol, RFC 2705). L'IETF créa dans le même temps un groupe de travail appelé **MEGACO** (MEdia GATeway COntrol) pour standardiser **un protocole pour l'interface Media Gateway Controller –Media Gateway**. Depuis 1999, l'UIT et l'IETF travaillent conjointement sur le développement du protocole MEGACO/H.248. Une première version de H.248 a été adopté en juin 2000 (RFC 3015 de l'IETF).
- Le standard **ENUM**, décrit dans le RFC 2916 de l'IETF, définit le protocole et l'architecture reposant sur le **système de nom de domaine permettant de créer un identifiant de service, correspondant au numéro de téléphone E.164**. Ces adresses pourront être utilisées pour le service de messagerie, les adresses URL, adresse SIP,...

L'IETF est devenu l'organisme incontournable pour toutes les problématiques liées aux réseaux IP et donc aux NGN. Cet organisme a montré sa capacité à définir des standards pour les réseaux IP : depuis les protocoles IPv4 et IPv6 en passant par IPSec jusqu'au MPLS. De nombreux groupes de travail concernant les NGN ont été créés pour l'élaboration de protocoles de contrôle (MEGACO, SIP, SIGTRAN), d'adressage (ENUM), de transport de flux temps réel (RTP/RTCP) auxquels se rallient de très nombreux acteurs.

3.12 Le W3C World Wide Web Consortium : l'organisme dédié aux technologies Web

Le World Wide Web Consortium a été créé en 1994. Il a pour objectif de développer des protocoles communs, de promouvoir l'évolution et d'assurer l'interopérabilité du World Wide Web. Le W3C regroupe plus de 500 organisations dans le monde.

Les activités du W3C sont généralement organisées en groupes de travail répartis dans cinq domaines :

- Le « **Architecture Domain** » qui est responsable de développer les technologies sur lesquelles s'appuie le Web.
- Le « **Documents Formats Domain** » qui travaille sur les formats et les langages utilisés pour la mise en forme des informations présentées à l'utilisateur final.
- Le « **Interaction Domain** » chargé de l'amélioration de l'ergonomie du Web.
- Le « **Technology and Society Domain** » qui développe les infrastructures Web permettant d'appliquer les règles légales et publiques.
- La « **Web Accessibility Initiative** » (WAI) qui travaille à la promotion de solutions permettant l'accès au Web pour les personnes handicapées.

Le W3C (World Wide Web Consortium) a créé le « **XML Protocol Activity** » pour standardiser un protocole de communication inter-applications basé sur XML. En 2002, sous l'impulsion de Microsoft, IBM, Sun et Oracle, notamment, ce groupe a été étendu à l'ensemble des aspects des « Web services » et s'appelle désormais le « **Web Services Activity** ».

3.13 Les forums et groupements d'intérêts au cœur des NGN

Autour des organismes de normalisation historiques et de l'IETF, **plusieurs forums** interviennent de façon plus spécialisée. Ces forums sont présentés par les acteurs des NGN comme **des lieux où se réalise aujourd'hui le travail effectif de standardisation**, en général autour de solutions «consensuelles».

Les forums sont porteurs d'une image de **réactivité** et le travail s'y fait majoritairement via discussions électroniques.

Toutefois certains acteurs majeurs peuvent influencer de manière importante ces forums et restreindre l'accès aux informations pour les autres participants.

3.13.1 La vision mobile des NGN (UMTS) : le 3GPP

Le 3GPP (3rd Generation Partnership Project) est le fruit de la collaboration de plusieurs organismes de standardisation ainsi que de la plupart des constructeurs concernés. L'objectif du 3GPP est de définir un ensemble de spécifications techniques pour les systèmes mobiles de 3^{ème} génération UMTS (norme de la famille IMT-2000 retenue en Europe).

Le 3GPP joue un rôle jugé important dans le cadre des NGN, puisqu'il **a la charge de normaliser l'UMTS, premier système spécifié dans sa globalité selon une architecture NGN** (norme UMTS phase 2, voir chapitre 3.4.7).

Le 3GPP2 est le pendant du 3GPP pour la définition des spécifications techniques pour les systèmes mobiles de 3^{ème} génération nord-américains et asiatiques supportés par l'ANSI, le TIA et l'EIA-41, et eux aussi issus de l'initiative IMT-2000.

3.13.2 Les organismes liés à la spécification des interfaces entre réseau et services

Comme nous l'avons vu dans le cadre de l'étude technique en chapitre 3.5 sur la couche Services, deux modèles de services NGN semblent devoir cohabiter : le modèle OSA/Parlay d'une part, et le modèle web services d'autre part. Cette dualité se retrouve au niveau des organismes significatifs pour la standardisation des interfaces entre réseaux et plates-formes de services NGN.

3.13.2.1 *Le modèle de services OSA/Parlay*

3.13.2.1.1 Parlay Group

Le Parlay Group est un forum organisé dans le but de créer des interfaces API ouvertes afin de faciliter le développement d'applications sur de multiples réseaux. Cette définition prendra la forme d'une API (Application Programming Interface) pour le modèle OSA (Open Service Access).

3.13.2.1.2 JAIN Initiative

L'objectif de JAIN (Java APIs for Interoperable Networks) Initiative est de créer un ensemble ouvert, depuis les fournisseurs de services tiers, en passant par les opérateurs et les constructeurs, jusqu'aux fabricants de terminaux et aux clients finaux.

Cet ensemble est défini pour être distribué depuis n'importe quel protocole et « middleware ».

3.13.2.1.3 Joint API Group

L'objectif de ce groupe de travail étant de proposer une interface standardisée unique pour, l'ensemble des besoins, chaque organisme s'est aligné sur ce modèle fédérateur : le 3GPP à travers SA1 et SA2, ETSI par le SPAN 14 SPAR, et Parlay par le Parlay Group.

Le modèle d'ouverture des réseaux aux services tiers OSA/Parlay est spécifié et standardisé par le «**Joint API Group**» qui fédère les travaux du 3GPP, de l'ETSI, du JAIN (Java APIs for Interoperable Networks) et du «Parlay Group».

3.13.3 Le modèle Web services : le W3C

Le W3C (World Wide Web Consortium) a créé le « XML Protocol Activity » pour standardiser un **protocole de communication inter-applications basé sur XML**. En 2002, sous l'impulsion de Microsoft, IBM, Sun et Oracle, notamment, ce groupe a été étendu à l'ensemble des aspects des « Web services » et s'appelle désormais le «**Web Services Activity**».

Le « W3C » est l'organisme en charge la standardisation des « Web Services ». Les « Web Services » sont basés sur une architecture de services distribuée, ouverte et utilisant des protocoles orientés web. C'est un modèle auquel se rallie des constructeurs majeurs du monde du logiciel et des solutions Web.

3.13.4 Les organismes de promotion et de tests d'interopérabilité des NGN

Nous avons identifié trois organismes particulièrement en charge de la promotion et des tests d'interopérabilité des solutions NGN : l'IMTC, l'ISC et le MSForum.

A noter que sur le point des tests d'interopérabilité, **un nombre important de constructeurs mettent en place par eux-mêmes des programmes de tests complémentaires** selon une approche systématique (surtout pour les nouveaux acteurs spécialisés) ou plus fréquemment par partenariats (ex. : accord de partenariat OEM) ou encore plus souvent en fonction de projets de leurs clients. Ils mettent alors à disposition de leurs clients et prospects des tableaux de test et de conformité. Ces bonnes initiatives ont néanmoins l'inconvénient de ne pas bénéficier de la caution d'un organisme réellement indépendant.

3.13.4.1 **Le consortium IMTC**

L'IMTC (International Multimedia Telecommunications Consortium) est une organisation qui a pour objectif de promouvoir et de faciliter le développement et l'implémentation des **solutions de communications multimédia** basées sur des standards internationaux.

L'IMTC a plus d'une centaine de membres, incluant des constructeurs, des opérateurs, des fournisseurs de services et est ouvert à toute organisation ayant un lien avec les télécommunications multimédia.

Plusieurs sessions de **tests d'interopérabilité** de produits sont régulièrement organisées.

Les travaux portent particulièrement sur H.323, H.320, T.120, SIP et H.248/Megaco. Pour cela, l'IMTC travaille en collaboration avec les organismes tels que l'UIT-T, l'ETSI et l'IETF mais aussi avec des forums tels que le MS Forum.

3.13.4.2 **L'ISC (International SoftSwitch Consortium) et le MSForum (Multiservice Switching Forum)**

Ces deux organisations figurent parmi les organisations actives pour **la promotion des NGN**. Elles sont impliquées dans **l'interopérabilité** entre équipements de multiples constructeurs.

L'ISC a été créée en 1999 et son objectif est la coordination de l'interfonctionnement pour les communications et les applications multimédia basées sur des technologies « Internet ». **Le MSForum** a été fondé en 1998 et a pour objectif de développer des architectures ouvertes ainsi que des plates-formes de communications multiservices.

Ces deux organisations sont organisées en plusieurs groupes de travail :

- Pour l'ISC les groupes de travail portent sur : les applications, les équipements de contrôle, le marketing, la gestion de session, le protocole SIP et les problématiques d'interception légale.
- Le MSForum, pour définir l'architecture des NGN, s'organise autour des thèmes suivants : marketing et comité sur l'éducation, comité technique, architecture, interopérabilité, gestion, contrôle des flux « Media », contrôle de la commutation.

Alors que l'ISC compte un grand nombre de membres mais peu de gros opérateurs IP, le MSForum compte moins de membres mais représente des sociétés de taille plus importante, et présente un équilibre entre opérateurs et constructeurs.

Une autre **différence entre les deux organisations** repose sur **l'infrastructure proposée pour la technologie softswitch** : l'ISC base ces services sur une infrastructure IP alors que le MSForum fait la promotion d'un architecture utilisant une infrastructure ATM.

Enfin, le MSForum publie des «Implementation agreements» (ex. : protocole MEGACO) et des «Architecture frameworks», alors que l'ISC ne semble pas avoir vocation à publier des documents techniques de référence.

3.14 De multiples organisations spécialisées ou connexes

Ce tour d'horizon des institutions liées à la normalisation des NGN se termine sur les **forums et organisations très nombreuses qui interviennent soit au titre d'un protocole** (exemple : ATM Forum) **soit au titre d'une association de constructeurs** (exemple : ECMA). Sans prétendre à l'exhaustivité, il nous paraît utile de présenter les organisations ci-après, qui sont directement impliquées dans une technologie liée aux NGN (mais pas spécifique) ou qui ont été cités par des acteurs rencontrés en entretien :

- **Le MPLS Forum** regroupe les différents constructeurs et utilisateurs du protocole MPLS. Les sujets discutés dans ce forum portent sur l'interopérabilité entre constructeurs, les accords d'implémentation et les programmes de formation.
- **L'ATM-Forum** est une organisation internationale sans but lucratif fondée en 1991 composée de plus de 500 membres et dont le but est d'accélérer le développement et le déploiement massif des technologies large bande ATM.
- **Le forum IPv6** n'a pas pour mission de développer des normes. Cet aspect est dédié à l'IETF. Par contre l'IPv6 Forum a pour but d'assurer la promotion du protocole en assurant la circulation de l'information nécessaire.
- **Le DSL Forum** est une organisation fondée en 1994 et qui compte aujourd'hui plus de 330 membres. Initié dans le but de définir les technologies DSL, ce forum a maintenant pris en charge le suivi du déploiement des technologies normalisées (ADSL et SHDSL), la mise au point des technologies haut débit (VDSL et autres) et la circulation d'information entre constructeurs.
- Le **projet DVB** (Digital Video Broadcasting) est un consortium qui réunit plus de 300 membres en provenance de 35 pays (diffuseurs, constructeurs, opérateurs de réseaux, régulateurs...) afin de définir des standards globaux de **diffusion de télévision numérique** et des services data.
- **Packet Cable** est une initiative issue de l'association CableLabs afin de développer des spécifications techniques d'interface pour la **diffusion de services multimédia sur le câble**, basé sur le protocole IP. Ce projet insiste particulièrement sur les aspects d'interopérabilité entre produits de différentes sources.
- **L'ECMA** (European Computer Manufacturers Association) est une association européenne de 45 constructeurs fondée en 1961 dans le but d'aider au développement et à la diffusion de standards et de normes en collaboration avec les organisations existantes. Toutes les publications de l'ECMA sont mises à disposition gratuitement afin d'en assurer la plus grande diffusion possible. A l'origine destinée à œuvrer dans le domaine de l'informatique, l'ECMA s'est progressivement ouverte aux technologies de l'information. L'ECMA intervient dans le domaine des NGN au travers en particulier de son comité technique TC32-TG17 : «IP-based multimedia communications».

3.15 Quelques programmes de recherche et expérimentations NGN

Les principaux programmes de recherche et expérimentations européens sont menés sous l'égide de la Commission Européenne. En voici quelques exemples significatifs.

3.15.1 NGN Initiative

Le projet «NGN Initiative» a été officiellement lancé le 1^{er} janvier 2001 avec un financement de la Commission Européenne. Ouvert à toute organisation s'intéressant au sujet des NGN, le projet fonctionne comme un lieu d'échange ouvert pour tous les aspects liés aux NGN. Les éléments ainsi collectés seront diffusés à travers les forums, les organisations de standardisation et toute autre organisation intervenant sur le sujet. Ce projet regroupe des constructeurs et opérateurs, ainsi que de nombreux organismes de recherche, universités et écoles.

Concrètement le projet prévoit :

- De mettre en place une expertise internationale reconnue sur le thème des NGN afin de fédérer les initiatives associées que ce soit au sein des projets IST ou autour des programmes internationaux comme Internet 2, NGI, Optical Internet Forum ...
- De réaliser un benchmark des résultats des activités et des développements NGN dans le monde et d'en publier les résultats.
- De contribuer à la mise au point de normes.
- De réaliser et publier des prévisions sur les tendances liées aux NGN.

Ce travail sera mené à bien au sein de groupes de travail (TWG : Topic Working Groups). Les premiers thèmes identifiés ont porté sur les infrastructures et réseaux optiques, la qualité de service et la gestion du trafic, la gestion des réseaux ...

Le projet NGN Initiative a annoncé dès le début vouloir travailler en collaboration étroite et stratégique avec plusieurs organisations : NGI (programme américain Next Generation Internet), EURESCOM, COST, IETF, ETSI, Internet 2, UMTS Forum, IPv6 Forum, 3GPP, NMF, OMG, ...

3.15.2 TERENA - Task Force NGN

TERENA (Trans-European Research and Education Networking Association) est le résultat de la fusion en octobre 1994 des projets RARE (Réseaux Associés pour la Recherche Européenne) et EARN (European Academic and Research Network) dans le but de promouvoir et de participer au développement d'une infrastructure pour la recherche et l'éducation.

Les membres de TERENA sont des réseaux de recherche nationaux européens (pour la France : RENATER) et des organismes de recherche internationaux (CERN, ECMWF). Un nombre limité d'entreprises privées sont acceptées en qualité de membres associés (laboratoires, constructeurs comme Cisco et IBM, opérateurs comme Teleglobe) afin d'apporter les compétences nécessaires. La Commission Européenne est observateur permanent du programme.

En novembre 2000 une Task Force NGN a été lancée en vue d'étudier l'utilisation des nouvelles technologies dans les futurs réseaux de recherche européens. Pour ce faire la Task Force :

- Dispose d'un forum d'échange des expériences et des compétences
- Réalise la promotion et les tests des nouvelles technologies innovantes

- Définit, développe et teste les nouveaux services qui pourrait être introduit dans les réseaux nationaux ou dans le cœur du réseau européen.

Les sujets qui sont traités par la Task Force concernent tous les aspects liés aux NGN dont : Ipv6, la qualité de service, les services basés sur DiffServ, les réseaux optiques, l'analyse de performance des réseaux, ...

3.15.3 Projet INTERNODE

Le projet INTERNODE (**INTER**working of **NO**madic multi-**Do**main **sER**vices) est un projet de recherche et développement d'une durée de 2 ans initié en Septembre 2000 et co-financé par la Commission Européenne dans le cadre du programme ISP. Y participent 7 organismes européens (opérateurs, constructeurs, entreprises, universitaires).

Ce projet a pour objectif de tester la mise en œuvre d'une solution intégrée permettant à un fournisseur de services indépendant de gérer des réseaux privés virtuels (VPN) IP mobiles offrant aux utilisateurs :

- Un accès sécurisé à leur réseau d'origine
- Une accessibilité via une adresse unique
- L'itinérance entre des réseaux d'accès hétérogènes (GPRS et WLAN) qui supportent le service de VPN, via différents types de terminaux (ex. : PDA, PC), et ce de manière transparente.

Ce service s'appuie sur une plate-forme de service indépendante des réseaux d'accès et des cœurs de réseaux utilisés pour véhiculer le trafic des utilisateurs.

Ses objectifs sont de :

- Tester et améliorer des technologies efficaces pour la fourniture de ce service.
- Réaliser une interconnexion transparente entre les technologies GPRS et WLAN.
- Intégrer de nouvelles technologies dans une plate-forme de démonstration : GPRS, IPSec, mobile IP et PKI.
- Expérimenter deux études de cas : l'accès distant à un réseau d'entreprise via des réseaux GPRS et WLAN, et l'accès en mobilité via GPRS à une application bancaire sécurisée.
- Mettre en œuvre ces services dans un réseau opérationnel.
- Contribuer à la standardisation et à la diffusion des résultats de cette expérimentation.

3.15.4 IPv6 Task Force

Mis en place en avril 2001, ce groupe de travail a pour but de préparer le passage des réseaux de IPv4 à IPv6 le plus rapidement possible et avant 2005 pour permettre la mise en place des réseaux mobiles de 3^{ème} génération. Composé de fournisseurs d'accès Internet, d'opérateurs de télécommunications (fixes et mobiles) et de constructeurs d'équipements, ce groupe examine les actions à entreprendre en vue de disposer de services basés sur IPv6 dès la fin 2003 et d'avoir totalement basculé les réseaux d'opérateurs à fin 2005.

Dans la continuité des travaux de cette task force, **la Commission Européenne a émis le 21 février 2002 une communication «Priorités d'actions dans la migration vers le nouveau protocole Internet IPv6»**. Parmi les actions à engager et en complément aux travaux menés par la task force IPv6, la Commission Européenne préconise en particulier une contribution active à la promotion des travaux de normalisation, et l'intégration de IPv6 dans tous les plans stratégiques concernant l'utilisation de nouveaux services Internet, ceci afin de renforcer la compétitivité de l'Union Européenne.

En conclusion de sa communication, la Commission Européenne renouvelle le mandat délivré à la task force IPv6 en lui confiant les missions suivantes :

- Assurer la liaison effective entre les organismes de normalisation et de gouvernance de l'Internet.
- Elaborer un panorama et un plan d'action sur le développement et les perspectives de l'IPv6 en Europe afin de coordonner les efforts européens.
- Mettre en place les collaborations et les relations de travail avec les initiatives similaires dans les autres régions du monde.

3.16 Conclusion : les problématiques de la normalisation des NGN

Les NGN sont basés sur le modèle de l'ouverture des interfaces et des systèmes, permettant d'enrichir la fourniture de services et de simplifier la gestion des infrastructures. Pour mettre en application ce concept, un effort très important de normalisation est nécessaire.

De nombreux organismes, poussés par les **constructeurs** effectuent d'important travaux pour finaliser les concepts et les protocoles qui seront implémentés dans les NGN ; même si certaines solutions apparaissent comme standardisées, un certain délai est nécessaire pour permettre la maturation des solutions.

Les organismes de standardisation incontournables sont :

- l'**IETF** pour les réseaux IP et protocoles associés
- le **W3C** pour les protocoles et technologies Web
- le **3GPP** pour l'architecture globale et les protocoles des réseaux mobiles de troisième génération UMTS

Les **organismes de normalisation** « historiques », tels que l'**ETSI** et l'**UIT** sont (et doivent rester) très impliqués dans la **définition d'architecture globale** des NGN **interopérables** avec les réseaux actuels. Ils ont aussi un **rôle de coordination** à jouer qui est **essentiel au vu de la multiplicité** (et donc du risque de dispersion) **des initiatives** liées à la normalisation/standardisation des NGN. Il serait souhaitable qu'ils assurent la **diffusion aisée et gratuite des normes et standards** une fois consolidés.

Les **forums** complètent utilement l'action de ces organismes en s'attachant à des **domaines ou protocoles spécifiques**.

Cependant, on voit se dessiner deux tendances correspondant aux deux « mondes » impliqués dans les NGN : le monde des **télécoms** (historiquement de la téléphonie), et le monde des réseaux informatiques et de l'**Internet**. Ainsi on s'aperçoit qu'à tous les niveaux de l'architecture, on retrouve **une dualité au niveau des protocoles ou des concepts** : au niveau des protocoles de contrôle d'appel (H.323 vs SIP) ou de commande de Media Gateways (MGCP vs H.248/MEGACO), au niveau des interfaces de services (OSA-Parlay vs Web Services).

Les organismes de normalisation se scindent en deux tendances : celle des **télécoms** (ETSI, UIT) et celle de l'**Internet et des réseaux IP** (IETF, W3C). Cela implique **une dualité sur certains concepts et protocoles qui ne facilitera pas à court terme l'interopérabilité des solutions**. Celles-ci peuvent cependant s'avérer **complémentaires**.

La coopération entre les deux tendances est toutefois de plus en plus importante (ex. : protocole H.248/MEGACO développé conjointement par l'UIT et l'IETF), et on peut anticiper une **relativement bonne convergence à moyen terme** vers le choix de concepts et protocoles unique.

La préoccupation principale des acteurs interviewés (principalement les opérateurs) est de s'assurer de l'**interopérabilité** entre offres de plusieurs constructeurs, soit à l'intérieur d'un même réseau soit entre réseaux différents en particulier aux interconnexions. En plus de la définition technique de cette interopérabilité, il sera important d'en définir les moyens de contrôle. En effet, **les normes n'étant pas toujours très matures, les constructeurs implémentent parfois des solutions en partie propriétaire** pour pallier à la jeunesse des standards.

Un autre sujet très sensible, directement lié à l'interopérabilité, la **qualité de service**, est bien la problématique technique phare chez les constructeurs actuellement. Que ce soit en tant que point technique spécifique ou à travers les opérations liées à la migration de réseaux existants et l'exigence de non-dégradation de performances, il apparaît essentiel que les discussions techniques débouchent rapidement sur des propositions pouvant être proposées en implémentation.

Les constructeurs interrogés plébiscitent le **recours systématique aux normes et standards quand ils existent**. Les **opérateurs sont très peu impliqués** dans les organismes de **normalisation**. Cependant pour la plupart d'entre eux, ils attendent des constructeurs qu'ils proposent des **solutions normalisées et interopérables**.

Cette standardisation des solutions doit **faciliter la migration vers les NGN** et offrir la **garantie de la qualité de service de bout en bout**, priorité des opérateurs.

Cependant il est évident que cet important effort de normalisation ne peut compenser la **jeunesse des normes** qui ne permettront d'implémenter des solutions interopérables dans un premier temps. Au delà de la nécessité de l'interfonctionnement des solutions techniques « réseau », l'interopérabilité des systèmes de facturation et de gestion des base de données clients s'annonce également comme un gros chantier.

Concernant l'implication des régulateurs dans la normalisation :

- plusieurs **constructeurs** pensent qu'une **coordination** des régulateurs avec les organismes de normalisation permettrait de **mieux adapter les nouvelles solutions aux attentes de la réglementation**.
- Certains **opérateurs** et **fournisseurs de services** attendent des régulateurs une **collaboration** plus étroite avec les organismes de normalisation pour s'assurer de la **neutralité des décisions technologiques**, et pour vérifier la **conformité des opérateurs majeurs avec les normes en vigueur**.
- Globalement, les acteurs ont un **besoin d'animation autour d'un débat national**.

4 Acteurs et économie des NGN : tendances et impacts

4.1 Introduction : méthodologie, périmètre et préambule

4.1.1 Méthodologie et périmètre

Ce chapitre présente une synthèse de certains des thèmes abordés lors des entretiens réalisés par Arcome avec un panel représentatif de constructeurs et d'opérateurs / fournisseurs de services issus du monde des télécommunications, de l'audiovisuel et d'Internet, choisis pour leur forte implication dans les solutions de nouvelle génération ou pour leur influence importante sur le monde des télécommunications. Ces entretiens ont été complétés par une recherche documentaire.

Les neuf constructeurs interviewés en face à face, sur la base d'un questionnaire détaillé élaboré par Arcome, sont : **Alcatel, Cisco, Comverse, Ericsson, IBM, Juniper, Microsoft, NetCentrex, Nokia**. Deux autres constructeurs ont, en outre, accepté de répondre au questionnaire par écrit : **Cirpack et Zhone technologies**.

Huit opérateurs et fournisseurs de services ont été interviewés en face à face selon la même méthodologie : **9 Télécom, e-TF1, Externall, Firstmark, Kaptech, Noos, SFR/Cegetel, Tiscali. France Telecom** a par ailleurs fourni une réponse écrite au questionnaire.

Sont abordés notamment dans le présent chapitre :

- La structuration et l'évolution du marché des constructeurs dans le cadre des NGN : types d'acteurs (dont nouveaux acteurs), positionnement et stratégie, partenariats technologiques et stratégiques.
- L'évaluation des offres NGN, notamment en termes de prise en compte des normes et standards, de maturité et de coût.
- La structuration et l'évolution du marché des opérateurs et fournisseurs de services dans le cadre des NGN : types d'acteurs (dont nouveaux acteurs), positionnement et stratégie, partenariats et nouvelles relations.
- Les problématiques liées à l'introduction des NGN : éléments déclencheurs, défis, risques, freins et moteurs technologiques et économiques.
- L'évaluation de l'économie des NGN : avantages et opportunités attendus, nouveaux acteurs, nouveaux services innovants, évolution des modèles économiques entre acteurs, apportés par les NGN.
- La vision des acteurs sur la problématique de migration des opérateurs et fournisseurs de services vers les NGN : anticipation nécessaire, modalités de migration selon le type d'acteur, gestion de la cohabitation entre NGN et réseaux traditionnels, éventuelle convergence à terme vers ce nouveau modèle, ainsi qu'un panorama des pays et acteurs précurseurs pour l'expérimentation ou le déploiement de solutions NGN.

Un accent particulier est mis sur les points de convergence, ou au contraire de divergence de vues entre les constructeurs d'une part, et les opérateurs et fournisseurs de services d'autre part.

Les thèmes liés à la définition des NGN et à la réglementation sont restitués dans des parties différentes : le premier dans le chapitre 2, le second dans le chapitre 6. Par

ailleurs, le thème sur la normalisation est développé de façon plus détaillée dans le chapitre 4.

La catégorisation des acteurs interviewés, des données d'encadrement les concernant, ainsi qu'une description plus détaillée de la méthodologie employée pour la préparation, la réalisation et l'exploitation des entretiens sont fournies en annexe 2.

L'ensemble des tableaux de résultats des entretiens réalisés se trouve en annexe 3 pour les constructeurs et en annexe 4 pour les opérateurs.

4.1.2 Préambule : rendu des entretiens

Dans la suite du document, nous présentons globalement les avis de la catégorie des constructeurs et de celle des opérateurs au sens large (incluant les opérateurs et les fournisseurs de services et contenus).

Au vu des éléments des entretiens, nous constatons **un différentiel important entre les constructeurs et les opérateurs sur leur vision des NGN.**

4.1.2.1 Vision et positionnement des constructeurs

La plupart des constructeurs interrogés nous paraissent clairement avancés et matures dans leur réflexion liées aux NGN :

- Le **terme NGN est connu** et reconnu en tant que tel et nous avons été directement guidés vers les bons interlocuteurs (pas de difficultés majeures dans les prises de rendez-vous).
- Il existe des personnes, voire des **pôles identifiés** au sein des constructeurs travaillant sur les NGN. Il y a donc une réelle structuration autour des NGN chez les constructeurs.
- La plupart des constructeurs ont présenté spontanément dès l'introduction des interviews leurs **réflexions en cours sur les NGN.**
- Par ailleurs, les constructeurs ont un **véritable discours NGN** et proposent des **approches complètes aux opérateurs**, allant jusqu'à définir les roadmap de services et les business modèles de ces derniers.

La plupart des constructeurs a **des produits NGN en cours d'expérimentation** avec des clients opérateurs, qui seront disponibles pour la **vente industrielle courant 2002.**

Les constructeurs sont convaincus que le marché émergent des NGN va être poussé chez les opérateurs par le haut débit, les nouveaux services à offrir et les besoins du marché. Pour y répondre, les opérateurs, s'ils veulent se développer et créer de la valeur, devront aller vers l'ouverture à des tiers, sous forme notamment de nombreux partenariats. Pour eux, **l'évolution nécessaire du positionnement des opérateurs est claire : ils vont devenir des « Service Enablers »** là où la valeur se fera (sur les services et non plus l'accès). Ces derniers ne seront plus des purs opérateurs de réseau. Pour cela, ils iront vers de la sous-traitance à des fournisseurs de services et contenus.

Les constructeurs ont **le sentiment que les opérateurs n'ont pas encore toutes les compétences sur les NGN.** Pour y remédier, ils ont donc développé une palette de services support.

4.1.2.2 Vision et positionnement des opérateurs et fournisseurs de services

Concernant les opérateurs, la réflexion est beaucoup moins mûre que celle des constructeurs. Notamment :

- **Le terme NGN est plus ou moins connu** aux yeux des opérateurs **mais n'est pas utilisé** en tant que tel. Il est apparu à plusieurs reprises dans les entretiens que le terme n'est pas parlant, voire ne veut rien dire en soi, et qu'il est difficile d'identifier les concepts qu'il couvre. Les opérateurs parlent plutôt de **convergence voix/données**.
- Contrairement aux constructeurs, il est assez **difficile d'identifier la personne** qui s'occupe des NGN, sauf lorsque l'opérateur a déjà mené une réflexion NGN, ce qui n'est vrai que chez peu d'acteurs. De plus, une fois identifiée, **il a été parfois difficile de rencontrer cette personne**. Ceci semble s'expliquer par un **souci de cohérence des opérateurs sur un discours NGN externe commun**, du fait de **réflexions en cours mais non forcément abouties sur le sujet**, ou bien par une **volonté de ne pas communiquer sur un sujet jugé encore trop amont et stratégique**.

La **migration vers les NGN** est cependant **en cours** chez plusieurs opérateurs. Les **expérimentations et déploiements** se font, non pas par souci de la nouveauté mais plutôt poussés par des raisons économiques et l'attrait de conditions commerciales probablement favorables (coûts identiques voire inférieurs à des solutions traditionnelles) proposées à l'occasion d'extensions ou de renouvellements de matériels par les constructeurs, qui « achètent » ainsi leur première référence NGN sur le marché.

Dans le contexte actuel de concentration du marché et de réorganisation, **l'approche sur les NGN est vraiment perçue comme permettant soit de valoriser une infrastructure, soit de faire des économies** par souci de profitabilité rapide (ROI), mais moins comme une possibilité de différenciation des services, de développement de nouveaux services ou de réponses à des besoins clients. Cela explique donc que les **réflexions en cours soient plutôt tirées par les services techniques que par les services marketing**. D'ailleurs, chez les opérateurs, le marketing est à l'heure actuelle quasiment absent des réflexions NGN.

En fait, les NGN ne sont pas vus par les opérateurs comme une révolution ou une rupture. Il s'agit plutôt d'**une évolution dans la continuité** qui va permettre de consolider les services existants et non dans l'immédiat de booster de nouveaux services innovants. Seuls quelques acteurs notamment au niveau du contenu et des services voient des possibilités de développements rapides de nouveaux services liés aux NGN.

Même si les opérateurs commencent à prendre conscience que leur **positionnement sur la chaîne de valeur** va vers un rôle de « **Service Enabler** » et non plus uniquement d'opérateur de réseaux afin de conserver leurs clients et générer du revenu, ils n'en sont qu'au début de leurs réflexions et se posent encore **beaucoup de questions sur l'ouverture à des acteurs tiers et sur les modèles économiques à mettre en place**.

Afin de comprendre davantage l'approche de l'ensemble des acteurs vers les NGN, nous aborderons les thématiques suivantes :

- Les enjeux des NGN,
- L'économie des NGN,
- Le positionnement des constructeurs vis à vis des NGN
- Les offres NGN et leur maturité
- Le positionnement des opérateurs vis à vis des NGN
- Leur stratégie de migration vers les NGN

4.2 Enjeux de l'évolution du marché vers les NGN

Cette partie aborde les thèmes suivants :

- Éléments déclencheurs de NGN
- Défis technologiques associés

- Avantages et risques
- Freins et moteurs technologiques
- Freins et moteurs économiques

4.2.1 Eléments déclencheurs du besoin des NGN

Globalement, l'ensemble des acteurs (constructeurs et opérateurs) ont une opinion convergente sur les éléments déclencheurs du besoin des NGN.

Ces éléments déclencheurs sont avant tout économiques et liés :

- au **développement des usages** autour des données

On constate un accord massif des constructeurs sur l'importance clé de **l'essor d'Internet** (augmentation des utilisateurs, diffusion grand public) et **des services de données sur IP** en général (croissance des débits nécessaires, nombre d'utilisateurs, applications, temps d'utilisation). Ces services en viennent à concurrencer les services voix, selon certains constructeurs. C'est le déclencheur principal pour les constructeurs.

Les opérateurs, eux, considèrent également comme un déclencheur le développement de l'Internet, d'IP, du haut débit et du trafic données côté utilisateurs mais avec une importance moindre.

- au besoin de **créer de nouveaux services et applications**

Ces nouveaux services sont nécessaires selon les constructeurs pour répondre aux nouveaux besoins des utilisateurs (multimédia, terminaux évolués, nomadisme, multi-environnements, connexion permanente).

Quant aux opérateurs, l'objectif est avant tout de créer de nouveaux marchés et donc de nouveaux revenus en offrant ces nouveaux services aux utilisateurs.

- à la nécessité de **réduire les coûts**

C'est un élément déclencheur majeur pour les opérateurs, fortement lié au contexte économique actuel, que ce soit pour l'acquisition de solutions NGN ou pour leur exploitation, afin d'améliorer la rentabilité de la société et la rapidité du retour sur investissement.

Pour les constructeurs, c'est un besoin d'**optimisation du réseau** dans un but de **réduction des coûts** (mutualisation des liens et des équipements, optimisations CAPEX/OPEX).

Ces éléments déclencheurs sont aussi techniques avec un besoin de **convergence voix/données** :

- Selon les constructeurs, elle impose de réorganiser l'architecture des réseaux d'opérateurs afin de transporter des flux hétérogènes, et d'introduire de nouveaux services. Il permet ainsi une souplesse des réseaux (infrastructure unique, dimensionnement en capacité, architecture décentralisée et distribuée, ouverture, fourniture de packages de services intégrés).
- Pour les opérateurs, c'est le deuxième déclencheur important avec la réduction des coûts car elle permet de proposer l'ensemble des services sur un seul réseau, avec un seul protocole.

Parmi les autres déclencheurs cités par les constructeurs, on trouve notamment le développement massif des réseaux mobiles et des concepts de mobilité au sens large (bien que sur ce critère les avis soient très partagés), le développement de l'accès large bande, la déréglementation des télécoms ou encore l'évolution des technologies et des réseaux. Les capacités des processeurs ou encore les protocoles de transport sont également cités avec une moindre importance.

Pour les opérateurs, viennent de façon moins marquée : le besoin de renouvellement et d'ouverture des équipements, le besoin d'une solution évolutive et extensible qui permet un dimensionnement à la demande, la mobilité et l'UMTS. Des facteurs comme la demande du marché et la reprise des investissements sont également cités.

Les constructeurs et les opérateurs ont **des avis convergents sur les principaux éléments déclencheurs** du besoin d'évolution vers les NGN. Ces éléments déclencheurs sont **avant tout économiques** : le développement des usages, le besoin de créer de nouveaux services et revenus, la nécessité de réduire les coûts. Ils sont aussi techniques avec un besoin de convergence des réseaux voix/données.

4.2.2 Défis technologiques

L'ensemble des acteurs (constructeurs et opérateurs) sont également d'accord sur les grands défis technologiques liés aux NGN. Deux thèmes transverses sont jugés comme primordiaux :

- **La maîtrise de la qualité de service**, qui est encore non mature, notamment pour atteindre des niveaux identiques à ce qui se fait sur ATM. C'est un des principaux défis, notamment pour les constructeurs.
- **La normalisation ou standardisation** des interfaces et protocoles, qui sont au cœur des préoccupations de la majorité des acteurs. Les corollaires de ce deuxième point sont les problématiques d'interconnexion et **d'interopérabilité** des solutions et des services et, qui recueillent elles aussi de nombreuses voix. Ces grandes thématiques que sont la normalisation, la standardisation et l'interopérabilité constituent les principaux défis pour les opérateurs et un défi aussi important que la qualité de service pour les constructeurs.

Il est surprenant de constater la variété des éléments identifiés par les constructeurs comme des défis technologiques pour les NGN. L'évolution de l'expertise, notamment des opérateurs voix vers le monde de la donnée et des constructeurs optiques vers IP, est par exemple un défi identifié par quelques acteurs.

Concernant les différents niveaux du réseau, sont jugés comme défis technologiques importants par plusieurs constructeurs :

- **Aux niveaux Accès et Terminaux : l'accès à très haut débit** pour un très grand nombre de clients finaux (les technologies notamment citées sont xDSL, VDSL, GPRS, UMTS, Ethernet, PON ou encore C-WDM). Ce défi a également été identifié comme important par les opérateurs, notamment l'avènement du haut débit dans la boucle locale et les réseaux mobiles de dernière génération.
- **Aux niveaux couches Transport et Contrôle : la robustesse, fiabilité et disponibilité** des protocoles et réseaux, **l'ingénierie efficace du réseau de transport et l'interconnexion des réseaux IP** avec les réseaux TDM/SS7.
- **Au niveau couche Services : la gestion des services de diffusion** (besoin des mécanismes de multicast IP). **L'ouverture des services** (multi-sources, multi-vendeurs) avec l'intégration d'IP a également été jugée comme un défi par les opérateurs.

D'autres défis technologiques ont également été identifiés de façon minoritaire par les opérateurs comme IPv6, la maturation globale des solutions (facturation, robustesse) ou encore la convergence data/voix.

L'ensemble des acteurs s'entend sur les principaux **défis technologiques** liés au NGN, qui sont transverses au NGN : la maîtrise de la **qualité de service** ; la **standardisation et**

normalisation des interfaces et protocoles. En corollaire de ce dernier défi, **l'interopérabilité** est également au cœur des préoccupations des acteurs.

4.2.3 Les avantages et les risques liés aux NGN

Il a été demandé aux constructeurs les risques et avantages liés aux NGN

On constate que les risques cités rejoignent à la fois les défis et les freins technologiques ou économiques détaillés dans la suite du rapport.

- La **qualité de service**, un des deux « défis » forts identifiés précédemment, est en fait clairement vue comme un risque par la majorité des acteurs. Il est probable que ce sera le risque majeur.

Un nombre important de risques sont également évoqués sur les équipements, en particulier sur leur dimensionnement, leur évolutivité en capacité, leur fiabilité, leur pérennité, leur disponibilité, l'interopérabilité entre constructeurs, ou encore le manque de connaissance des offres de la part des futurs clients.

Cela démontre le **manque encore important de maturité de ce marché, tant sur le plan des produits industriels que sur la maîtrise qu'en ont les clients utilisateurs**. Notamment, les équipements, de « première génération NGN » semblent être encore difficilement en mesure de rivaliser avec les équipements traditionnels pour les gros réseaux à fort trafic.

Pour ce qui est des avantages, **si les constructeurs arrivent bien à analyser les déclencheurs** (et dans une moindre mesure, comme on le verra, les opportunités) des NGN, **ils sont remarquablement peu bavards sur les avantages de ces nouveaux réseaux**. Cependant les avantages avancés confirment là encore les déclencheurs déjà identifiés.

Est citée en premier **la réduction des coûts d'infrastructure**, puis **la recherche d'optimisation de réseau** (simplicité, évolutivité, flexibilité) et **la création de valeur** avec l'introduction de nouveaux services et marchés. Un large choix de fournisseurs de matériels et logiciels est également perçu comme un avantage par quelques acteurs.

La problématique financière et économique est donc au cœur du débat. Les autres arguments avancés semblent des déclinaisons de ces deux facettes.

4.2.4 Freins et moteurs technologiques

4.2.4.1 Les freins technologiques

Il est intéressant de constater que les défis technologiques cités ci-dessus se recoupent en partie avec les principaux freins technologiques d'évolution vers les NGN. Cependant, les avis entre constructeurs et opérateurs sont davantage contrastés sur ces freins technologiques. Ainsi, **la qualité de service** est vue comme un des principaux freins pour l'ensemble des acteurs alors que **la standardisation, la normalisation et l'interopérabilité** sont identifiées comme des freins importants uniquement par les opérateurs. La maturation des solutions ressort également de façon minoritaire chez les opérateurs.

Les autres principaux freins technologiques qui ressortent de façon importante chez les constructeurs sont :

- Le **poids de l'existant** en équipements et réseaux ATM et TDM. Cet élément ressort aussi chez les opérateurs mais de façon bien moindre.
- Au niveau accès et terminaux : les limitations actuelles **des réseaux d'accès et du dégroupage** de la boucle locale (qualité de service, débit). La complexité des terminaux est citée de façon minoritaire par les opérateurs.
- Au niveau transport : la transition tardive et difficile vers **IPv6**. Ce frein apparaît également de façon minoritaire chez les opérateurs.

Dans les freins qui sont évoqués également par plusieurs opérateurs, on trouve : **la sécurité**, jugée comme un frein technologique aussi important que **l'interopérabilité**. Certains opérateurs n'identifient pas de freins technologiques (avec un nombre équivalent de réponses). En fait, il s'agit des purs fournisseurs de services.

Les avis sur les freins technologiques aux NGN sont un peu plus contrastés entre les acteurs. Cependant, il ressort fortement **que les principaux défis technologiques sont aussi aujourd'hui les principaux freins**, à savoir la **qualité de service** pour l'ensemble des acteurs et la **normalisation, standardisation et interopérabilité** pour les opérateurs. Le **poids de l'existant** et **IPv6** sont également jugés comme des freins par les acteurs. Enfin, les limitations des **réseaux d'accès** et la **sécurité** sont vues comme des freins selon chaque type d'acteurs.

4.2.4.2 Les moteurs technologiques

L'ensemble des acteurs a identifié des moteurs technologiques communs :

- L'évolution des **boucles locales vers le haut débit** qui est un des moteurs principaux pour les constructeurs. Plus globalement **l'accès haut débit** est identifié par les opérateurs comme un moteur important (en cohérence avec les freins technologiques liés à l'accès identifiés plus haut).
- **Les technologies d'accès** (Boucle locale, BLR, WLAN, WDM, UMTS, Ethernet longue distance, public hiperlan). En particulier, pour les constructeurs, la technologie **ATM**, qui, si elle est identifiée comme un frein, est aussi à court terme un moteur (pour sa qualité de service et sa maturité). Il en est de même pour **l'UMTS** et **l'ADSL**. Ces technologies permettent d'amorcer l'évolution, même si elles ne correspondent pas exactement à la cible NGN.
- Enfin, l'évolution « **tout IP** » et **IPv6** en particulier est également vue à la fois comme un frein et un moteur par les constructeurs. Une évolution vers un

protocole IP unique constitue également un moteur dans une moindre mesure pour les opérateurs.

Les opérateurs identifient également **les langages** parmi les principaux moteurs technologiques, au même titre que les technologies d'accès.

Enfin, ces acteurs voient dans une moindre mesure **la qualité de service sur IP**, une fois mature, comme moteur à l'évolution vers les NGN, ainsi que **la standardisation** (en cohérence avec les freins technologiques liés à l'accès, identifiés plus haut).

Les principaux **moteurs technologiques** identifiés de façon commune par les acteurs sont : **l'accès haut débit** au sens large, la plupart des technologies d'accès (ATM, UMTS, ADSL,...) ainsi que l'évolution vers le « **tout IP** ». Les **langages** sont également vus par les opérateurs comme un élément moteur dans les NGN.

4.2.4.3 Liste exhaustive des freins et moteurs technologiques

Au-delà des points majeurs évoqués ci-dessus, et au vu de la diversité des réponses, il nous a semblé intéressant de restituer sur ce thème essentiel des freins et moteurs technologiques cités par les différents acteurs.

Dans le tableau page suivante, les arguments cités sont classés par ordre décroissant d'occurrence globale (opérateurs et constructeurs), avec une indication entre parenthèses du score obtenu sur 20 acteurs interrogés.

Ces freins et moteurs technologiques sont également présentés par type d'acteur dans les annexes 3 (pour les constructeurs) et 4 (pour les opérateurs).

Freins technologiques aux NGN	Moteurs technologiques aux NGN
Général	
<ul style="list-style-type: none"> - Qualité de service sur IP (7) - Standardisation et normalisation (4) - Sécurité (3) - Existant ATM, et conservatisme, entretenu au moins à court terme par l'UMTS. L'ATM ne permet pas l'extensibilité nécessaire à un marché de masse (2) - Existant en commutation TDM (2) - Interopérabilité (2) - Dualité des compétences Voix / donnée (2) - Evolution de la topologie des réseaux vers une architecture distribuée contrairement à une vision hiérarchique actuelle (impact compétences, process techniques...) (1) - Manque de maturité des produits (1) - Faible capacité de serveurs d'appel (1) - APIs peu normalisées 	<ul style="list-style-type: none"> - Langages (XML, Java) (3) - Standardisation (en particulier du hardware) (3) - Technologies d'entreprises (peuvent évoluer plus rapidement que les réseaux d'opérateurs, et accélérer la migration de ces derniers) (3) - Normalisation des protocoles et ouverture des interfaces (2) - UMTS (si c'est un succès) (1) - Convergence (1) - Open sources Linux (1) - Réseaux Peer to Peer (1) - Les constructeurs (1)
Aux niveaux accès et terminaux	
<ul style="list-style-type: none"> - Limitations actuelles des réseaux d'accès et du dégroupage de la boucle locale (débit, qualité de service) (5) - Terminaux de nouvelle génération (coûts, fonctionnalités, renouvellement du parc) (2) - Abondance des technologies (UMTS, WLAN, etc...): si leur usage est réglementé (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie d'accès (Boucle Locale, BLR, WLAN, WDM, UMTS, xDSL, Ethernet Longue Distance, Public Hiperlan) et surtout la généralisation du haut débit à l'accès (7) - Maturité des technologies VoDSL (1) - Abondance des technologies (UMTS, WLAN, etc...): si autorisées et faiblement réglementées (1)
Au niveau transport	
<ul style="list-style-type: none"> - IPv6 : Peur, adoption lente, compatibilité avec IPv4 (4) - Manque de maturité d'IP (dont qualité de service) (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Evolution « tout IP », simplicité d'utilisation apportée par IPv6 (4) - Maturité et qualité de service ATM (2) - Qualité de service sur IP (2) - PABX IP (1)
Au niveau contrôle	
<ul style="list-style-type: none"> - Manque de fonctions Class V dans les softswitch (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - SIP : maturité et consensus sur le marché autour de ce protocole (2) - Centralisation des équipements (1)
Au niveau services	
<ul style="list-style-type: none"> - Facturation des services (nouveaux modèles) (1) - Applications de + en + complexes (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Besoins de services avec qualité de service (1)

4.2.5 Freins et moteurs économiques

4.2.5.1 Les freins économiques

Hormis l'aspect rémunération des services large bande à trouver (modèles économiques et mode de facturation) qui est évoqué comme un frein économique pour les deux types d'acteurs, les freins évoqués par les uns et les autres sont assez différents.

Pour les constructeurs, deux freins économiques majeurs ressortent nettement :

- Le **manque de maturité industrielle** des offres NGN et notamment des terminaux et les équipements PC, d'où un coût encore élevé à court terme (effet volume pas encore atteint).
- Les **coûts et la disponibilité de boucles locales** alternatives haut débit (dégrouper).

Les opérateurs, quant à eux, ont avancé de très nombreux freins économiques :

- Les plus significatifs portent sur **l'existant** : **son poids et son amortissement**, et dans une moindre mesure le poids des gros acteurs, les surventes d'équipements effectués avec la bulle spéculative boursière ou encore le coût du backhaul. Ce frein est identifié par les constructeurs mais de façon moindre.
- Cependant, les acteurs voient aussi de nombreux freins dans **les usages des utilisateurs** (parc d'équipements, taux de pénétration Internet et haut débit, attentisme du marché), et **la rentabilité des investissements** (financement des infrastructures, rentabilité UMTS, prix de passage de l'ATM à IP) ou encore des **éléments socio-culturels, politiques et réglementaires**.

Les avis divergent sur les principaux freins économiques entre les types d'acteurs sauf sur un point : **trouver un modèle économique et un modèle de facturation viable**.

Pour les **constructeurs**, les principaux freins sont liés au manque de **maturité industrielle** des offres NGN ainsi qu'aux limitations de développement des **boucles locales** haut débit.

Pour les **opérateurs**, les principaux freins évoqués sont plus nombreux et portent surtout sur le **poids de l'existant** et son amortissement, les **usages** des utilisateurs, la rentabilité des investissements ou encore des **éléments socio-culturels, politiques et réglementaires**.

4.2.5.2 Les moteurs économiques

L'ensemble des acteurs est en phase sur les principaux moteurs économiques liés aux NGN :

- La **demande** du marché

Les constructeurs estiment que l'évolution vers les NGN sera avant tout « tirée » principalement par les **besoins et usages** des utilisateurs au niveau data et Internet, **et en particulier ceux des entreprises** (elles demanderont à terme naturellement de nouveaux services, et les réseaux d'entreprises évolueront vraisemblablement plus rapidement que les réseaux d'opérateurs).

Le rôle clé des utilisateurs professionnels, plus demandeurs de nouveaux services et disposant de budgets importants pour faire évoluer leurs réseaux d'entreprises, a en effet été cité par plusieurs constructeurs comme moteur dans les NGN notamment vis-à-vis des opérateurs.

Pour les opérateurs, c'est la **demande des utilisateurs**, en particulier de **services multimédia** (video on demand, visioconférence) qui est moteur ainsi que les usages (Internet, externalisation, télétravail).

- **L'offre** de services

Le développement des **nouveaux services data** large bande accessibles à tous les segments de clientèle est évoqué par les constructeurs.

Les opérateurs voient quant à eux **les nouveaux services offerts** de type VoIP, VPN IP, messagerie unifiée, comme moteurs pour dynamiser le marché des NGN.

- et dans une moindre mesure les économies d'investissements et de fonctionnement de réseau sont également moteurs.

Par ailleurs, les éléments liés à la rémunération des services ainsi que les facteurs politiques et réglementaires, qui étaient vus comme des freins par les opérateurs sont également vus par ces derniers comme des moteurs s'ils aboutissent positivement.

L'ensemble des acteurs est en accord sur les principaux **moteurs économiques** qui correspondent aux **besoins et usages** du marché au niveau des **services données, Internet et multimédia** (en particulier ceux des entreprises selon les constructeurs) et à l'offre de nouveaux services **convergenents et large bande**.

4.2.5.3 Liste exhaustive des freins et moteurs économiques

De manière similaire aux freins et moteurs technologiques, au-delà des points majeurs évoqués ci-dessus et au vu de la diversité des réponses, il nous a semblé intéressant de restituer sur ce thème essentiel des freins et moteurs économiques cités par les différents acteurs.

Dans le tableau page suivante, les arguments cités sont classés par ordre décroissant d'occurrence globale (opérateurs + constructeurs), avec indication entre parenthèse du score obtenu sur 20 acteurs interrogés.

Ces freins et moteurs économiques sont également présentés par type d'acteur dans les annexes 3 (pour les constructeurs) et 4 (pour les opérateurs).

Freins économiques aux NGN	Moteurs économiques aux NGN
<i>L'existant / Les acteurs existants</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Amortissement des réseaux déjà existant (en particulier des équipements TDM) (3) - Parc existant (2) - Poids des gros acteurs (1) - Survente d'équipements NGN avec bulle spéculative aux nouveaux acteurs (1) - Coût du backhaul (1) - Fermeture des réseaux des opérateurs (1) - Désaccord sur l'architecture de service (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentration des acteurs => moins de sociétés mais mieux financées (1) - Constructeurs : moteurs des NGN en proposant offres NGN en remplacement des anciens équipements (1)
<i>Les usages</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Faible parc d'équipements grand public (1) - Taux de pénétration d'Internet en résidentiel (1) - Haut débit doit devenir une commodité (1) - Attentisme du public sur nouveaux services, pas de demandes spontanées du marché dans l'attente d'une normalisation (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Besoins et usages des utilisateurs au niveau Data et Internet, et en particulier des entreprises (elles demanderont naturellement de nouveaux services, et les réseaux d'entreprises évolueront vraisemblablement plus rapidement que les réseaux d'opérateurs (5) - Demande de certains services multimédia : video on demand, visioconférence (3) - Besoins accrus en services nomades, Télétravail, travail collaboratif (2) - Internet (1) - Externalisation (1) - Diffusion massive de l'Internet sur PC chez les particuliers, d'où la possibilité d'offrir à un large public des services de télécommunications (1)
<i>Les services et leurs rémunérations</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Mode de facturation des services à trouver (visio-video on demand) (3) - Modèle économique à trouver (1) - Manque de créativité et de capacité à créer de nouveaux services (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Développement des services data large bande accessibles à tous les segments de clientèle, augmentation du trafic de données (4) - Nouveaux services multimédia (VPN IP, VOIPVPN, Messagerie unifiée, extranet) (4) - Création de valeur (1) - Accès plus facile et naturel aux services (1) - Effet volume (1) - Business model si rémunérateur pour l'éditeur (1)

Freins économiques aux NGN	Moteurs économiques aux NGN
<i>Eléments économiques</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Coût et disponibilité du réseau d'accès, difficultés du dégroupage et lente diffusion du haut débit (DSL) (4) - Pas encore de maturité industrielle des produits (effet de volume) d'où un coût encore élevé à court terme, notamment pour les terminaux et les équipements PC (4) - Financement des infrastructures NGN (1) - Rentabilité UMTS du fait des coûts des licences (1) - Prix du passage de l'ATM à IP sur les équipements d'autant plus brutal si imposé par les constructeurs (1) - Manque de moyens de financement des acteurs (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Economie des réseaux, baisse des coûts de maintenance et d'opération (3) - Baisse des prix de la bande passante IP en gros (1) - Interopérabilité (1)
<i>Eléments socio-culturels, politiques et réglementaires</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Régime des ayants-droits pour diffusion des contenus (réglementaires) (1) - Impact des NGN sur l'organisation des opérateurs historiques (donne un avantage pour les nouveaux entrants) (1) - Socio-culturels et politiques (1) - Etat (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Régulateur si favorise le développement du marché (1) - Existence d'aides gouvernementales (1) - Accélération du dégroupage (1) - Concurrence non régulée sur IP et Internet (1) - Mesure d'aménagement du territoire pour favoriser Internet (1)

4.3 Economie des NGN : opportunités et nouveaux modèles

Cette partie aborde les thèmes suivants :

- Les opportunités apportées par les NGN.
- Le potentiel de nouveaux acteurs.
- De nouveaux services innovants.
- La nécessité de nouveaux modèles économiques et relations entre acteurs.

4.3.1 Opportunités apportées par les NGN

Une question globale a été posée sur la pertinence des éléments suivants dans le contexte NGN :

- Nouveaux modèles économiques.
- Optimisation, économies.
- Possibilité d'externalisation.
- Nouveaux acteurs.
- Souplesse, réactivité.

Les avis varient entre les deux types d'acteurs. En effet, alors que les constructeurs jugent l'ensemble des critères comme pertinents à la majorité, les avis sont beaucoup plus contrastés chez les opérateurs, notamment sur les modèles économiques et l'apparition de nouveaux acteurs.

Pour les constructeurs, bien que la tendance ne soit pas nette, on voit que **les NGN sont considérés plutôt comme source de nouveaux modèles économiques que de nouveaux acteurs**. Cela rejoint l'opinion exprimée assez souvent par les constructeurs interviewés, qui estiment que les acteurs actuellement dominants le resteront, et que le paysage ne sera donc pas fondamentalement changé même si de nouveaux acteurs arrivent notamment sur la couche applicative.

L'objectif d'optimisation et d'économies semble également dominant sur celui de la souplesse et de la réactivité. Cela rejoint l'opinion exprimée par ailleurs par un nombre important de constructeurs sur l'approche de la migration vers les NGN : l'aspect économique et financier est actuellement essentiel, un retour sur investissements le plus rapide possible étant requis.

Enfin, **la possibilité d'externalisation** est également jugée comme très pertinente, ce qui est confirmé par l'opinion de plusieurs constructeurs sur le développement de l'outsourcing de services et applications, telle que présentée ci-dessous.

Pour les opérateurs, il est intéressant de constater que ce sont les critères **d'optimisation, et les économies** réalisées ainsi que la **souplesse et réactivité** qui sont au yeux de la majorité des acteurs considérés comme les plus pertinents.

La **possibilité d'externalisation** est également jugée pertinente dans une moindre mesure.

En revanche, les business modèles et l'apparition de nouveaux acteurs liés au NGN font l'objet d'avis **beaucoup plus partagés**. Ces éléments confortent donc les opportunités mises en avant de façon spontanée. Cette vision diverge assez fortement de l'avis des constructeurs pour qui ces deux items (surtout celui des modèles économiques) sont particulièrement pertinents.

Les nouveaux services et revenus associés ont également été évoqués par quelques opérateurs comme des critères pertinents.

Les avis des deux types d'acteurs sont assez différents sur leur **vision d'évolution du marché** et les avis des opérateurs beaucoup plus contrastés notamment sur la **création de nouveaux modèles économiques**, les possibilités d'externalisation et l'apparition de nouveaux acteurs. Les constructeurs sont globalement beaucoup plus optimistes que les opérateurs.

- Le critère « **optimisation et économies réalisées** » est vu comme tout à fait pertinent par l'ensemble des acteurs.
- Le critère « **souplesse et réactivité** » est également jugé comme pertinent par les constructeurs et comme très pertinent par les opérateurs.
- Le critère « **possibilité d'externalisation** » est vu comme plutôt très pertinent par les constructeurs, un peu moins par les opérateurs.
- Le critère « **nouveaux modèles économiques** » est jugé comme très pertinent pour les constructeurs, mais les avis des opérateurs sont très partagés sur sa pertinence.
- Enfin, le critère « **nouveaux acteurs** » est jugé comme assez pertinent chez les constructeurs alors que les avis sont beaucoup plus contrastés chez les opérateurs sur sa pertinence.

Lorsque l'on pose la question des opportunités générées par les NGN, les acteurs apportent spontanément de nombreuses réponses liées aux nouveaux services, nouveaux acteurs, nouveaux modèles et nouvelles relations entre acteurs, même si ces réponses sont assez différentes entre les types d'acteurs.

Les principales opportunités signalées par les opérateurs résident dans :

- **Le développement du marché** et des revenus pour les opérateurs mais surtout pour les fournisseurs de services et contenus.
- le développement de **nouveaux services liés au haut débit et multimédia, notamment les services de streaming** et dans une moindre mesure les services liés à la mobilité et à la convergence voix/données.
- La **baisse des coûts** grâce à une mutualisation, une optimisation des couches basses, une simplification dans la conception des réseaux.

L'opinion sur **l'arrivée de nouveaux acteurs** est assez contrastée puisque si certains voient l'apparition de **nouveaux acteurs** positionnés sur des niches, qui seront à terme associés à de plus gros acteurs, un nombre équivalents d'acteurs n'identifient pas de nouveaux acteurs arriver sur le marché pour l'instant. Ceci confirme la vision précédente des acteurs sur la pertinence de nouveaux acteurs.

Il est important de noter que **plusieurs acteurs ne voient également aucune opportunité, ou encore aucun service innovant lié au NGN**. En particulier, les NGN vont plutôt permettre une consolidation des services existants et une rationalisation des ressources qu'un développement de services innovants, en tout cas à court et moyen terme. L'effet time to market et l'effet volume sont cités dans une moindre mesure comme étant déterminants dans le succès des services mis en place auprès du grand public, notamment parce que les budgets des clients restent limités. Un certain nombre

d'éléments également évoqués par les constructeurs, plus orientés vers des problématiques fonctionnelles, ont trait à la thématique de flexibilité et rapidité de développement des offres de services, et à leur simplicité de gestion comme le self provisioning (l'utilisation de protocoles IP pour le contrôle des services permet d'utiliser des interfaces Web extranet pour acheter et configurer son installation téléphonique et les services associés).

La création des services se fera soit en propre par l'opérateur, soit grâce à des relations **de partenariats avec des fournisseurs de services tiers** avec reversements (l'opérateur étant alors « opérateur de base de données clientèle »).

Parmi les opportunités émises, et même s'ils en ont conscience, peu d'opérateurs envisagent une évolution des relations entre acteurs et voient un intérêt immédiat à aller vers des partenariats. Cela confirme l'idée que les opérateurs ne sont pas encore rentrés dans une réflexion de fond sur leur positionnement sur la chaîne de valeur, sur les nouveaux modèles économiques possibles et sur des partenariats à nouer avec des fournisseurs de services.

Parmi les opportunités les plus citées en spontané par les constructeurs, ressortent **les nouveaux services et métiers associés**. Viennent ensuite les nouvelles relations entre acteurs et les modèles de facturation à trouver pour les services de données. Les constructeurs ont émis beaucoup d'avis sur les typologies de **services** qui sont sources d'opportunités (développement d'usage et/ou nouveaux métiers ou acteurs). En fait, le sujet monopolise l'essentiel des réponses, avec comme services les plus cités : les services multimédia, les contenus au sens large, l'outsourcing de services et d'applications.

Il faut noter également une **grande prudence des constructeurs** qui, s'ils identifient un **fort** potentiel de **nouveaux acteurs** (surtout pour les purs fournisseurs de services sans infrastructure) **et services**, rajoutent aussitôt que ce développement est **conditionné au fait de trouver un modèle économique** permettant de les financer (mode de reversement à trouver avec les opérateurs notamment).

Les avis exprimés spontanément par les acteurs confortent et renforcent leur vision sur la pertinence des différents critères exprimée ci-dessus :

- **Les constructeurs sont assez avancés dans leurs réflexions** sur les opportunités de nouveaux services et métiers, les nouveaux acteurs et les nouvelles relations entre acteurs.
- **Les opérateurs voient avant tout comme opportunités le développement de leurs revenus, les nouveaux services à développer ou encore la baisse de leurs coûts**. Ils sont plus contrastés sur l'apparition de nouveaux acteurs, et moins avancés dans leurs réflexions sur les nouveaux modèles économiques et relations entre acteurs.

4.3.2 Le potentiel de nouveaux acteurs

Bien que les avis sur l'apparition de nouveaux acteurs soient assez divergents entre les deux types d'acteurs, tous sont assez d'accord sur les types d'acteurs qui pourraient apparaître ou se développer :

- **Les fournisseurs de services et de contenus.**
- **Les opérateurs virtuels et les acteurs de l'outsourcing** : ASP, acteurs de e-sourcing, call centers, CRM, centres serveurs, centres d'appel virtuels, VNO dont mobiles ou encore NMSP (gestion du réseau d'un client).

Les constructeurs ont également identifié :

- Les ISP.
- Les opérateurs spécialisés dans la fonction transport ou contrôle d'appel (du fait de la séparation en couche des réseaux).

Un opérateur a également identifié :

- Les agrégateurs de contenus qu'il dénomme les « kiosqueurs » (rôle intermédiaire entre opérateurs et éditeurs).

Le potentiel de nouveaux acteurs se situe chez les fournisseurs de services et contenus, les acteurs de l'outsourcing ou encore les opérateurs virtuels. Il existe cependant quelques variantes : Les agrégateurs de contenus côté opérateurs et les opérateurs spécialisés dans la fonction transport et contrôle d'appel côté constructeurs.

4.3.3 De nouveaux services innovants ?

Les acteurs ont des avis assez proches sur les types de services qui devraient se développer avec les NGN :

- **Les services liés à la communication haut débit multimédia, temps réel, conversationnels et convergents voix/données/image** : vidéoconférence, TV interactive, portails multimédia, messagerie unifiée, messagerie instantanée, VoIP, VoDSL, etc...
- **Les services liés au contenu** en général et à la gestion de contenus distribués en particulier (ex. : streaming audio et video).
- **L'outsourcing de services** clients (en particulier les entreprises) chez l'opérateur : services de VPN IP multi-services, services de messagerie unifiée, Intranet, Centrex, centres d'appel virtuels, serveurs vocaux hébergés, CRM, ASP, firewall externalisé, etc ...
- Les services liés à la géolocalisation, les services contextuels et applications liés à la mobilité.

Ont également été évoqués par les opérateurs :

- Les services personnalisés.
- Les services liés à la sécurité.
- Les services de transport de données aux entreprises.

Quant aux constructeurs ils ont également identifié :

- Les services d'e-sourcing (mise en ligne de parties d'utilitaires, facturables à l'usage).
- Les services d'opérateurs virtuels (VNO), dont mobiles.
- De nouveaux services de transport pour les opérateurs : bande passante à la demande au niveau du cœur de réseau, réseaux virtuels optiques.
- Le développement de services basés sur le protocole SIP (simple, standardisé et favorise donc la création de nouveaux services, notamment pour les tiers, grâce aux API ouvertes).

Les services qui seront favorisés par les NGN sont les services large bande, convergents voix/données/image, liés à la communication multimédia temps réel et transactionnelle ; les services liés au contenu (notamment gestion distribuée) ; les services liés à l'externalisation et les services contextuels liés à la mobilité et géolocalisation.

4.3.4 La nécessité de nouveaux modèles économiques et nouvelles relations entre acteurs

Cela pourrait paraître paradoxal mais ce sont les constructeurs qui sont les plus bavards sur les nouveaux modèles économiques et surtout les nouvelles relations que cela va permettre entre les différents acteurs. En effet, comme déjà précisé, cela confirme que les constructeurs ont une réflexion plus aboutie que les opérateurs, en particulier sur ce sujet.

Au niveau des modèles économiques, trois éléments ressortent de façon importante chez les opérateurs :

- **La valeur va progressivement se déplacer de l'accès vers les services.** Les fournisseurs de services vont donc prendre une place de plus en plus importante et le rapport de force avec les opérateurs pourrait à terme s'inverser.
- Les opérateurs, bien positionnés sur ce marché puisqu'ils disposent de bases clients et SI sont en train de prendre conscience que s'ils veulent continuer à se développer et ne pas passer à côté du marché, ils **vont devoir aller vers plus de services innovants et un « time to market » de plus en plus rapide.**
- Comme ils ne pourront pas tout faire seuls, leur seule chance est de trouver des ressources externes et en particulier de **s'ouvrir à des fournisseurs de services et contenus, notamment sous forme de partenariats**, pour permettre d'offrir plus de services aux utilisateurs et le plus vite possible. Le rapprochement entre ces deux types d'acteurs va donc se renforcer **à condition que le business modèle soit satisfaisant pour les fournisseurs de services**, sachant qu'aujourd'hui les opérateurs sont encore réticents à l'idée que les fournisseurs de services facturent directement les clients finaux ou encore que la rémunération des fournisseurs évolue à leur détriment. Ils ne sont donc pas encore prêts à externaliser massivement le développement de services.

S'ils sont encore peu aboutis dans leur réflexion sur les relations avec les fournisseurs de services, ils le sont beaucoup plus sur les relations avec les constructeurs. En effet, les NGN vont permettre de nouvelles relations entre opérateurs et constructeurs. Les opérateurs pourront en effet aller de plus en plus vers des solutions multi-constructeurs et pourront plus facilement en changer s'ils ne sont pas satisfaits.

Les NGN devraient également favoriser **l'arrivée de tiers de confiance et d'outils de facturation standardisés avec automatisation des process** (intéressant pour facturation de petites sommes).

Ces éléments sont confirmés par les visions des constructeurs, qui vont encore plus loin dans leurs réflexions avec de nombreux éléments de réponses de leur part :

- Les opérateurs devront évoluer pour **séparer leurs prestations** :
 - de services,
 - de réseau (transport / contrôle),
 - de possesseurs de clients.

Dans le cas de services fournis par des tiers, les opérateurs deviennent des « service enablers » ou « opérateurs de base clientèle » vis-à-vis des fournisseurs de services.

- **Les opérateurs devront s'ouvrir de plus en plus à des fournisseurs de services tiers** (facteurs : demande de nouveaux services des utilisateurs, nécessité de réduire le temps de développement de ces services... Risques : complexité des architectures).
- **Il sera pour cela nécessaire d'établir des règles** afin d'empêcher l'opérateur de transport d'obtenir un monopole de fait sur les services, **voire d'envisager une intervention réglementaire** afin d'obliger les opérateurs à s'ouvrir à des fournisseurs de services et de contenus tiers.
- **On observe déjà un intérêt croissant des opérateurs** envers les acteurs et services tiers.
- **Les opérateurs externalisent déjà de plus en plus** de fonction comme le billing, les plate-formes de services, avec en contrepartie un recentrage sur la marque
- Les **partenariats** vont se renforcer d'une manière globale **entre tous les types d'acteurs** : opérateurs, éditeurs logiciels, constructeurs de matériels, fournisseurs de services et contenus. Ils seront à la fois partenaires et concurrents.
- **Il faut viabiliser les fournisseurs de services et contenus en leur garantissant des sources de revenus** (versements opérateurs, type kiosque ou pourcentage de revenus) et une possibilité de retour sur investissements. La clé du succès sera pour les opérateurs la capacité à conserver, voire conquérir des abonnés plutôt que de garder la mainmise sur l'intégralité des revenus.
- **Les modèles économiques** entre opérateurs et fournisseurs de services **seront différents suivant la pérennité des services** : l'opérateur aura tendance à fournir lui-même des services de base comme l'Email, et tissera un réseau de partenaires pour des services plus volatiles.
- Les nouveaux business models sont cependant **encore à créer.....**mais au final, ils seront **plutôt favorables aux opérateurs** puisque ces derniers maîtrisent l'abonné final par l'accès et sont donc en position de force sur la chaîne de valeur et dans leurs négociations avec les fournisseurs de services.
- La facturation des services est un élément clé. La facture pour le client final ne peut pas augmenter démesurément. Or, le nombre et le coût des services sont en forte croissance. Il est donc probable qu'on aboutisse à une valorisation des informations en fonction de leur degré de valeur ajoutée.
- **Le modèle économique actuel** (basé sur l'Internet gratuit) **n'est pas viable** pour les services large bande.
- **La fourniture de services sera au cœur des nouveaux modèles économiques.**
- **La facturation à l'usage** va se développer.
- **Les relations d'opérateur à opérateur vont également se développer** :
 - les NGN vont permettre aux opérateurs de se louer du trafic et des services plus facilement car les réseaux ne seront plus dédiés. Ils permettront d'adapter du débit à la demande.

- **Besoin d'accords forts entre les opérateurs** de tous types pour proposer des services globaux accessibles à tous les utilisateurs (interconnexions, voire investissement dans des plates-formes de services communes).
- Cependant, peu de modifications des modèles économiques et de la nature des relations entre opérateurs.
- **Le marché des constructeurs évoluera peu.**
 - **Les acteurs déjà en place garderont une place prépondérante** : les grands constructeurs seront les contractants principaux, et intégreront des technologies développées par des sociétés plus petites et plus réactives.
 - La fin des technologies propriétaires va rapprocher le marché des infrastructures du modèle économique Data, avec un large choix de fournisseurs (équipements / services, vente / installation / maintenance).

Il ressort de cette analyse que **les relations entre opérateurs et fournisseurs de services sont au cœur de la problématique NGN**. Ces derniers sont dépendants du bon vouloir d'ouverture d'une part, et de partage de revenus d'autre part, des opérateurs. Même si l'on sent déjà des prémices d'ouverture chez les opérateurs, il ne s'agit pas encore d'une tendance de fond et les modèles économiques associés sont encore quasi-inexistants.

En parallèle, **les relations entre opérateurs vont s'intensifier**, mais dans la continuité par rapport aux modèles économiques existants.

Quant au **marché des constructeurs**, il risque d'évoluer de manière « masquée » aux clients pour la fourniture de matériels, et acquerra une plus grande souplesse propre à la culture Internet.

La valeur va se redistribuer progressivement de l'accès vers les services, donnant ainsi un peu plus de poids aux fournisseurs de services et contenus :

- Les opérateurs, pour conserver leur clients et développer leurs revenus vont devoir s'ouvrir à des partenariats avec ces fournisseurs de services et contenus.
- Les opérateurs devront viabiliser les fournisseurs de services et contenus en leur garantissant des sources de revenus.

Il sera pour cela nécessaire d'établir des règles afin de faciliter cette ouverture. Mais aujourd'hui cela ne peut se faire qu'en trouvant un modèle économique « gagnant-gagnant » entre les partenaires.

4.4 Constructeurs : acteurs et positionnement

4.4.1 Introduction : Tendances de fond du marché des constructeurs NGN

Les constructeurs sont plutôt vus par les opérateurs comme moteurs sur le marché, en arrivant auprès des opérateurs et fournisseurs de services avec des solutions NGN.

Bien que certains acteurs travaillent à l'élaboration de produits et solutions NGN depuis plusieurs années (environ cinq ans selon l'un des acteurs interviewés), **ce marché en est encore à ses balbutiements et est en pleine structuration.**

Il est cependant possible de dégager de grandes tendances, que nous développerons dans la suite de ce chapitre :

- On peut distinguer **deux domaines majeurs en fonction de l'origine des fournisseurs** : l'un « **data-centric** » et l'autre « **telephony-centric** ». Cette distinction se ressent aussi bien sur les offres de produits, que sur la vision technologique et stratégique de l'évolution vers les NGN des fournisseurs. On la retrouve aussi d'ailleurs au niveau des opérateurs et fournisseurs de services.
- On observe une **évolution de la nature des offres, qui ne sont plus uniquement constituées de matériels, mais aussi de logiciels**. Les plates-formes matérielles changeant aussi de nature pour évoluer d'une architecture « électronique » vers une architecture « informatique ».
- **Le positionnement commercial des offres typées NGN est en cours d'élaboration** (suite à un travail de R&D démarré il y a déjà quelques années), notamment pour les acteurs déjà en place sur le marché. Mais globalement les constructeurs font déjà preuve d'une préparation et d'une maturité importantes sur le sujet NGN. Les constructeurs démontrent (et c'est logique vu la nature amont du sujet) une plus grande maturité par rapport aux NGN que leurs clients.
- Tous les constructeurs identifient **un fort potentiel et l'émergence de nombreux nouveaux acteurs**, notamment concernant les couches contrôle et services, avec des produits qui sont de nature plutôt logicielle/informatique.
- **Cependant, ce marché est émergent, encore très peu structuré, et mettra plusieurs années à se stabiliser**. Les offres NGN recouvrent donc des perspectives de mouvements économiques importants dans les années à venir. Les différents acteurs, déjà établis ou nouvellement arrivés sur ce marché, semblent encore chercher leur positionnement, et d'importants mouvements sont encore à prévoir, notamment par le jeu des **partenariats et fusions/acquisitions**. Il n'est pas sûr qu'à moyen terme un grand nombre de nouveaux acteurs perdure sur ce marché.

4.4.2 Typologie des acteurs et structuration du marché

Dans le cadre des NGN, le marché des constructeurs s'articule autour de plusieurs concepts :

- Le positionnement des acteurs « télécoms » et « données » déjà établis.
- L'émergence de nouveaux acteurs issus des NGN.
- L'importance croissante des partenariats entre acteurs.

4.4.2.1 Structuration du marché NGN et concurrence

Les NGN apparaissent clairement comme **une opportunité d'émergence de nouveaux acteurs**, développant leurs activités en leur nom propre ou par le biais de partenariats.

- **De nouveaux petits fournisseurs de produits spécifiques** comme les gateways ou les softswitchs (très nombreux, beaucoup d'américains, souvent positionnés sur des niches, souvent issus du monde informatique). Leurs points forts sont l'innovation, la compétence et la réactivité. Ils sont surtout présents sur les couches contrôle et applications. Leurs points faibles sont la pérennité financière et commerciale, ce qui explique qu'ils recourent fortement à des partenariats d'intégration (OEM) avec de grands constructeurs disposant d'une offre globale et d'une visibilité forte.
- Un très fort potentiel est aussi identifié pour **de nouveaux fournisseurs sur la couche Applications et plates-formes de Services** (éditeurs et intégrateurs), notamment du fait de l'émergence du protocole SIP. Cependant les constructeurs constatent qu'une multiplication des acteurs a précédé la concentration actuelle.

Les grands constructeurs généralistes télécoms sont pour la plupart bien implantés sur ce nouveau marché, avec l'énorme avantage d'avoir la capacité à proposer des solutions de bout en bout clés en mains (en propre ou par le biais de partenariats), et de disposer de bases de clients importantes.

Ils ont malgré tout quelques faiblesses : des solutions plus souvent propriétaires et basées sur ATM, une faiblesse de l'offre sur certains produits (ex. : softswitch), des compétences data et IP restreintes ou récemment acquises. D'où le recours fréquent à des partenariats avec des acteurs du domaine des réseaux de données ou avec de nouveaux acteurs spécialisés.

Par ailleurs, un nombre restreint d'acteurs a une stratégie hésitante sur les NGN, qui pourraient constituer un risque de cannibalisation de leur marché historique. Certains se sont même récemment retirés de ce marché.

Les opérateurs et fournisseurs de services devront prendre en compte le fait que **les acteurs issus du monde des données en général auront un rôle clé sur le marché des solutions NGN**, tant sur le plan des matériels, que des **logiciels** et des prestations.

Ils sont plutôt positionnés :

- sur les solutions de transport (IP et/ou ATM).
- sur les nouvelles solutions de téléphonie d'entreprises.
- au niveau des solutions de services, de réseau et de terminaux. Dans ces domaines, les **grands éditeurs de logiciels et systèmes d'exploitation** sont de plus en plus incontournables.

Cependant, **les fournisseurs de solutions globales**, qu'ils soient d'origine Télécom ou IP, **sont peu nombreux**. La nécessité de partenariats est grandissante.

Les différents types de constructeurs sont très partagés sur leur vision de la concurrence : on constate un équilibre des réponses entre ceux qui **ne se sentent pas concurrents de fournisseurs appartenant à une autre famille** (car le marché visé ou les produits sont différents) et ceux qui avouent avoir éprouvé sur le terrain une **nouvelle forme de concurrence avec des acteurs plus récents** et plus innovants.

Il semble donc que le marché des NGN soit ouvert à tous, avec **une place privilégiée pour chaque constructeur auprès de sa clientèle historique, et un rôle indéniable de « challengers » des nouveaux acteurs**. Les nouveaux opérateurs et fournisseurs de services seront donc très courtisés, car ce sont eux qui feront le plus jouer la concurrence transverse, et qui auront le pouvoir de bouleverser l'ordre établi.

Pour les opérateurs et fournisseurs de services :

- aujourd'hui tous les constructeurs (établis ou nouveaux acteurs, origine « télécom » ou « données ») ont une vision assez proche des NGN.
- La seule différence remarquable se fait sur la couche transport (ATM ou IP même si tous s'accordent à dire qu'à terme ce seront des offres tout IP).
- Mais les offres ne sont pas encore matures, elles restent partielles.

On constate par ailleurs que **les acteurs interviewés semblent faire plutôt confiance** dans leur évolution vers les NGN à **des constructeurs d'origine IP ou à des nouveaux entrants**, plutôt qu'à des constructeurs d'origine télécoms, **ce qui pourrait modifier significativement la répartition du marché**.

L'intérêt de ces opérateurs et fournisseurs de services pour les nouveaux constructeurs porte sur la possibilité d'investir peu et de disposer d'équipements « scalables » c'est à dire évolutifs.

Les constructeurs vus comme les plus matures par les opérateurs et fournisseurs de services sont :

- **Cisco**, constructeur d'origine IP.
- **Cirpack**, nouvel entrant spécialisé dans les passerelles softswitch.
- **Ericsson et Nortel**, constructeurs télécoms. Au sein de cette famille, **Ericsson** semble actuellement leader du marché NGN : le constructeur revendique 70% du marché NGN en Europe avec une soixantaine de contrats, et 40% à l'échelle mondiale.

Plusieurs autres acteurs sont également cités mais de façon moins marquée.

4.4.2.2 Cohabitation entre constructeurs « télécoms » et « données » et nouveaux acteurs

Il ressort de notre analyse du marché des constructeurs ayant une offre NGN que deux métiers de base y sont historiquement représentés, en fonction de leur activité « télécoms » ou « données ».

La distinction peut ensuite être faite entre :

- Les **acteurs établis** (proposant plutôt des évolutions de leurs produits existants, et en général une solution plus ou moins de bout en bout).
- Les **nouveaux acteurs** (proposant de nouveaux produits, et en général spécialisés sur une niche) apparaissent, du moins en première approche, comme « inclassables » : ils ont en général adopté pour développer leurs produits une approche fonctionnelle « télécoms » (nature des services offerts, compétence technique) et une solution produit « données » (logiciels, plate-forme informatique).

Type de constructeurs	Exemples
Les constructeurs orientés solutions télécoms	Constructeurs établis, plutôt généralistes. - Ex. : Alcatel, Ericsson, Fujitsu, Lucent Technologies, Nokia, Siemens, Nortel... Constructeurs établis mais spécialisés (plates-formes de services) : - Ex. : Comverse, CMG, Unisys...
Les constructeurs orientés solutions données	Constructeurs orientés offres matérielles et réseau : - Ex. : Cisco, Juniper, 3COM, Cienna, 6Wind... Constructeurs orientés solutions logicielles (niveau services) : - Ex. : Microsoft, IBM, Sun...
De nouveaux acteurs « inclassables »	Nouveaux acteurs (plus spécialisés, et souvent orientés vers des solutions nouvelles à forte dominante logicielle pour fournir des services télécoms) : - Ex. : Cirpack, NetCentrex, Sonus, Nuera, Clarent, Zhone Technologies, Riverstone, Extreme Networks, Cosmocom, Longboard ...

4.4.2.3 Points forts et positionnement des acteurs « télécoms » et « données »

Dans le domaine « télécoms » les constructeurs établis se positionnent surtout sur les couches contrôle et dans une moindre mesure services, tout en acquérant plus ou moins fortement les compétences pour fournir aussi des solutions transport (recours à des acquisitions ou partenariats dans le domaine « data »).

Dans le domaine « données », les constructeurs établis fournissent principalement des solutions pour les couches transport et services, moins pour la couche contrôle (ou alors dans un environnement spécifique, par exemple la téléphonie d'entreprises). Ils apparaissent comme de plus en plus présents sur des marchés réputés « télécoms », ce qui démontre leur légitimité nouvellement acquise.

Il apparaît donc que **les deux grandes familles ne sont pas directement concurrentes sur les matériels des couches transport et contrôle** (ce qui est conforme à l'opinion des acteurs interviewés eux-mêmes). Ils ont d'ailleurs souvent recours à des **partenariats stratégiques** afin de fournir au client une solution globale, où chacun conserve et affiche sa spécificité.

Par exemple, Cisco ou dans une moindre mesure Juniper semblent incontournables pour bon nombre de constructeurs télécoms qui ont recours à eux pour fournir à leurs clients une infrastructure de transport ATM ou IP.

La complémentarité et la relative non-concurrence entre ces deux grandes familles de constructeurs établis sont confirmées par l'analyse qu'en font les opérateurs et fournisseurs de services, qui considèrent que les constructeurs d'origine voix ont l'avantage de maîtriser la qualité de service sur ATM pour les offres voix, alors que les constructeurs d'origine de la donnée ont, eux, l'atout de maîtriser la technologie IP.

En revanche, **il n'en est pas de même concernant la couche services**. Malgré les tentatives plus ou moins récentes et plus ou moins réussies des constructeurs télécoms pour se positionner sur ce créneau, du fait de l'évolution des services télécoms vers des protocoles (et donc des architectures) hérités du monde des données, ils sont là logiquement en concurrence frontale avec les constructeurs et éditeurs de solutions informatiques.

Chacune des deux familles aura son rôle à jouer sur ce marché, et il est probable que leurs offres se compléteront, mais à **moyen/long terme il est possible que les acteurs « données » prennent un rôle de leader au niveau des produits NGN associés à la couche Services**.

Ils sont en effet très actifs dans le domaine de la spécification et/ou de la normalisation des protocoles et langages de développement de services de télécommunications de demain, et s'appuient en cela sur les solutions déjà spécifiées il y a plusieurs années et éprouvées sur le terrain dans le domaine des développements d'applications informatiques (ex. : CORBA).

Les acteurs traditionnels ont été fréquemment critiqués par les nouveaux acteurs dont nous parlons plus loin. Ils ont été jugés par leurs challengers comme :

- mettant en avant un discours NGN « sans proposer aucun vrai produit NGN ».
- soucieux avant tout de préserver leur base installée de clients et de matériels.
- source de perplexité de la part des opérateurs, avec pour conséquence une décredibilisation des constructeurs ayant une offre NGN.

Ces remarques s'expliquent naturellement par le fait que **les constructeurs établis sont plus positionnés dans la continuité** (« NGNisation » en douceur des réseaux et services existants) **alors que les nouveaux acteurs se placent plus dans une optique de rupture technologique** (« révolution » NGN).

4.4.2.4 Des nouveaux acteurs au profil mixte visant un marché spécialisé

Dans le domaine des matériels « données », le marché écrasé par son leader Cisco laisse peu de place aux nouveaux entrants, hormis sur des marchés spécialisés, voire de niche (Juniper qui domine Cisco sur les routeurs de très haute capacité, 6Wind spécialisé sur les routeurs IPv6, Cienna sur les réseaux optiques...)

Il en est un peu de même pour le domaine des solutions « données » logicielles. En revanche, la nature de ce positionnement laisse peut-être une place plus grande aux « jeunes pousses » ou aux sociétés spécialisées. Il est en effet moins « vital » de confier une application à une société encore peu connue que son réseau backbone, par lequel transite tout son trafic.

La plus forte émergence de nouveaux acteurs, à même de concurrencer les acteurs télécoms établis, est en fait constatée sur les **fournisseurs de solutions télécoms spécialisées, et très axées « logiciel »** (serveurs d'appel, plates-formes de services mais aussi media gateways).

On pourra distinguer les sociétés proposant des solutions uniquement logicielles (ex. : Softswitch NetCentrex) ou combinées matériel / logiciel (ex. : Cirpack). Le marché américain notamment est très actif dans ce domaine.

Selon les constructeurs interviewés, **ces nouveaux acteurs ont été classifiés soit dans le domaine « télécoms »** (pertinent au vu de la finalité de services de leurs solutions), **soit dans le domaine « données »** (pertinent aussi au vu de la nature logicielle et informatiques des plates-formes retenues pour l'implémentation). Ce sont en général des sociétés disposant de la double compétence, et leur coloration dominante dépend souvent du profil de leurs fondateurs. C'est pourquoi **nous préférons les décrire comme « inclassables »**.

Comme le marché NGN est en phase de balbutiement et que les efforts de normalisation rendent les développements de produits plus accessibles, il n'est pas étonnant de voir fleurir une multitude de nouvelles sociétés cherchant à se positionner. Un des acteurs interviewés a cité le chiffre d'une cinquantaine de constructeurs dans le seul domaine des softswitchs.

Cependant, malgré une profusion apparente :

- La **spécialisation** de ces acteurs les rend très sensibles à des **problématiques d'intégration** de leurs solutions avec les autres acteurs de la chaîne NGN.
- Il semble que beaucoup de nouveaux acteurs soient positionnés sur des **solutions NGN spécifiques à l'accès**, ce qui limite potentiellement le choix des opérateurs pour les solutions de cœur de réseau.
- Cette impression est renforcée par le recours fréquent de ces « petits » nouveaux acteurs à des **partenariats de type « OEM »** avec des constructeurs plus établis.
- Dans ce contexte et au vu de la conjoncture présente ou même les « gros » peinent à survivre, des **regroupements** (et des faillites) seront inévitables.
- Par ailleurs, **les marchés américains** (zone ANSI) **et européens** (zone ETSI) **semblent encore actuellement étanches** à ces nouveaux acteurs. Selon l'un de ces nouveaux acteurs interviewés, « les acteurs américains sont très peu présents en Europe (et vice versa) pour des questions d'interopérabilité et de gestion de la signalisation. Comme ces acteurs sont également les plus médiatiques, leur faible crédibilité sur le marché européen ajoute à la confusion des opérateurs ».

Ces éléments ne seront pas sans poser des problèmes de **pérennité** de ces nouveaux constructeurs et donc de **confiance** des opérateurs. Certains des constructeurs interviewés (grands constructeurs généralistes bien sûr) vont même jusqu'à penser que ces nouveaux acteurs pourraient ne pas survivre en tant que tels.

Il est certain que ces nouveaux acteurs devront faire preuve de fortes capacités financières ou mettre en œuvre des partenariats solides pour résister. Cependant, l'émergence des NGN sera sans doute à moyen / long terme l'occasion d'un certain renouvellement du marché, bien que ce point semble mis en retrait par les constructeurs interrogés, du fait de la conjoncture actuelle dans les télécoms.

Les opérateurs ont une vision de l'évolution du marché des constructeurs NGN cohérente avec cette analyse faite par les constructeurs eux-mêmes :

- Ils ont constaté l'apparition de quelques **acteurs de niche** qui se démarquent par leur **activité sur la partie contrôle** (softswitchs), et dont le rôle perçu est de créer des passerelles entre gros constructeurs et opérateurs. Alors que les gros constructeurs établis migrent en douceur vers les NGN avec des solutions hybrides, ces nouveaux constructeurs spécialisés se positionnent directement sur les technologies NGN.
- Ces acteurs, dont le plus connu des opérateurs interrogés est Cirpack, ont cependant à leurs yeux **une durée de vie limitée** et seront probablement l'appât de gros constructeurs (d'origine voix ou données) qui en profiteront pour acquérir les compétences NGN nécessaires à leur évolution. **A terme, les opérateurs voient** donc eux aussi **le marché se reconcentrer**, laissant la place à quelques acteurs majeurs, probablement déjà existants et établis.

4.4.2.5 Foisonnement des partenariats technologiques et stratégiques

Face à l'accélération de l'évolution des technologies, il est nécessaire pour les constructeurs d'opérer un élargissement très rapide de leur savoir-faire, d'où le recours de plus en plus indispensable à des acquisitions stratégiques et à tout un réseau de partenariats.

4.4.2.5.1 Fusions/acquisitions et partenariats : s'unir pour préparer l'ère NGN

L'évolution vers les NGN est une tendance **préparée depuis plusieurs années** par les constructeurs les plus importants, avec tout un jeu de **fusions/acquisitions**, notamment pour pouvoir se positionner sur la totalité de la chaîne de produits. Ainsi les acquisitions par des constructeurs télécoms de sociétés spécialisées sur les couches transport ATM ou IP sont nombreuses. Les acquisitions sont cependant très dépendantes de la stratégie et du positionnement des sociétés : certaines y recourent fortement, d'autres avec beaucoup de modération et de manière très ciblée dans un but d'acquérir une compétence nouvelle.

En revanche, la conjoncture actuelle des télécoms, qui veut que l'ensemble des acteurs soient de plus en plus innovants et réactifs pour le développement de nouvelles solutions, rend les **partenariats entre acteurs incontournables**. Cela est d'autant plus vrai dans le domaine des NGN, qui est émergent. Les partenariats y foisonnent et même les acteurs majeurs y ont recours afin de compléter leurs compétences.

On pourra noter les tendances suivantes concernant les partenariats :

- **Les partenariats pertinents dans le cadre des NGN sont en général à périmètre restreint, et non-exclusifs.** Leur objectif n'est pas de fusionner deux lignes produits, mais d'utiliser à bon escient certains produits ou concepts d'un tiers pour la création de produits spécifiques les plus adaptés possible à la demande du marché, et dans les délais les plus courts possibles. Le partenaire peut par ailleurs être un concurrent dans un domaine connexe.
- **Des partenariats, encore atypiques il y a quelques années, apparaissent** sous le signe du multimédia et de la convergence (voix/données/image, télécoms/audiovisuel/internet). Des acteurs télécoms s'allient à des acteurs issus de domaines totalement autres. Ainsi, un constructeur télécoms peut s'allier à un constructeur spécialisé dans les produits photos ou vidéo ou dans la production de contenus musicaux pour développer des produits et services multimédia communicants spécifiques.
- On peut malgré tout noter l'existence d'un nombre très restreint de constructeurs qui semblent miser sur l'autonomie et la croissance interne, et avoir une stratégie de partenariats très limitée (ex. : Nokia).

4.4.2.5.2 Les diverses formes de partenariats mises en œuvre

Les partenariats développés par les constructeurs peuvent prendre des formes diverses :

- **Partenariats stratégiques.** Ces partenariats ont en général vocation à compléter l'offre d'un constructeur par celle d'un tiers positionné sur un segment de produits différents afin de pouvoir fournir au client une solution globale, sans pour autant développer d'offre commune ou masquer l'existence et le nom du partenaire. Les partenaires stratégiques sont donc en général des noms prestigieux et des leaders incontestés dans leur domaine.

Exemples :

- **Ericsson** a renforcé en 2000 son partenariat stratégique avec **Juniper Networks**, dont l'objectif est la fourniture et le support pour la construction d'infrastructures internet mobile 3G. Il consiste en une joint-venture (EJN Mobile IP) qui développe notamment un équipement GGSN pour les réseaux GPRS et UMTS, et un accord exclusif de distribution des routeurs IP de cœur de réseau de Juniper par Ericsson auprès des ISP et opérateurs mobiles.
- La même année, un autre partenariat de ce type a été conclu entre **Compaq Computer Corporation** et **Ericsson** afin de développer et produire conjointement des Softswitchs pour la nouvelle génération de la gamme de commutateurs fixes et mobiles AXE d'Ericsson, basés sur les serveurs haute disponibilité AlphaServer de Compaq et la technologie Tru64 UNIX. Un partenariat similaire lie **Compaq** avec **NetCentrex** pour la ligne de produits pour réseaux convergés voix-donnée VoIP/RTC de ce dernier.
- **Partenariats technologiques :**
 - **Groupements d'intérêts et forums.** Il s'agit d'une relation ouverte, où il n'y a pas forcément de « leader » très marqué. Un groupe d'acteurs issus du même marché ou de marchés connexes et ayant identifié, dans un domaine ou une technologie émergente, une opportunité de nouveau marché, s'allient pour la spécification, le développement et la promotion de solutions nouvelles. Le développement de standards est de plus en plus incontournable et nécessite des partenaires amont, des alliances. Ce type de partenariat est étroitement lié à l'activité de normalisation, qui est développée dans le chapitre 4 du rapport.

Exemples :

- Le **LIF** (Location Inter-operability Forum) est un forum créé initialement par **Motorola, Nokia** et **Ericsson** (rejoins depuis par de nombreux autres constructeurs) afin de définir et promouvoir, via les organismes de standardisation et de spécification, une solution de services de localisation commune, interopérable, simple et sécurisée. Cette solution permettra aux fournisseurs de services et d'applications d'obtenir des informations de localisation des opérateurs mobiles, indépendamment de leurs interfaces radio et de leurs systèmes de géolocalisation.
- L'alliance **OMA** (Open Mobile Architecture) a été créée en Novembre 2001 à l'initiative de **Nokia**, dans le but de définir et implémenter des interfaces de programmation (API) qui permettront aux développeurs d'applications de disposer d'outils standards pour le développement d'applications internet mobiles. Les sociétés à l'origine de ce groupement sont : **AT&T Wireless**, Cingular Wireless, MM02, NTT DoCoMo, Telefonica Moviles, Vodafone, **Fujitsu**, Matsushita, Mitsubishi Electric, **Motorola**, NEC, **Nokia**, Samsung, Sharp, **Siemens**, **Sony Ericsson**, Toshiba, et Symbian. Les grands leaders des serveurs d'applications Java, **Hewlett-Packard**, **IBM**, **Oracle**, **Sun Microsystems**, ainsi que **BEA** et **Borland** ont rejoint le groupement en Décembre 2001. Ils vont notamment travailler sur un jeu d'extensions mobiles pour la plate-forme serveur J2EE (Java 2, Enterprise Edition).
- **Consortiums** : c'est l'aboutissement le plus fort d'un partenariat technologique, qui évolue en général vers un partenariat économique. L'association des constructeurs en jeu est identifiée comme créant un domaine nouveau, qui est développé et exploité commercialement par une entité conjointe sans que cela nuise à l'activité d'origine des différents partenaires.

Exemples :

- **Alcatel** et le constructeur japonais **Fujitsu** ont créé en 2000 une joint venture, dans laquelle Alcatel est majoritaire, pour développer une solution de réseau mobile de 3^{ème} génération. L'offre d'équipements radio UMTS issue de ce partenariat est commercialisée sous le nom d'Evolium.
 - **Symbian** est une joint venture entre Ericsson, Matsushita, Motorola, Nokia et Psion créée en Juin 1998 afin de développer et commercialiser le système d'exploitation EPOC32 pour terminaux mobiles « smartphones », dérivé du produit de Psion.
- **Partenariats commerciaux** :
 - **Accords de commercialisation croisée ou conjointe** de solutions complémentaires, en général positionnées sur le même segment. En général entre acteurs d'envergure ou de renommée équivalente afin de bénéficier de la visibilité des deux marques.

Exemple : Dans le cadre de son programme de partenariats « Spark Alliance », **Comverse** (constructeur de réseaux, services et applications multimédia : messagerie, communication personnelle, services et jeux mobiles) a développé avec **Clarent** Corporation (constructeur de softswitches, gateways, gatekeepers et centres de commande NGN) une solution commune combinant les offres des deux fournisseurs, afin de fournir une solution globale permettant une transition douce d'un réseau téléphonique traditionnel vers un réseau hybride ou IP natif (VoIP). Comverse a développé des partenariats technologiques similaires avec les sociétés **Sylantro** et **Sonus**.

- **Accords OEM** (Original Equipment Manufacturer) d'intégration de composants matériels ou logiciels d'un constructeur au sein d'un produit plus global d'un autre constructeur, et commercialisation par ce dernier sous son nom. Ces accords sont de plus en plus fréquents. Ils garantissent une viabilité et des débouchés immédiats au partenaire positionné sur une niche ou pouvant difficilement commercialiser ses produits de manière indépendante. Le constructeur « leader » en retire aussi des avantages puisqu'il bénéficie de la technologie et des compétences pointues de son partenaire, et est à même de fournir au client une solution globale plus performante. Un inconvénient de ce type d'accord est qu'il peut à terme mettre le partenaire dans une position de faiblesse s'il ne dispose pas d'autres partenariats ou de marchés directs. Un autre inconvénient est qu'il n'est pas forcément public ou identifiable, et qu'il est même parfois symétrique, ce qui limite la visibilité des clients sur la nature exacte des produits achetés.

Exemples :

- **Telcordia** (constructeur américain de solutions réseau et logicielles) a signé début 2001 un accord de partenariat OEM avec **Nokia**, qui commercialisera donc les produits ISCP (plate-forme de développement et de déploiement de services de réseau intelligent IN) et Network Engineer (logiciel d'inventaire réseau) de Telcordia au sein de son portfolio de produits. Ce partenariat permet à Nokia d'enrichir ses solutions pour la fourniture de plates-formes IN et de composants OSS supportant CAMEL Phase 3 et la fonctionnalité OSA.
 - Un partenariat OEM a été conclu entre **Ericsson**, et **Zhone Technologies Inc.** dans le domaine des réseaux d'accès large bande NGN pour les opérateurs télécoms. La gamme de produit ENGINE d'Ericsson est ainsi enrichie avec la ligne de produits d'accès large bande de Zhone.
- **Accords d'utilisation et de commercialisation de solutions sous licence** (notamment dans le domaine logiciel). Le constructeur autorise des tiers à s'appuyer sur son produit, non pas simplement pour l'intégrer, mais pour développer en son nom propre des produits qui en sont dérivés, en échange d'un intéressement aux recettes liées à leur vente.

Exemples :

- **Nokia** a annoncé fin 2001 qu'il va licencier ses technologies de téléphone mobile et ses plates-formes logicielles à d'autres fabricants de terminaux mobiles. Le constructeur prévoit notamment de vendre ses technologies clientes de messagerie MMS et SMS, son navigateur WAP/XHTML et son moteur de synchronisation SyncML. Il va également mettre sur le marché une plate-forme de référence basée sur le système d'exploitation Symbian. Baptisée Series 60, cette plate-forme est destinée à l'élaboration de téléphones intelligents, capables de naviguer sur Internet et dotés de fonctions de messagerie et de gestion de contacts avancées. Toutes ces technologies seront fournies par Nokia sous forme de codes sources, ce qui permettra à leurs acheteurs de les modifier.
- **Ericsson** a signé fin 2000 un accord de licence de sa technologie Bluetooth avec Intel. Cet accord permet à Intel de compléter son portfolio de solutions de communication sans fil en y intégrant les briques technologiques Bluetooth d'Ericsson.

- **Partenariats de services** : Les constructeurs ont de plus en plus recours à des partenaires intégrateurs, qui sont formés sur leurs solutions et certifiés à même de concevoir et déployer les produits du constructeur chez le client final. Cette pratique, très répandue dans le domaine informatique, se généralise aux télécoms.

Exemple : **NetCentrex** a développé des partenariats avec de nombreux intégrateurs réseau et systèmes, notamment : Atos Origin, Cap gemini Ernst & Young, Coheris, CS Communications & Systèmes, Sema, Teamlog.

4.4.3 Stratégie et positionnement des constructeurs

Les technologies NGN ne sont ignorées par aucun des constructeurs interviewés :

- Sur le fond, ils prennent en compte cette évolution dans leur stratégie, de manière plus ou moins marquée et globale
- Sur la forme, seul un constructeur interrogé n'a pas encore élaboré de stratégie de communication NGN, mais son offre démontre une réelle et forte prise en compte des concepts NGN dans l'élaboration de ses produits et de sa stratégie de partenariats.

4.4.3.1 Part des NGN dans la stratégie des constructeurs

On constate une **position unanime et très proactive des nouveaux acteurs ainsi que des acteurs du domaine logiciel** (intégrateurs et éditeurs) par rapport aux NGN :

- Pour les nouveaux acteurs, il ressort que **la stratégie et les technologies de ces sociétés sont complètement tournées vers les NGN**, qui sont même souvent à l'origine de la création de la société.
- Pour les acteurs du domaine logiciels, il s'agit d'une **évolution de fond, à l'origine d'un positionnement nouveau**. Le concept NGN est très présent et complètement intégré dans les offres. La plupart des produits est orientée NGN.

Le positionnement des gros constructeurs, qu'ils soient d'origine télécoms ou données, est plus nuancé.

Pour la grande majorité, l'évolution des offres vers les NGN est décrite comme constituant une évolution majeure qui sous-tend les stratégies de développement et est à l'origine d'une communication forte, d'un positionnement nouveau, de nouvelles gammes de produits (avec une migration en douceur et une adaptation des équipements existants) voire de produits complètement nouveaux.

Cependant, il est **difficile de qualifier le degré de « nouveauté » des produits NGN** des constructeurs sans entrer fortement dans le détail de leur offre. A noter qu'un certain nombre de ces constructeurs s'attache à **rendre l'évolution vers les NGN transparente aux utilisateurs, au point de ne pas en faire un argument commercial**, car :

- Soit les NGN constituent une simple évolution des réseaux traditionnels (auquel cas le constructeur s'attache avant tout à maintenir entre son ancienne et sa nouvelle gamme une continuité dans l'ergonomie, la plate-forme matérielle de base et les fonctions et interfaces de gestion ou d'administration). Cette position est avancée par certains acteurs télécoms.
- Soit le constructeur ne considère pas le mot « NGN » comme un argument commercial car il s'agit d'une problématique encore trop amont, et préfère axer sa communication sur la fourniture de services IP multimédia, les équipements ayant déjà depuis leur origine une architecture interne qui les rend « NGN-ready ». Cette position est avancée par certains acteurs spécialisés sur des plates-formes de services.

- Soit le constructeur a un positionnement plus global et ne souhaite pas s'enfermer dans une image uniquement NGN. Cette position est avancée par certains fournisseurs d'équipements de réseaux de données.

4.4.3.2 Domaines couverts par les offres NGN des constructeurs interrogés

Afin d'évaluer la complétude de l'offre des constructeurs interrogés, nous avons distingué les domaines suivants : terminaux, réseaux d'accès, transport, contrôle d'appel, services et applications, systèmes d'information.

Les nouveaux acteurs (3 sur 11)

Les nouveaux acteurs spécialisés se positionnent essentiellement sur des éléments spécifiques des réseaux NGN : les softswitchs (2 sur 3), ou l'accès, les Media Gateways et les Call Agents (1 sur 3). Ils ont en général une offre de plates-formes de services associée (2 sur 3) et plus rarement une offre de supervision (1 sur 3). Ils ont notamment tous recours à des partenariats OEM avec de grands constructeurs pour commercialiser leurs offres (3 sur 3).

Les intégrateurs et éditeurs de logiciels données (2 sur 11)

Ces acteurs ont essentiellement une offre de services NGN orientés web (modèle « Web Services »). L'un des deux est, en complément, clairement positionné sur les offres liées aux terminaux (systèmes d'exploitation, applicatifs).

Les gros constructeurs données (2 sur 11)

Le positionnement des deux constructeurs de données interrogés est différent : alors que les deux fournissent une solution de transport, seulement l'un d'entre eux offre une solution complète de téléphonie sur IP à destination des entreprises. Les deux disposent de partenariats stratégiques avec des constructeurs télécoms dans le cadre desquels ils fournissent (en leur nom) des solutions de transport.

Les gros constructeurs télécoms (3 sur 11)

Les trois acteurs interrogés ont une solution relativement globale, de bout en bout (une ou plusieurs offres pour chaque domaine). A noter :

- le recours fréquent à des partenariats avec des constructeurs « données » pour fournir tout ou partie des offres de transport (si la société n'a pas acquis la compétences auparavant par le jeu d'une acquisition).
- la diversification des activités du constructeur « typé mobile » interrogé (équipements ADSL, accès WLAN...).
- même si les trois ont une offre de plates-formes de services multimédia, on peut constater des degrés de maturité différents de ces offres.

Les constructeurs télécoms spécialisés (1 sur 11)

Le seul acteur interviewé a essentiellement une offre de plates-formes de services vocales, convergentes, et multimédia. Il complète cette offre via des partenariats technologiques avec des constructeurs d'infrastructures NGN.

4.4.4 Analyse globale des clients de solutions NGN

Il est vital pour les constructeurs élaborant une offre NGN de bien analyser et connaître leur clientèle afin de pouvoir répondre à ses attentes. Or, selon la majorité des constructeurs interviewés, **les clients potentiels des offres NGN n'ont pas encore acquis une maturité importante** par rapport à ces produits et les constructeurs se préparent donc à les accompagner.

Il ressort des entretiens avec les constructeurs les points suivants :

- Un **besoin d'accompagnement amont des clients plus fort** que pour les solutions traditionnelles (prestations de formation, de conseil technique et stratégique, de modélisation de business model et de retour sur investissement...); point que la plupart des constructeurs interrogés a identifié, et sur lequel ils travaillent en adaptant leur offre de services et le périmètre de leurs prestations avant-vente, tant du point de vue technique qu'économique.
- Une très faible minorité de constructeurs n'a cependant pas encore mis en place de **stratégie de communication** et d'accompagnement de ses clients spécifiquement orientée NGN. Considérant que leur clientèle n'est pas encore mûre pour entendre ce discours, ils communiquent uniquement en fonction du besoin en insistant sur le fait que leurs solutions sont « NGN-ready ». Cette position, acceptable à court terme pour un constructeur spécialisé ne semble cependant pas tenable à moyen terme, et pour un constructeur généraliste.
- De manière encore plus marquée que le marché des constructeurs, **le marché des clients NGN n'est pas encore mature**. Ces clients sont d'ailleurs pour l'instant essentiellement les opérateurs télécoms et dans une moindre mesure les fournisseurs de services Internet. En revanche, les opérateurs mobiles et les purs fournisseurs de services ne représentent encore à ce jour qu'un potentiel de nouveaux clients.
- Selon plusieurs sociétés interrogées, **les grands comptes utilisateurs** (entreprises essentiellement) **auront certainement leur rôle à jouer pour accélérer la maturité et les offres NGN des opérateurs**.

On ressent donc **un grand différentiel** entre :

- **La maturité des constructeurs** par rapport aux NGN, **et celle de leurs clients**, d'où un besoin plus grand de prestations d'accompagnement amont.
- **La nature du potentiel de nouvelle clientèle NGN** tel qu'identifié par les constructeurs, **et la clientèle NGN effectivement prospectée et/ou acquise**, ce qui montre que le marché des purs fournisseurs de services n'en est encore qu'à ses balbutiements.

4.4.4.1 Evolution des offres de services aux clients

Il ressort des entretiens avec les constructeurs que, dans le cadre des NGN, les clients sont nettement plus demandeurs de **services d'accompagnement stratégique, technique et financier** (besoin identifié par la plupart même si tous les constructeurs n'ont pas répondu explicitement à ce point).

Certains constructeurs ont déjà mis en œuvre les **évolutions de leurs prestations** (éventuellement en ayant recours à des partenariats spécifiques) pour répondre à cette demande :

- En premier plan, un renforcement des **discussions amont** sur les moyens d'augmenter les revenus, l'étude de marchés et de business models se concrétise par un accompagnement plus fort avec des prestations de **conseil, marketing et expertise financière** (montage de business plans, ROI). Dans un contexte économique contraignant, les clients potentiels demandent des preuves d'un retour sur investissement rapide et sûr.
- A un degré moindre, les constructeurs proposent des **prestations techniques complémentaires** : prototypage de services, développement de fonctionnalités spécifiques, ingénierie de réseau, tests et implémentation, développement de spécifications et de logiciel, prestations d'intégration / outsourcing de systèmes.
- Ces mesures peuvent s'accompagner d'un renforcement du **service après-vente**.

4.4.4.2 Arguments de vente

Les principaux arguments de vente mis en avant par les constructeurs interrogés pour leurs offres de produits NGN sont :

- En premier lieu, le **développement des usages et des nouveaux services** innovants, la fourniture de services indépendamment du réseau et du terminal utilisés, réponse aux exigences de « time to market » des opérateurs.
- Les perspectives **d'économies financières** (limitation des CAPEX et OPEX, retour sur investissement plus rapide, équipements moins coûteux).
- Viennent ensuite des arguments techniques (capacité à gérer du très haut débit, flexibilité, évolutivité et qualité de service, optimisations...), et les compétences et les références du constructeur.

Les constructeurs s'adaptent donc pour mettre en avant auprès de leurs clients **des arguments plus marketing (services et usages) et financiers que techniques**.

4.4.4.3 Types de clients de solutions NGN

En toute logique, **les clients potentiels visés par les solutions NGN des constructeurs devraient être ceux qu'ils identifient soit comme acteurs devant anticiper la migration** (en priorité les opérateurs de backbones – surtout IP et internationaux, et les nouveaux opérateurs), **et/ou comme acteurs les plus moteurs pour les NGN** (en priorité les ISP, et les opérateurs de backbones IP internationaux opérateurs, et les opérateurs mobiles qui sont aussi identifiés comme une cible essentielle, notamment dans le cadre des déploiements de réseaux UMTS).

Or, dans les faits, **tous les segments de constructeurs visent en priorité les opérateurs** au sens large, avec une domination du domaine Télécoms sur le domaine

Internet (notamment nouveaux acteurs, avec une mention particulière pour certains opérateurs historiques, les opérateurs mobiles, et les nouveaux opérateurs ADSL et ISP).

En revanche, **les nouveaux acteurs de la couche Services** (purs fournisseurs de services, ASP, MVNO...), identifiés par beaucoup comme étant un vivier important de nouveaux clients NGN potentiels, n'ont pas encore émergé : ils **ne sont encore à ce stade que des clients marginaux, voire des prospects**. L'importance de ces nouveaux types de clients n'est donc pas quantifiable à ce jour.

Par ailleurs, bien qu'elles ne soient pas visées par tous les constructeurs, **les entreprises ressortent cependant comme des clients bien réels pour des solutions NGN convergentes** de voix sur IP. Ce point confirme l'opinion donnée par plusieurs constructeurs que les entreprises auront **un rôle moteur pour faire évoluer les offres des opérateurs vers les NGN**.

4.4.4.4 Positionnement des clients face aux constructeurs multiples

La majorité des opérateurs et fournisseurs de services s'accorde à dire que leur solution globale cible sera multi-constructeurs. Quelques acteurs évoquent cependant l'idée d'un constructeur unique par domaine d'activité NGN ou sur un type particulier d'équipement NGN.

- Les raisons évoquées pour la **solution multi-constructeurs** sont surtout liées au fait qu'à court terme **aucun n'a réellement de solution globale**, que chaque acteur est bon dans son domaine propre, ou encore la **facilité de cohabitation** grâce aux fortes capacités d'interopérabilité et aux standards.
- Les raisons évoquées pour la **solution mono-constructeur** résident dans la **réduction des coûts indirects** (frais de supervision, maintenance, formation élevés d'où coûts d'autant plus élevés pour plusieurs constructeurs) ou dans la recherche d'une **interopérabilité** (au moins à court terme).

Seul un acteur a évoqué la possibilité d'avoir **un constructeur unique comme « prime contractor »**, en fait un leader qui aura en charge de rechercher les équipements complémentaires (intégration de produits d'autres constructeurs), assurer l'interopérabilité de bout en bout, et gérer les projets.

Techniquement, tous s'accordent pour dire qu'**aujourd'hui** ils utilisent **ATM**, qui est plus mûr et dispose d'une qualité de service satisfaisante, mais que **demain IP** sera le protocole de référence. Plusieurs acteurs signalent également le fait d'avoir **à terme une mixité des protocoles IP/ATM si nécessaire**.

L'objectif de l'architecture de réseau NGN, qui est la facilitation des solutions multi-constructeurs par le biais d'interfaces standardisées, ne semble pas aisé à atteindre à court terme pour les opérateurs. **Dans un premier temps, les réseaux NGN seront donc vraisemblablement mono-constructeur (du moins par type d'équipement)** pour des raisons de **coûts** et **d'interopérabilité**. Cela représente un avantage à court terme pour les opérateurs, mais pourra se révéler à moyen terme être un inconvénient du fait de la dépendance d'un fournisseur unique.

Il existe par ailleurs une certaine **demande de fourniture de solution globale**, par le biais de partenariats et de prestations d'intégration (constructeur contractant principal).

4.5 Offres NGN : maturité et coûts

Deux éléments clé influenceront sur les décisions et processus d'introduction des solutions NGN dans les réseaux et services de communications :

- La maturité des produits NGN : elle s'avère à ce jour inégale en fonction des équipements réseau envisagés (ex. : Media Gateways / serveurs d'appel), des couches concernées (ex. : Transport / Contrôle / Services), et des environnements d'utilisation (ex. : fixe ou mobile).
- Le coût de ces offres, tant en termes d'investissement que de fonctionnement : des économies sur ces deux postes sont attendues des NGN, mais elles sont à nuancer dans le temps et en fonction de l'environnement initial de l'opérateur.

4.5.1 Une maturité des produits encore contrastée

Dans l'ensemble, **aux yeux des constructeurs, les technologies NGN semblent matures, ou en passe de l'être rapidement (sous 3 ans).**

Les domaines où les produits leur semblent actuellement **déjà matures** sont :

- Les réseaux d'accès traditionnels (hors très haut débit).
- Le transport optique haut débit (hors G-MPLS).
- Les Media Gateways.
- Les réseaux intelligents.
- Les solutions de supervision et d'administration de réseau.

Les domaines où les produits leur semblent **les moins matures** (plutôt sous 1 à 3 ans) sont :

- **Les terminaux (notamment fixes**, surtout en termes de coût, et de fonctionnalités par rapport aux terminaux mobiles).
- **La facturation des services** (une problématique cependant plus commerciale que technique, afin de trouver le modèle adéquat des nouveaux services data multimédia).
- **Le développement des services multimédia** (en fait, plus un problème de créativité pour trouver les « killer services » qu'un problème technique).
- **Et surtout les logiciels applicatifs** (disponibilité dans une fourchette de 1 à 5 ans). Les contenus et « briques de base » sont jugés matures, mais pas les technologies et les mécanismes de consolidation de ces contenus. Ce point est aussi à mettre en relation avec le manque de maturité des terminaux et de SIP.

Dans une moindre mesure, doivent encore progresser :

- Les réseaux d'accès (évolutions haut débit).
- L'IP (notamment la qualité de service et IPv6).
- Les serveurs de contrôle d'appel (surtout pour la gestion du raccordement des abonnés à l'accès – fonctions ClassV, et pour l'évolution vers de hautes capacités).
- La supervision et l'administration, même si elle est jugée plus facile à terme grâce à la convergence vers des mécanismes hérités d'IP.

A noter que les technologies **IN et ATM** ont été citées par certains constructeurs comme **non pertinentes** dans le cadre des NGN.

Il ressort clairement que **les produits les moins matures sont ceux qui touchent plus ou moins directement (cas des terminaux) aux Services.**

4.5.2 Une optimisation des coûts variable selon le contexte

Un des points importants pour les processus de décision et de mise en œuvre de la migration vers les NGN sera l'impact financier de ces nouveaux équipements sur les coûts d'investissement et de fonctionnement des opérateurs et fournisseurs de services.

Au premier abord, les solutions NGN sont en général présentées comme moins onéreuses à équiper et à exploiter que les solutions traditionnelles.

Dans le détail, l'évaluation que font les constructeurs et les opérateurs de ces avantages financiers est plus contrastée (voire parfois divergente) en fonction notamment de l'environnement technique (réseau) et économique (relations opérateurs / constructeurs) de départ considéré, de l'échelle de temps prise en compte et de la couche réseau évoquée.

4.5.2.1 Coûts d'investissements (CAPEX)

Vision des constructeurs

Hormis pour la couche services où les coûts actuels sont identifiés comme supérieurs (plate-formes plus chères en environnement hétérogène, coût de développement des services NGN plus cher initialement), **les constructeurs ont des avis très divergents sur les coûts d'investissements actuels** des réseaux NGN. En effet, les avis se partagent entre ceux qui pensent que les coûts d'acquisition sont plus importants, ceux qui pensent qu'ils sont comparables, voire légèrement inférieurs et ceux qui pensent qu'ils sont inférieurs à ceux des solutions traditionnelles.

Il semble cependant que cela dépende fortement de deux éléments :

- **Du contexte actuel** et notamment de l'existant à gérer : le coût des NGN est bien sûr inférieur s'il s'agit d'un nouveau réseau (sans existant) que d'une migration (coûts de migration à ajouter).
- **De l'application envisagée** : les solutions de téléphonie IP sont encore plus chères que les solutions traditionnelles (poids du coût des terminaux et de l'accès), mais cela semble être l'inverse pour les applications de transit.

Des **économies indirectes d'investissement** semblent néanmoins réalisables dès maintenant (dimensionnement plus efficace grâce à la mutualisation du réseau, coût des extensions inférieur, éléments périphériques comme les systèmes de facturation moins coûteux...).

En revanche, **à terme, une baisse massive des coûts d'achat des solutions NGN est prévue par tous**, notamment liée aux économies d'échelle (production de masse des équipements NGN) et à l'optimisation des réseaux (convergence) et aux gains de capacité des équipements. Elle est cependant **difficilement quantifiée** (certains avancent des baisses de l'ordre de 30% sur l'accès et 50% sur le cœur de réseau) et **datée** (le délai de 3 à 5 ans est évoqué timidement).

Quant à la **couche services**, là aussi plusieurs constructeurs s'accordent pour dire qu'elle sera à terme **moins chère** qu'aujourd'hui grâce à la pluralité des acteurs et à la réduction des coûts de développement des services NGN à terme (des baisses de l'ordre de 20 à 80% sont évoquées !).

Vision des opérateurs et fournisseurs de services

Comme pour les constructeurs, **les avis des opérateurs sont plutôt partagés sur les coûts des solutions NGN et également assez proches de ceux des constructeurs.**

Effectivement, **les coûts d'investissement NGN actuels dépendent fortement de l'architecture existante ou à mettre en place :**

- Les acteurs alternatifs qui n'avaient pas d'existant considèrent le « ticket d'entrée » (investissement initial minimal) de 10 à 30% moins cher qu'une solution traditionnelle.
- Pour ceux qui ont un existant, la solution NGN est jugée comme équivalente en termes de coûts à la solution traditionnelle, surtout du fait des **offres commerciales** actuelles des constructeurs qui souhaitent acquérir leurs premières références sur le marché en cassant les prix de vente, voire comme plus chère en renouvellement d'équipements.

Les coûts d'acquisition d'équipements réseau devraient baisser à terme, grâce à la mise en place d'un monde « open source » selon un des acteurs. La mutualisation des services et le développement sur des plates-formes communes devraient permettre également une baisse des coûts des services.

L'intérêt des solutions NGN est le **dimensionnement** des capacités des équipements (scalabilité) **en fonction de la demande et la possibilité d'évolution rapide des capacités** en cas de forte croissance. C'est un élément important dans la prise en compte des coûts et s'avère pertinent pour de nouveaux acteurs à forte croissance.

Concernant les coûts d'investissements NGN, les avis des constructeurs et des opérateurs sont globalement cohérents :

- **A court terme, des montants fortement dépendants de l'existant de l'opérateur et de ses relations commerciales avec le(s) constructeur(s)**, mais globalement équivalents ou légèrement supérieurs s'il s'agit d'une migration, et déjà significativement inférieurs s'ils s'agit d'un déploiement initial.
- **A moyen/long terme, une baisse forte** des coûts d'achat des solutions NGN est prévue par tous, notamment liée aux économies d'échelle, à la convergence des réseaux, aux gains de capacité des équipements et à la mutualisation du développement des services NGN. **Ces gains pourraient être de l'ordre de 50% par rapport aux solutions traditionnelles.**

4.5.2.2 Coûts de fonctionnement (OPEX)

Vision des constructeurs

Concernant les coûts récurrents et les prestations associées (déploiement, exploitation, administration, maintenance...), **les constructeurs sont quasiment unanimes pour dire que les solutions NGN semblent apporter des gains immédiats significatifs**, évalués selon les postes de coûts entre 20 et 70% des dépenses.

A terme, ils estiment que les coûts de fonctionnement vont encore baisser, ainsi que les coûts des prestations. En effet, les intégrateurs de systèmes vont développer leurs compétences sur les équipements d'infrastructure voix des opérateurs.

Vision des opérateurs et fournisseurs de services

Les avis des opérateurs et fournisseurs de services sur les coûts récurrents divergent et ceci contrairement aux constructeurs qui étaient plutôt unanimes en faveur d'une baisse :

- Les coûts de fonctionnement sont vus pour plusieurs d'entre eux comme **plus élevés**, notamment à cause de la **jeunesse de la technologie** et à une qualité de service à assurer, renforçant notamment les **coûts indirects** de personnels pour les développements.
- Les coûts d'exploitation et de maintenance sont vus pour un nombre équivalent d'acteurs comme **moins élevés**.
- Enfin, dans une moindre mesure, les coûts de maintenance sont vus comme **équivalents**.

Conformément à l'avis des constructeurs, plusieurs opérateurs et fournisseurs de services pensent que ces coûts récurrents devraient à terme baisser.

Concernant les coûts récurrents liés aux solutions NGN, les avis des constructeurs et des opérateurs sont en revanche moins convergents :

- **Les constructeurs** sont quasiment unanimes pour dire que les solutions NGN apporteront **des gains immédiats significatifs**.
- **Les avis des opérateurs et fournisseurs de services sont moins enthousiastes et plus contrastés**, certains mettant notamment en avant **à court terme des surcoûts indirects** liés au manque de maturité de la technologie.

4.5.2.3 Coûts indirects

La mise en place des équipements et services NGN impliquera des coûts connexes qui pourront s'avérer non négligeables.

Parmi les coûts induits par les NGN, les éléments suivants ont été cités par les constructeurs et/ou opérateurs et fournisseurs de services :

- La modification des compétences des équipes avec à la clé des coûts liés à la réorganisation interne des équipes, ainsi qu'à la formation ou au renouvellement des personnes.
- Le coût des services associés et compétences (y compris « capital leasing ») vendus par les constructeurs en complément de leurs solutions.

4.6 Opérateurs et fournisseurs de services : acteurs et positionnement

Cette partie présente les thèmes suivants :

- Tendances de fond sur les NGN.
- Typologie des acteurs et structuration du marché.
- Stratégie, positionnement et offres de services NGN.

L'ensemble des éléments relatifs à la stratégie de migration sont abordés dans le chapitre 5.7 sur la migration vers les NGN.

4.6.1 Tendances de fond sur les NGN

Contrairement au **marché des constructeurs, plutôt matures et en avance de phase sur le sujet des NGN**, l'approche des opérateurs sur ce sujet est **encore émergente aussi bien sur la partie économique (modèles) que sur la partie technique (migration)**.

Cependant, nous avons dégagé un certain nombre de **tendances fortes** de l'évolution des acteurs vers les NGN, dont les principaux éléments sont les suivants :

- **Le contexte économique actuel** avec une problématique de financement renforcée **joue un rôle important** dans les positions des acteurs. Il fait ressortir un besoin de rentabilité rapide avec une diminution des coûts et une volonté de générer toujours plus vite des revenus. Ceci se traduit donc pour les acteurs rencontrés par une **stratégie NGN** complètement poussée par la volonté de **réduction des coûts**, la vision marketing de **développement de nouvelles offres passant plutôt au second plan**.
- L'évolution vers les NGN sera **une évolution lente et non une rupture**, au fil de l'eau, avec une **cohabitation longue** des différentes technologies.
- Les services NGN seront **des services de convergence, multimédia et liés à la mobilité** des utilisateurs.
- Les acteurs ont tous conscience que **la valeur est en train de basculer de l'accès vers les services** et devraient entraîner une modification de la chaîne de valeur, des **modèles économiques** et des modes de **facturation**.
- Cependant, **les opérateurs télécoms sont encore peu enclin à ouvrir leur base abonnés et leur réseau à des tiers**, même s'ils commencent à prendre conscience que pour survivre, il faudra aller dans cette direction, dans laquelle ils sont bien positionnés aujourd'hui. Pour y arriver, ils devront probablement aller vers une certaine **culture d'opportunités** qu'ils n'ont pas forcément aujourd'hui, contrairement à de nouveaux acteurs, car le « **time to market** » sera clé sur ce marché des services et contenus.
- **Aujourd'hui ils n'ont pas encore vraiment réfléchi à la manière d'aborder ce nouveau marché**, ni en terme de **politique de partenariats** (très peu avancée globalement entre opérateurs et fournisseurs de services et contenus), ni en terme de **modèle de reversement** entre acteurs de cette nouvelle chaîne de valeur, ni en terme de **facturation aux clients** (aussi bien les modes que les circuits de facturation).
- Une précision enfin : **le terme NGN n'est pas utilisé voire inexistant chez ces acteurs** aussi bien en interne qu'en externe.

4.6.2 Typologie des acteurs et structuration du marché

Le marché actuel des opérateurs et fournisseurs de services est actuellement en pleine phase de reconcentration.

Le choc aura été assez brutal puisque la multitude de nouveaux entrants sur le marché des télécommunications liée à l'ouverture à la concurrence, ainsi que l'explosion des jeunes pousses dans les domaines connexes, liée à l'euphorie d'Internet et à la bulle spéculative boursière des deux dernières années ont finalement laissé place à une poignée d'acteurs sur ce marché. Les exemples sont nombreux : LD COM a racheté les opérateurs Kaptech, Belgacom France ou encore Fortel ; Tisacli a racheté Infonie, Worldnet, Freesbee et Libertysurf.

Ce contexte ne favorise guère les nouveaux investissements. Cependant lorsqu'ils ont lieu, ils favorisent l'évolution vers les NGN, notamment pour des nouveaux entrants qui voient avant tout les possibilités de flexibilité et d'évolutivité rapide des équipements en fonction de la demande, les nouveaux services qu'ils permettent ou encore la réduction globale des coûts apportée par ces solutions.

Ce marché est structuré autour de quelques grandes familles d'acteurs :

- **L'opérateur historique** : France Télécom (et ses filiales Orange, Wanadoo, Equant,...), qui possède des avantages certains sur ce marché, liés à son monopole exercé pendant de nombreuses années.
- **Les opérateurs établis et plutôt généralistes** : ils ont émergé avec la fin du monopole et ont atteint aujourd'hui une taille critique, assurant une certaine pérennité de leurs activités. Ils sont présents au même titre que l'opérateur historique sur les réseaux longue distance et boucles locales, au travers d'une large palette de services (fixe, mobile, Internet, Data) et auprès d'une large cible de clientèle (particuliers, entreprises, collectivités...). Ce sont des acteurs comme SFR/Cegetel. On peut considérer qu'un acteur comme LDCOM Networks ou Bouygues Telecom appartient à cette catégorie.
- **Les opérateurs alternatifs**, souvent qualifiés de « **nouveaux entrants** » sur le marché : ce sont des acteurs d'origine voix ou données, arrivés sur le marché ces dernières années avec l'ouverture à la concurrence. Ils sont plutôt positionnés sur des offres aux entreprises, plutôt PME-PMI avec des offres de téléphonie classique, de transport de données et de services Internet. Ils ont mis en place des réseaux de boucle locale (notamment BLR, xDSL, etc ...) et/ou des réseaux longue distance. Certains ont une envergure soit nationale, soit européenne soit internationale. Cependant, ils n'ont pas encore atteint une taille vraiment critique et capable de les rendre pérennes et autonomes sur le marché même s'ils sont présents depuis plusieurs années. Cette catégorie d'acteurs est à l'heure actuelle la plus visée par les rachats du fait de besoins de financement nécessaires à leurs activités. Ce sont par exemple des opérateurs comme Firstmark, Completel, 9 Télécom ou encore récemment Kaptech, Belgacom France avant leur rachat.

Les opérateurs alternatifs interrogés se considèrent plutôt comme des acteurs déjà établis sur le marché et non comme nouveaux entrants.

- **Les opérateurs de backbone** : ce sont en général des opérateurs internationaux, qui ont mis en place des réseaux de transit tout IP ou des réseaux longue distance pour une cible d'opérateurs. Par exemple, ce sont des acteurs comme Cable et Wireless, Level 3, Global Crossing, etc..
- Certains acteurs sont à la fois des **opérateurs de réseaux et fournisseurs de services**. Ils ont développé des offres destinées à une cible plutôt résidentielle même s'ils disposent d'offres spécifiques pour les petites entreprises. De part leurs activités (ISP et câblo-opérateurs), ils disposent d'offres plus naturellement bâties

autour d'Internet, des services et des contenus. Certains ont en plus une activité multimédia importante au travers des offres télévisuelles. Ils opèrent également des réseaux de télécommunications. Ce sont par exemple des acteurs comme Noos ou Tiscali.

- Enfin, **les purs fournisseurs de services et contenus** : ce sont des acteurs qui n'opèrent pas de réseaux mais développent des services et des contenus autour des télécoms (notamment Internet et mobile). En fait, cette catégorie regroupe une multitude d'acteurs, plutôt positionnés sur des niches et qui, après une phase d'euphorie (période des start-up), doivent aujourd'hui rassurer le marché sur leur pérennité et la viabilité de leurs business models. Ce sont des acteurs de type opérateurs virtuels (MVNO par exemple), acteurs de l'outsourcing (ASP, centres d'appels, etc...) ou encore les agrégateurs de contenus (portails). Ce sont par exemple des sociétés comme e-TF1, Externall, etc... C'est principalement dans cette catégorie que se trouve le vivier des nouveaux acteurs NGN identifiés par le marché.

4.6.3 Stratégie, positionnement et offres de services NGN

4.6.3.1 Part des NGN dans la stratégie des acteurs

Il faut tout d'abord noter que le terme de NGN n'est pas identifié en tant que tel comme stratégie chez les opérateurs et fournisseurs de services. D'ailleurs, plusieurs acteurs nous ont précisé que **la notion de NGN n'est pas utilisée** en interne et vis-à-vis de l'extérieur. Cette notion est même quasiment inexistante chez la plupart des opérateurs et fournisseurs de services.

La part des NGN dans la stratégie des opérateurs et fournisseurs de services de ces acteurs est cependant intégrée : **des réseaux NGN sont existants ou en cours de mise en place chez plusieurs acteurs**. Certains acteurs parlent même de AGN (Actual Generation Network).

Les NGN sont par contre plutôt vus comme un moyen utilisé pour mettre en place une stratégie et, sur ce point, les avis divergent en fonction des types d'acteurs (opérateurs et purs fournisseurs de services).

- En effet, pour les opérateurs, les NGN sont pour l'instant plutôt guidés par une **stratégie économique et technique**. L'élément qui ressort de façon majeure et qui avait déjà été mis en avant auparavant, c'est le souci de réduction des coûts, qui explique d'ailleurs une forte implication technique et non marketing, pour améliorer la gestion et l'exploitation du réseau avec la convergence et pour optimiser la bande passante couche basse pour focaliser sur les services aux entreprises.
- Pour les purs fournisseurs de services, les NGN sont guidés avant tout **par la recherche d'un protocole IP unique et les nouveaux services à contenus multimédia** à mettre en place.

La notion de NGN est quasiment inexistante chez les opérateurs et fournisseurs de services.

Cependant des réseaux NGN sont en cours de déploiement ou en expérimentation chez une majorité d'acteurs.

Les réseaux NGN recouvrent des stratégies différentes selon les types d'acteurs : essentiellement guidés par l'économie de coûts chez les opérateurs, ils sont davantage mis en avant par les fournisseurs de services comme vecteurs de nouveaux services à contenu multimédia.

4.6.3.2 Les services NGN envisagés

Même si les acteurs ont aujourd'hui une préoccupation plus économique que marketing, tous s'accordent à penser qu'à terme la stratégie d'évolution vers les NGN sera poussée par les nouveaux services.

Les services NGN sont définis par la grande majorité des acteurs comme des services à valeur ajoutée, notamment **riches en contenu et en multimédia** et **temps réel**. Ces services sont également fortement vus comme prenant en compte les aspects de **mobilité et localisation géographique** (aspect contextuel). Enfin, ils sont également **convergents**, mixant voix, données, images et **multi-supports** avec une indépendance à l'accès. **La personnalisation** a également été citée par une minorité d'acteurs.

Les services favorisés par les NGN que la majorité des acteurs pensent développer à court ou moyen terme sont les services avec **architecture distribuée** : notamment les services de **streaming** :

- Video on demand (programme, film, émissions à la demande).
- Streaming en temps réel (retransmission en live) ou téléchargement payant de programmes vidéo.
- Multicast sur IP.
- Visioconférence.

Un acteur précise cependant que pour faire du streaming, une architecture NGN n'est pas obligatoire. Un acteur évoque également tous **les services conversationnels** de type : travail collaboratif, visiophonie, messagerie instantanée et précise que les services conversationnels multimédia (communication bi-directionnelle) seront nettement favorisés par les NGN à la différence du streaming. Ces deux derniers avis confortent donc l'opinion sur l'évolution non obligatoire des acteurs vers les NGN, abordée dans la suite du document.

Sont également en préparation des offres de **convergence voix/données** avec des offres de voix sur IP et Téléphonie sur IP.

Les fournisseurs de contenus citent quant à eux des **services de distribution multimédia** ou encore des **services audiovisuels sur ADSL pour diffusion multimédia sur Internet et TV haut débit**.

Pour la majorité des acteurs, le service NGN se définit comme un service à valeur ajoutée, convergent, contextuel, temps réel, riche en contenu multimédia et lié à la mobilité.

Les services qui seront favorisés par les NGN seront : les services à architecture distribuée et en particulier les services temps réel et conversationnels, les services de voix sur IP pour les opérateurs ; les services de distribution multimédia et audiovisuel pour les fournisseurs de contenus.

4.6.3.3 Modèles économiques envisagés

4.6.3.3.1 Quelle relation entre acteurs dans le contexte NGN ?

Les opérateurs ont conscience d'une évolution de la valeur, qui va basculer de l'accès vers plus de services et contenus. Cependant, davantage préoccupés par un contexte actuel difficile, et même s'ils ont fait le constat de l'échec des modèles économiques de l'Internet gratuit, **les opérateurs ne sont qu'au début de leurs réflexions sur l'évolution des nouveaux modèles économiques**. Il a donc été difficile d'obtenir de leur part une vision sur leur positionnement à court ou moyen terme sur la chaîne de valeur, ainsi que sur le type de relations souhaité avec les autres acteurs, ou encore sur les modes de facturation des services envisagés.

Disposant du réseau (donc de l'accès direct au client final) et riche d'une base de clients valorisable, les opérateurs sont pour l'instant les mieux placés sur le marché. Cependant, ils ne pourront pas forcément développer tous les nouveaux services seuls pour des raisons de coûts et de « time to market ». **Le sens de l'histoire va donc vers une ouverture des opérateurs vers les fournisseurs de services et contenus et les nouveaux acteurs à venir**. Cela va donc renforcer le poids de ces derniers et leur pouvoir de négociation auprès des opérateurs. Cependant, ils restent pour l'instant dépendants du bon vouloir de ces derniers.

Tant qu'une dynamique des opérateurs n'aura pas lieu dans ce sens, et qu'un modèle de reversement et un mode de facturation n'auront pas été trouvés, permettant de viabiliser les fournisseurs de services et contenus, les politiques de partenariats resteront floues. Parmi les solutions envisagées, la préférence est tout de même clairement donnée aux associations entre acteurs sous forme de partenariats et non aux fusions-acquisitions.

Aujourd'hui, il apparaît que les opérateurs télécoms n'ont pas encore de réflexions de partenariats entamées ou abouties avec d'autres types de partenaires que les constructeurs. Seuls les opérateurs mobiles et les fournisseurs de services sont déjà entrés dans cette logique, ce qui n'est pas encore le cas d'opérateurs plus généralistes.

Les fournisseurs de services et contenus, jusque-là dépendants de ces acteurs majeurs pour leur développement, ont bien conscience qu'une stratégie d'ouverture vers les opérateurs mais aussi vers les autres acteurs du marché est une force pour assurer sa pérennité et grossir sur le marché.

Ils s'allient davantage et avec des partenaires assez variés : outre les constructeurs, les fournisseurs de contenus sont largement visés, mais aussi les éditeurs de logiciels, les autres fournisseurs de services, les ISP, les opérateurs mobiles, les broadcasters,... Cependant, les fournisseurs de services précisent que les partenariats établis ne sont pas forcément dus aux NGN mais les NGN les favorisent, voire même assurent une certaine crédibilité sur le marché.

Le sens de l'histoire pour les opérateurs va vers une ouverture vers de nombreux fournisseurs de services et contenus. **Les opérateurs n'en sont qu'au début de leurs réflexions sur cette stratégie d'ouverture et n'ont pas encore mis en place de partenariats de ce type** dans le cadre des NGN. Les fournisseurs de services et contenus sont davantage avancés sur ce point.

4.6.3.3.2 Quel avenir pour les nouveaux acteurs dans le cadre des NGN ?

Les avis sont très partagés quant à l'arrivée de nouveaux acteurs (opérateurs et fournisseurs de services) sur ce marché. En effet, suite à la génération start-up, le contexte économique aidant, beaucoup sont sceptiques sur le financement de ces nouveaux acteurs.

Cependant, si nouvel acteur il y a, ce ne sera probablement pas un opérateur mais plutôt un fournisseur de services ou contenus, qui se développera sur une niche.

En effet, comme déjà mentionné, la dynamique du rapprochement entre opérateurs et fournisseurs de services en vue d'offrir des services toujours plus riches et avant les autres sera probablement moteur dans l'apparition de ces nouveaux acteurs.

Ils seront également poussés par le marché et la demande de services des entreprises et du grand public, des prix attractifs permettant de générer rapidement un seuil de volume important, d'où l'importance de trouver les bons modes de facturation et modèles de reversement.

Outre les nouveaux acteurs déjà cités dans le document, d'autres nouveaux acteurs pourraient apparaître, notamment ceux qui vont graviter autour des terminaux communicants et éditeurs de logiciels, comme l'a d'ailleurs signalé un des gros éditeurs de logiciels rencontré.

Tous les acteurs interviewés pensent que ces nouveaux acteurs, s'ils réussissent, seront rapidement intégrés, soit à de plus gros fournisseurs de services, soit à des opérateurs qui acquièrent ainsi de nouvelles compétences et une plus grande maîtrise sur la chaîne de valeur. Les acteurs qui trouveront une « killer application » sur ces niches pourront devenir des gros, au dire d'un des acteurs éditeur de logiciels.

Les nouveaux acteurs se trouvent principalement dans la catégorie des fournisseurs de services et contenus, notamment ceux qui graviteront autour des terminaux communicants. Ces acteurs, s'ils réussissent sur le marché, seront rapidement intégrés soit à de plus gros fournisseurs de services soit à des opérateurs souhaitant avoir une meilleure maîtrise de la chaîne de valeur, soit pourquoi pas à des éditeurs de logiciels.

4.6.3.3.3 Quelle facturation pour les services NGN ?

Les avis sont très partagés sur la facturation des services.

- Plusieurs acteurs pensent qu'il n'y aura **pas de modification du mode de facturation actuelle et que les trois modes de facturation actuels vont perdurer** (acte, volume, durée).
- Un nombre identique d'acteurs pense que la facturation actuelle va être remplacée de plus en plus par une facturation **au contenu (volume) ou à l'acte (usage)**. Cette vision est confortée par l'opinion de plusieurs acteurs qui sont d'accord pour dire que la facturation à la durée d'accès va disparaître du fait notamment du haut débit.
- Enfin, une minorité d'acteurs pense que le marché ira vers un **modèle de type kiosque**.

La facture globale va rester constante voire augmenter même si le prix de bande passante baisse, car elle va prendre en compte de nouveaux éléments (augmentation de la consommation, nouveaux revenus liés à de nouveaux services à valeur ajoutée...). C'est une difficulté dans la mesure où le budget des clients notamment résidentiels va plutôt aller à la baisse, car même si le budget global de communication des ménages augmente, le nombre de services augmentent également (mobiles, abonnement Internet, abonnement téléphone fixe, Câble, TV payantes...), ne faisant donc pas augmenter le budget par services. Cette idée est partagée par plusieurs constructeurs.

Peu d'acteurs émettent des hypothèses sur qui va facturer les clients finaux : un acteur émet l'hypothèse que le fournisseur de services pourrait être amené à facturer le client final. Un autre acteur pense que la facturation par l'opérateur ou le fournisseur de services ne sera pas exclusif mais dépendra du type d'offres. Enfin, d'autres pensent que, dans tous les cas, c'est l'opérateur qui restera maître de la facturation au client final.

Enfin les problématiques d'automatisation des processus de facturation, notamment autour des petites sommes et de paiement par Internet doivent encore être étudiées.

Les avis sont très partagés sur la facturation des services NGN. Certains ne voient aucun changement aux modes de facturation actuels, d'autres pensent qu'une évolution va se faire d'une facturation à la durée vers une facturation au volume ou à l'acte. Enfin, certains évoquent l'idée d'un modèle de type kiosque. Peu d'avis sont émis concernant le circuit de facturation et là encore les avis divergent totalement. Ces sujets paraissent finalement un peu trop amont par rapport aux réflexions actuelles des opérateurs.

Plusieurs acteurs sont tout de même d'accord pour dire que la facture globale devrait rester la même pour les clients finaux, NGN ou pas.

4.7 Migration vers les NGN : des visions contrastées

Cette partie aborde les thèmes suivants :

- Evolution ou révolution annoncée ?
- Anticipation nécessaire ou non vers les NGN ?
- Méthode de migration des acteurs établis et nouveaux acteurs.
- Méthode de migration des acteurs interrogés.
- Modalités de cohabitation entre NGN et réseaux traditionnels.
- Cohabitation longue ou convergence à terme ?
- Pays, acteurs précurseurs et impact du contexte international.
- Quelques exemples de contrats NGN.

Le constat est que, là encore, les constructeurs sont plus avancés dans leurs réflexions que les opérateurs.

4.7.1 Evolution ou révolution annoncée ?

La vision qu'ont les opérateurs interviewés sur l'évolution vers les NGN confirme les tendances déjà dégagées chez les constructeurs eux-mêmes.

Les NGN sont vus en majorité comme **une évolution naturelle et lente** du marché plutôt que comme **une révolution et un marché de rupture**, même si une minorité d'acteurs considère que la convergence est une rupture en soi et qu'il s'agit d'une rupture importante pour les opérateurs voix. Un acteur précise également que les solutions NGN constitueront une rupture importante par rapport aux solutions traditionnelles si elles sont capables de fournir des interfaces ouvertes et normalisées (de type API) à des fournisseurs de services tiers.

Pour un des acteurs interrogés, certains nouveaux entrants ont eu au départ une approche de rupture, n'ayant pas d'existant. Cependant, ce n'est plus le cas maintenant puisque les nouveaux entrants se sont raréfiés.

Le poids des investissements à rentabiliser réalisés par les opérateurs et les constructeurs jusque là est à prendre en compte dans l'évolution de ce marché. Ceci pourrait notamment expliquer l'évolution lente et continue du marché vers les NGN.

Les NGN sont vus comme une évolution et non une révolution par les opérateurs.

4.7.2 Anticipation nécessaire vers les NGN ?

Globalement les avis sont assez **contrastés sur le caractère obligatoire ou non de l'évolution de la migration vers les NGN**, plusieurs acteurs pensant que tous devront anticiper la migration du fait d'un phénomène irréversible vers les NGN et évoluer sous peine d'être condamnés sur le marché, d'autres insistant sur le fait que la migration n'est pas une obligation. Ce contraste est particulièrement vrai pour les opérateurs, mais moindre chez les constructeurs.

Quant aux acteurs vus comme devant anticiper leur migration vers les NGN, les avis sont très différents entre constructeurs et opérateurs. Notamment, les constructeurs sont en majorité d'accord pour dire que les principaux opérateurs identifiés comme devant (ou pouvant plus aisément) anticiper l'évolution vers les NGN sont :

- Les **opérateurs de backbones** (transport longue distance et transit), **IP notamment**, qui ne disposent pas de commutation d'accès. L'introduction des NGN sera donc plus facile pour eux.
- Et les **nouveaux opérateurs**, qui n'ont pas d'existant et un potentiel de forte croissance.
- D'autres types d'acteurs très variés sont également identifiés mais de façon très minoritaire par les constructeurs et les opérateurs : Les ISP, les opérateurs mobiles, les opérateurs globaux voix/données proposant de larges gammes de nouveaux services, notamment large bande, les opérateurs qui contrôlent une base abonnés importante, les opérateurs qui sont dans une problématique d'installation ou de renouvellement d'équipements, les opérateurs historiques, les opérateurs établis, les opérateurs télécoms, les opérateurs de boucle locale, les fournisseurs de services, les nouveaux entrants et les constructeurs.

Les avis des opérateurs sont très variés (beaucoup plus que ceux des constructeurs) et semblent fortement liés au contexte de chaque acteur.

Parmi les acteurs qui n'évolueront pas sont cités essentiellement les opérateurs historiques et les opérateurs qui ne sont pas dans une problématique de renouvellement ou d'installation d'équipements, les opérateurs ayant essentiellement du **trafic voix** et qui ne pensent pas changer de positionnement dans les 2 ou 3 ans à venir, les opérateurs qui ont **beaucoup investi**, trop récemment, dans les technologies TDM et ne les ont pas encore amorties et les opérateurs ayant déjà un **accès boucle locale bas débit** et des commutateurs d'accès Classe 5.

Enfin, un acteur précise que les constructeurs n'offriront bientôt plus que des solutions de type NGN et donc tout le monde devra aller vers les NGN.

Les avis sont assez partagés sur l'obligation des opérateurs à anticiper ou non vers une migration NGN.

Globalement c'est quand même une idée d'évolution irréversible vers les NGN qui prédomine, poussée par l'évolution des offres constructeurs et les nouveaux services à terme. Paradoxalement, plusieurs acteurs reconnaissent que les services envisagés dans les roadmap ne nécessitent pas forcément dans l'immédiat un réseau NGN.

Cependant, sur les types d'acteurs qui devront anticiper ou non, les réponses sont très variées. Les constructeurs sont plusieurs à penser que ce sont en premier les opérateurs de backbone IP et les nouveaux opérateurs qui devront anticiper.

4.7.3 Méthode de migration des acteurs établis et des nouveaux acteurs

Les constructeurs ont globalement une vision homogène et cohérente de la méthode probable de migration des acteurs vers les NGN.

4.7.3.1 Approche probable des acteurs établis

L'approche des acteurs établis sera probablement lente pour migrer vers les NGN.

Les constructeurs estiment que les opérateurs établis (opérateurs historiques) n'évolueront pas rapidement vers les NGN (voire n'évolueront pas), principalement pour les raisons suivantes :

- **Leurs réseaux ont coûté très cher à déployer**, mais sont déjà amortis et leur apportent des revenus réguliers et stables. Or, nous sommes dans une période où le retour sur investissement est critique.
- **Leurs réseaux sont extrêmement étendus** géographiquement.
- **Leur très grand nombre de clients et le problème des terminaux à renouveler** ralentissent cette migration et la rendent complexe.
- **Leur migration totale sera longue**. Ils attendront l'atrophie naturelle du réseau TDM/SS7 et garderont des produits en fin de vie mais rentables.

Il semble que, bien que les opérateurs établis ne subissent pas outre mesure la concurrence des autres opérateurs, les besoins des clients et les nouveaux acteurs les pousseront à commencer à migrer vers les NGN à moyen terme afin d'offrir de nouveaux services innovants. Un acteur précise que pour les services de téléphonie classiques, les acteurs établis n'envisageront une telle migration que si l'obsolescence des technologies de commutation synchrone est avérée, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui.

Les opinions des opérateurs interrogés convergent avec celles des constructeurs pour dire qu'une des principales raisons de migration lente des acteurs établis est le poids de l'existant, avec des investissements lourds déjà réalisés sur des systèmes classiques, qui ne poussent pas à un volontarisme de ces acteurs et amènera un remplacement naturel et progressif des équipements.

Par ailleurs, l'attentisme est aussi envisagé du fait d'une qualité de service non satisfaisante, les problèmes d'interconnexion et de standardisation. Enfin le contexte financier peut aussi expliquer le phénomène.

Cette migration s'appuiera plutôt sur une solution de transport ATM, sera vraisemblablement partielle, et longue (> 10 ans), les acteurs établis se focalisant à court terme sur le développement de nouveaux services sur les infrastructures existantes.

L'ordre de migration des services que les constructeurs imaginent pour les acteurs établis est le suivant :

- **En priorité :**
 - **de nouveaux Services de Voix, directement sur IP, avec des applications nativement IP**, indépendante de l'IN et des points d'interconnexion vers le RTC. Ce sont en effet l'explosion du trafic IP et le développement de nouveaux services qui tireront les besoins d'infrastructure, et donc la nécessité pour les acteurs établis de migrer leurs réseaux existants.
 - **le transport de la voix sur IP dans le backbone entre les commutateurs de Classe 4 (Transit)**, afin d'améliorer l'efficacité de transmission et de faire des économies.

- **En dernier**, l'évolution vers le transport VoIP entre les commutateurs de Classe 5 (**accès**).

Les acteurs établis auront probablement une approche de migration lente vers les NGN du fait du poids de l'existant. Leur migration sera longue et partielle et s'appuiera plutôt sur des solutions en transport ATM avec un ordre de migration prioritaire des nouveaux services de voix directement sur IP.

4.7.3.2 Approche probable des nouveaux acteurs

Les constructeurs et les opérateurs estiment que **la stratégie NGN des nouveaux acteurs dépendra fortement du type d'acteur et de la culture d'origine de son personnel**. Plusieurs constructeurs identifient même un **risque de conservatisme lié aux personnes**, et à la difficulté pour elles de ne pas reproduire un schéma déjà connu. Les acteurs qui migreront rapidement vers les NGN seront ceux dont les responsables sauront faire abstraction de leur éventuelle culture Télécom/Voix.

Les difficultés rencontrées pour ces nouveaux acteurs volontaires dans la migration sont liées au type d'acteur, à sa culture et à sa capacité financière. D'autres problématiques sont également avancées par les opérateurs : la dépendance vis à vis de la volonté des gros opérateurs à ouvrir leurs réseaux aux tiers et les modèles de rémunération non encore résolus (particulièrement vrais pour les fournisseurs de services) ; l'obligation pour les nouveaux entrants télécoms d'offrir des services classiques notamment voix aux utilisateurs finaux et donc une qualité de service qui doit être identique à celle existante mais qui pose aujourd'hui encore problème avec les NGN.

Ces acteurs réaliseront leur déploiement de réseaux **directement dans une architecture NGN, ou progressivement** avec des expérimentations avant déploiement. Leurs solutions s'appuieront **plutôt sur IP directement**, bien que cela n'exclut pas des déploiements mixtes et basés sur ATM.

Les **fournisseurs de services Internet (ISP)** sont identifiés par la majorité des constructeurs et des opérateurs comme des acteurs moteurs et une cible d'utilisateurs privilégiés des architectures NGN. Elles sont en effet adaptées à la diversification de leurs services, historiquement basés sur IP. Un acteur précise cependant que les NGN doivent fournir des interfaces ouvertes et normalisées à ces acteurs pour leur permettre de développer des services hors des équipements du réseau et sans considérer les ressources de transport utilisées.

Dans une moindre mesure, **les acteurs de réseaux de données** comme **les opérateurs de transport IP** (« carrier-to-carriers », « ull IP suppliers ») et **les opérateurs DSL et câble** sont aussi mis en avant par les deux types d'acteurs. Les nouveaux entrants et notamment les opérateurs alternatifs sont également vus comme moteurs par les acteurs.

Le choix des NGN est identifié par tous avant tout comme **une nécessité pour les nouveaux acteurs d'assurer leur compétitivité** face aux acteurs déjà en place, tant sur le plan technique, opérationnel, ou marketing. En effet, grâce aux NGN, ils pourront réduire leurs coûts, gagner en flexibilité de déploiement et introduire de nouveaux services. C'est aussi l'occasion pour les acteurs « data » de se diversifier en capitalisant sur leur savoir-faire technologique.

Ce type de stratégie peut, selon un constructeur, bouleverser l'ordre établi et voir rapidement un nouvel acteur émerger et acquérir une position forte sur le marché.

Les fournisseurs de services Internet, plus globalement les acteurs de données IP, les opérateurs DSL et Câble et les nouveaux opérateurs

entrants sont considérés comme les acteurs les plus moteurs dans la migration vers les NGN.

Cependant la difficulté pour eux est liée à la culture même de l'acteur et à sa capacité à ne pas reproduire un schéma connu et sécurisant.

Pour ces acteurs, le déploiement se fera directement sur des solutions NGN à base d'IP afin d'assurer leur compétitivité.

4.7.3.3 Problématiques générales liées à la migration

Certains constructeurs ont attiré notre attention sur les points suivants :

- **La migration se fera initialement en rendant les équipements classiques convergents.** A terme (horizon 2005), les nouveaux investissements se feront sur les NGN pour arriver à une architecture uniquement paquets.
- En cas de services mixtes, la question se pose de **garder une double architecture de réseau** (que ce soit pour les acteurs historiques ou les nouveaux acteurs).
- **Les réseaux de transport ne vont évoluer que très lentement.** Les opérateurs vont introduire des fonctions de contrôle d'appels basées sur IP mais le transport continuera à se faire en SDH ou en ATM. Raisons : problème de qualité de service sur IP, pas de problème de capacité sur les réseaux de transport donc pas besoin d'optimiser à tout prix, complexité de la migration des réseaux de transport.

4.7.4 Approche migration des opérateurs interrogés

4.7.4.1 Existant : frein ou moteur ?

Les opérateurs voient davantage de moteurs que de freins dans leur existant vis-à-vis d'une migration NGN.

Notamment, l'élément moteur le plus mis en avant est le fait d'avoir déjà un réseau NGN ou en partie NGN ou en cours de migration.

Les freins identifiés par les acteurs sont liés à l'existant (investissements déjà réalisés et parc d'abonnés sur des offres classiques) et aux services (obligation d'offrir des services classiques comme la voix dont la qualité de service doit être maintenue).

4.7.4.2 Mode d'introduction

Les opérateurs précisent que leur mode d'introduction des NGN (comme déjà précisé dans le document) a d'abord été **économique et technique**, notamment chez les opérateurs alternatifs. En particulier, l'approche vers les NGN a été avant tout guidée par **la réduction des coûts, le retour rapide sur investissement ou la volonté de valoriser une infrastructure réseau en vue d'une revente**. Souvent, l'approche migration est faite au niveau du service technique, sans que le service marketing soit impliqué. Pour deux des acteurs interrogés (qui sont des purs fournisseurs de contenus), l'approche est faite par les contenus.

Cependant la plupart des acteurs reconnaissent **qu'à moyen terme** la migration sera davantage poussée par **les nouveaux services et donc le marketing**.

L'ordre de migration est très variable en fonction des acteurs et non significatif.

La durée de la migration est plutôt envisagée sur du long terme (5 à 10 ans) et ne commencera réellement chez les opérateurs que vers 2003, 2004.

4.7.4.3 Etat d'avancement

La majorité des acteurs est **en cours de déploiement** d'une solution de type NGN ou en cours d'**expérimentations**. Plusieurs acteurs font de la veille technologique autour des NGN, parallèlement à des expérimentations ou en phase amont de réflexion.

Cisco, qui était vu comme le constructeur le plus mature à faire évoluer les acteurs vers des solutions NGN, est également le plus cité parmi les constructeurs utilisés. Viennent ensuite Lucent et Juniper qui sont également évoqués par quelques acteurs. Ce sont donc plutôt **des acteurs du monde de la donnée**, auxquels font confiance les acteurs pour leur migration.

L'ordre de migration se fera **du transport en mode paquet vers le contrôle** qui permettra l'ouverture à de nouveaux services.

La migration des réseaux des acteurs est pour certains en partie terminée ou en cours de déploiement. Deux acteurs prévoient une migration sur 2 ans.

C'est plutôt une **migration partielle** qui est faite par les acteurs et non une migration totale vers les NGN.

Globalement, l'ensemble des acteurs sont d'accord pour dire que la **transparence** sera là pour les clients finaux. Cependant, cela veut dire une migration sans faille, ce qui est encore rarement le cas aujourd'hui. Donc c'est plutôt de l'ordre du souhait que de la réalité.

L'**existant** des opérateurs est plutôt vu comme moteur dans une migration vers les NGN.

L'**approche** de migration a été **avant tout économique et technique**. Dans un deuxième temps, elle sera marketing.

La majorité des acteurs est **en phase d'expérimentation ou de déploiement**.

Pour leur migration, les acteurs font davantage confiance aux **acteurs d'origine des données**.

La migration se fait **du transport en mode paquet vers le contrôle**, permettant ainsi l'ouverture de nouveaux services.

Les migrations faites sont **plutôt rapides** (sur 2 ans), **partielles** et l'objectif est d'assurer une **transparence pour les utilisateurs**.

4.7.5 Modalités de cohabitation entre NGN et réseaux traditionnels

Les avis des constructeurs et opérateurs sont assez proches sur les modalités de cohabitation entre réseaux NGN et traditionnels.

Les difficultés identifiées par les constructeurs pour assurer la cohabitation entre les réseaux NGN et les réseaux traditionnels sont de deux ordres :

- La principale concerne **la fourniture des services** :
 - La continuité des services déjà connus (RNIS, SS7) sur les NGN, ainsi que l'interopérabilité au niveau accès semblent difficiles. Cela est lié à l'état actuel de maturité des solutions softswitch qui sont plutôt matures pour un usage au niveau de la commutation Class iV (transit) que Class V (accès).
 - la fourniture de services NGN de qualité sur des réseaux hétérogènes promet d'être difficile, voire impossible, ou alors très coûteuse.
- La seconde est beaucoup plus sujette à controverses. En effet, si la majorité des constructeurs ne considère pas que **l'interconnexion** et l'interopérabilité **entre réseaux hétérogènes** soient une difficulté (car elles sont « prévues par les normes »), un tiers de ceux qui se sont exprimés sur le sujet les identifie comme des difficultés. Ce risque semble cependant bien réel, vu qu'une grande part des constructeurs a établi des programmes de test d'interopérabilité de leurs produits NGN avec des solutions traditionnelles ou des produits NGN concurrents.

Selon les opérateurs, les difficultés sont surtout ressenties au niveau de **la capacité à organiser cette cohabitation** en termes de compétences voix/data, d'interopérabilité, d'interconnexion entre réseaux et de qualité de service minimum.

Un acteur indique que certains opérateurs vont probablement développer deux réseaux en parallèle. Un autre considère que l'expérimentation est un moyen d'anticiper et de résoudre les difficultés.

L'organisation de la **cohabitation**, la **continuité des services**, la fourniture d'une **qualité de service**, **l'interconnexion** et **l'interopérabilité** sont vues comme des difficultés majeures dans la cohabitation entre NGN et réseaux traditionnels.

4.7.6 Cohabitation longue, ou convergence à terme ?

Globalement c'est l'idée d'une **cohabitation très longue** (10 à 20 ans, voire permanente) entre réseaux NGN et traditionnels qui prédomine chez les acteurs.

Aucun des constructeurs ne croit en une convergence complète du marché vers les NGN. Ce qui rejoint l'idée déjà évoquée plus haut qu'il n'y a pas d'obligation à évoluer vers les NGN. Il y a par ailleurs un certain réalisme à prendre en compte : le fait que les technologies sont en perpétuel mouvement. Ainsi, un petit nombre de constructeurs anticipe même sur le fait que les NGN seront supplantés encore par une nouvelle version, ou par de nouvelles technologies. Les opérateurs partagent ces opinions.

Cependant, il est intéressant de noter que contrairement aux constructeurs, plusieurs opérateurs pensent qu'une convergence est possible :

- Convergence totale avec mise à disposition d'un protocole de convergence (IP et qualité de service).
- Convergence, une fois la technologie NGN complètement stabilisée.
- Il ne s'agit pas d'une cohabitation mais le terme utilisé est la transition avec basculement vers IP.

C'est l'idée d'une **cohabitation très longue** entre réseaux NGN et traditionnels qui domine parmi les acteurs, probablement supplantée à nouveau par une nouvelle version des NGN. Contrairement aux avis des constructeurs, quelques opérateurs envisagent tout de même à terme la convergence des réseaux.

4.7.7 Pays et acteurs précurseurs, impact du contexte international

Les pays précurseurs identifiés par l'ensemble des acteurs sont **européens : les pays scandinaves** (Suède, Danemark) et la **Grande Bretagne (BT et ses filiales notamment)**, et plus récemment **l'Allemagne** (les pays où « le trafic est au rendez-vous », comme l'a résumé un des constructeurs).

L'Europe semble en avance sur les Etats-Unis pour cette évolution, du fait de ses réseaux plus modernes, de ses exigences de qualité de service dans les réseaux publics, et de la forte pénétration de la téléphonie mobile.

Il y a cependant plusieurs cas de mises en œuvre hors Europe. Elles portent plutôt sur le transit, avec chez un nombre très restreint d'opérateurs des objectifs à plus long terme de remplacement des commutateurs locaux. Le marché de la téléphonie fixe aux USA est vu par deux acteurs comme précurseur des NGN ainsi que l'IPv6 en Asie (Japon, Corée et Chine).

La France semble globalement en retrait (du moins sur les projets liés à l'évolution de l'accès) même si quelques acteurs ont été cités comme Kaptech, France Télécom ou encore les opérateurs câbles comme précurseurs dans les NGN.

Peu d'avis ont été donnés sur l'impact du contexte international sur la situation en France, qui ne semble donc pas essentielle sur le plan technologique mais plutôt relever d'une approche stratégique d'opérateurs globaux qui souhaitent mettre en œuvre des solutions homogènes, ou qui sont en situation d'opérateur historique dans leur pays mais se retrouvent en position de nouvel entrant dans d'autres pays.

Les pays les plus précurseurs identifiés sont européens : pays scandinaves, Grande Bretagne, et Allemagne. Hors Europe, ce sont **l'Asie** (Japon, Chine, Corée) et **les USA** qui arrivent en tête. La France semble globalement en retrait.

4.7.8 Quelques exemples de contrats NGN

4.7.8.1 En France

La France n'est pas un pays précurseur en matière d'expérimentation et de déploiement de réseau de nouvelle génération. Cependant, quelques exemples montrent l'évolution des services et des réseaux ; de plus par les constructeurs (ex : Alcatel, NetCentrex, Cirpack) et les filiales des opérateurs (ex : Equant), on voit que les acteurs français ne sont pas absents de cette évolution vers les NGN.

L'opérateur Kaptech a déployé son réseau de commutation avec des produits softswitch de Cirpack (source : Kaptech, Cirpack).

Le réseau de Kaptech, dont le déploiement a débuté en 1998, s'appuie intégralement sur des équipements NGN du constructeur Cirpack (plus de 150 Media Gateways et plus de 30 softswitchs « Class-V » (accès)), et sur un transport ATM véhiculant des flux TDM, ATM et IP. Il est interconnecté avec des commutateurs TDM de transit d'autres opérateurs. Les principaux services supportés par ce réseau sont la téléphonie, la connexion de PBX, la voix sur DSL et l'accès Internet.

France Telecom déploie des centres de transit internationaux NGN d'Ericsson (Janvier 2002)

D'après une publication datée de Janvier 2002, France Telecom est l'un des premiers opérateurs au monde à introduire des centres de transit internationaux de quatrième génération. Les équipements Transgate d'Ericsson, dont la capacité de trafic s'accroît de 50% tous les ans, seront utilisés. Cela permet à France Telecom d'offrir une plus grande sélection d'opérateurs destination et de fournir aux opérateurs des services améliorés et adaptés avec un plan de routage spécifique. Cette solution apporte aussi une plus grande flexibilité et efficacité. Les trois nouveaux équipements d'Ericsson, localisés à Paris et Reims, remplacent 13 commutateurs MT20 répartis sur le territoire. Le déploiement de ces commutateurs s'est étalé entre Septembre 1999 et Juillet 2001. Un MT20 sera maintenu en service pendant une courte période pour les pays ne disposant pas encore de signalisation SS7.

France Télécom va offrir des services de VoIP avec des solutions Alcatel (Mars 2002)

Alcatel a annoncé le 13/03/02 avoir signé un contrat avec France Telecom pour la fourniture de solutions de réseaux basées sur Alcatel 5020 Softswitch et la plate-forme OSP (Open Service Platform) dédiée aux applications IN (réseaux intelligents), permettant de lancer un service d'appels téléphoniques en attente sur Internet. Les souscripteurs à ce service pourront, lorsqu'ils sont connectés à Internet, être avertis des appels entrants et pourront y répondre soit sur leur ligne fixe, soit en utilisant la **technologie Voix sur IP ou en les renvoyant vers leurs systèmes de messagerie unifiée.** (D'après : le fil MC des Télécoms).

4.7.8.2 En Europe

Les pays ayant la réflexion la plus avancée dans le domaine des NGN sont la Grande-Bretagne et les pays nordiques. Concernant les réseaux mobiles, l'évolution s'effectue principalement au niveau des services (ex. : portails multi-accès) et des terminaux. En revanche, aucune annonce n'est effectuée concernant l'UMTS. Pour les réseaux fixes, la migration s'effectue au niveau du réseau de transport (principalement IP/MPLS).

4.7.8.2.1 Réseaux et services mobiles

mmO2 (Groupe British Telecom) lance un nouveau téléphone « O2 XDA » utilisant le logiciel Pocket PC 2002 de Microsoft (Mai 2002).

Le terminal « O2 XDA » mobile équipé d'un PDA, téléphone et du logiciel PocketPC 2002 de Microsoft sera disponible en Mai 2002 sur tout le réseau de mmO2 (Filiale mobile de British Telecom). C'est le premier produit GPRS supportant le logiciel Pocket PC 2002. Les services disponibles seront l'accès Internet en couleur, la messagerie instantanée, e-mail, news, services liés à la géolocalisation, entre autres.

Telefónica Móviles lance son portail multi-accès, nouveau concept de l'Internet mobile (2002).

Ce portail sera accessible à partir d'un téléphone portable, un PDA ou un ordinateur portable et permettra des services messagerie, d'accès à Internet et aux services de fournisseurs de services et de contenus.

4.7.8.2.2 Réseaux fixes

Ericsson fournit des solutions de téléphonie sur IP à Telia (Octobre 2000).

Selon un communiqué daté d'Octobre 2000, Ericsson devait fournir deux « **Call server** » et 13 « **media gateways** » de la solution ENGINE pour le réseau international de téléphonie de Telia.

Tiscali met en place un réseau IP/MPLS pour fournir des services multimédia sur IP

Tiscali a utilisé des systèmes Cisco pour l'extension de son réseau IP pour l'accès Internet commuté et la voix sur IP en Italie. Le réseau a été étendu à 14 nouveaux POP et la capacité du backbone a été doublée afin de permettre à cette infrastructure de fournir la bande passante nécessaire pour fournir ultérieurement des services IP de nouvelle génération comme les VPN basés sur MPLS, la qualité de service IP et la vidéo sur IP. Tiscali implémentera aussi la technologie MPLS de Cisco dans son futur réseau IP multi-services au Royaume-Uni (D'après : MPLS World News).

LambdaNet Communications propose un service de bande passante à la demande basé sur IP/MPLS, et est très intéressé par le GMPLS.

LambdaNet Communications lance son service de bande passante à la demande, entièrement basée sur un réseau IP/MPLS et est disponible en France et Allemagne, et bientôt dans plus de 60 villes en Europe. Ce nouveau type de service de connexion de bout en bout permettra aux opérateurs de transit, ISPs (Internet Service Providers), ASPs (Application Service Providers) et fournisseurs de services de bénéficier d'une bande passante flexible. Après la mise en place d'un réseau IP/MPLS, LambdaNet dit clairement que la prochaine étape de l'évolution de leur réseau sera l'implémentation du G-MPLS ; les solutions G-MPLS n'étant pas actuellement opérationnelles, LambdaNet travaille avec les constructeurs sur le G-MPLS (Cf. détails chapitre 3.3 sur la couche Transport).

4.7.8.3 Dans le Monde

Au niveau mondial, on voit se dessiner deux grandes tendances :

- L'évolution des réseaux de transport (généralement IP/MPLS) sur lesquels des offres de services multimédia commencent à être déployées (ex. : Equant).
- La refonte des réseaux existants pour les pays en forte croissance (ex. : Chine) ou les plus en avance (ex. : Sprint aux Etats-Unis).

Equant propose un service de téléphonie sur IP

Equant fournira dans les 60 pays où il est présent des services de téléphonie IP au cours du deuxième trimestre 2002. Le service de voix pour VPN IP est déjà disponible. Equant est en mesure de fournir ces services voix grâce à son réseau global homogène et sa solution de VPN IP basée sur MPLS, qui permet de traiter les flux voix et données avec des priorités différentes en utilisant des classes de services. Le réseau IP VPN d'Equant basé sur la technologie MPLS de Cisco est le plus grand réseau de ce type déployé, avec une disponibilité dans 125 pays. La décision de généraliser le déploiement de MPLS dans le backbone IP d'Equant a été prise en Juin 2000 (*D'après : MPLS World News*).

Equant sélectionne NetCentrex pour les softswitches (Mars 2002)

Pour apporter de l'intelligence à son infrastructure IP MPLS, Equant a retenu la solution softswitch de NetCentrex permettant de gérer 18000 appels simultanément avec deux plates-formes (une plate-forme en Europe et une aux Etats-Unis).

Teleglobe offre un service de transport IP avec qualité de service et priorisation

Teleglobe a annoncé en Juin 2001 avoir achevé la généralisation de MPLS Packet over Sonet (PoS) dans son infrastructure de réseau IP global, avec des débits pouvant aller jusqu'à OC-192. Cette évolution améliore les temps de latence en simplifiant les couches réseau, et permet à l'opérateur et à ses clients de mettre en œuvre un traitement du trafic basé sur les paramètres de qualité de service et la priorisation en fonction de classes de services (*D'après : MPLS World News*).

Sprint et Nortel Networks s'allie pour déployer un réseau de nouvelle génération.

Sprint et Nortel Networks vont associer leurs compétences pour déployer un réseau permettant d'offrir une nouvelle génération de services. Ce programme doit permettre la simplification des réseaux d'opérateurs (convergence voix/données) et l'implémentation de nouveaux services.

China Telecommunications déploie un solution de « téléphonie sur IP » de Nortel Networks (Avril 2002).

China Telecommunications a signé un contrat avec Nortel Networks pour le déploiement de solution de « Voix sur IP » à Beijing, Shanghai, Guangzhou and Shenzhen. Ce réseau utilisera des équipements « Networks Succession Communication Server 2000 et 3000 », des softswitches « Interactive Multimedia Server » et des « Passport Packet Voice Gateway ».

Alcatel signe un contrat de fourniture de réseau NGN en Chine (Avril 2002).

Alcatel a signé un contrat avec Guangxi Telecom et China Telecom pour la fourniture d'une solution complète NGN. Ce réseau permettra d'offrir des applications multiservices. De plus, il doit permettre de fournir des services de « téléphonie sur paquets » (IP ou ATM) et des services multimédia. La solution Alcatel comprend les « softswitches 5000 et 5020 », les passerelles d'accès « Litespan 1540 » et les « media gateway 7505 ».

La solution ENGINE d'Ericsson sélectionnée par China Telecom (2002)

Ericsson va fournir ses solutions NGN ENGINE à China Telecom. Le déploiement concerne dans un premier temps deux grandes villes, Guangzhou et Shenzhen.

NB : Ericsson revendique de nombreux contrats NGN dans le monde pour sa gamme ENGINE. Beaucoup d'entre eux portent sur l'évolution du réseau de transit voix ou du réseau de collecte de trafic ADSL vers un réseau multi-services unifié s'appuyant sur un transport ATM.

4.8 Conclusion : vers une mutation des relations entre acteurs

4.8.1.1 Enjeux des NGN

Les **enjeux de l'évolution du marché des NGN** se traduisent par les éléments déclencheurs, les défis technologiques ainsi que les freins et moteurs technologiques et économiques associés aux NGN identifiés par les différents acteurs interrogés (constructeurs et opérateurs).

L'ensemble de ces éléments démontre le **manque encore important de maturité de ce marché, tant sur le plan des produits industriels que sur la maîtrise qu'en ont les clients utilisateurs**. Notamment, les équipements de « première génération NGN » semblent être encore difficilement en mesure de rivaliser avec les équipements traditionnels pour les gros réseaux à fort trafic.

Par ailleurs, la **problématique financière et économique** est au cœur du débat. Les autres arguments avancés semblent des déclinaisons de ces deux facettes.

Le déclenchement vers les NGN est avant tout économique avec le **développement des usages, la création de valeur** (introduction de nouveaux services et marchés) et la volonté de **réduire les coûts d'infrastructure**. Il est également technique avec la **convergence des réseaux** voix/données, qui se traduit par un besoin d'optimisation des réseaux (simplicité, évolutivité, flexibilité).

Les deux **principaux moteurs technologiques** aux NGN sont liés à l'**accès haut débit** au sens large et les technologies associées (ATM, UMTS, ADSL,...) ainsi qu'à l'évolution vers le « **tout IP** ». Quant aux **moteurs économiques**, ils viennent confirmer la vision des acteurs sur le déclenchement économique vers les NGN : **besoins et usages** du marché au niveau des **services données, Internet et multimédia** (en particulier ceux des entreprises selon les constructeurs) et offres de nouveaux services **convergeants et large bande**.

Les principaux **défis technologiques** liés aux NGN sont la maîtrise de la **qualité de service, la standardisation et la normalisation** des interfaces et protocoles. En corollaire de ce dernier défi, **l'interopérabilité** est également au cœur des préoccupations des acteurs. Ces deux défis forts identifiés précédemment, sont en fait clairement vus comme des risques par la majorité des acteurs. Il est probable que ce seront des risques majeurs.

Il ressort par ailleurs que **ces principaux défis technologiques sont aussi aujourd'hui les principaux freins technologiques**. Le **poids de l'existant** et IPv6 sont également jugés comme des freins par les acteurs. Quant aux **freins économiques**, ils sont diverses selon les intérêts sauf sur un point : **trouver un modèle économique et un modèle de facturation viable**. Les constructeurs sont plutôt d'avis que la **maturité industrielle** des offres NGN ainsi que les limitations de développement des **boucles locales haut débit** sont des freins importants. Pour les **opérateurs**, les principaux freins évoqués sont plus nombreux et portent surtout sur le **poids de l'existant** et son amortissement, les **usages** des utilisateurs, la rentabilité des investissements ou encore des **éléments socio-culturels, politiques et réglementaires**.

4.8.1.2 Economie des NGN

Concernant **l'économie des NGN**, il apparaît que les acteurs ont une vision très nuancée, qui confirme là encore un décalage entre les constructeurs, **assez avancés et optimistes** dans leurs réflexions sur les opportunités de nouveaux services et métiers, les nouveaux acteurs, les nouvelles relations entre acteurs, et les **opérateurs**, qui voient avant tout des opportunités pour eux-mêmes, identiques aux déclencheurs identifiés précédemment, comme **le développement de leurs revenus, les nouveaux services à développer ou encore la baisse de leurs coûts**. Ces derniers restent par contre très sceptiques, contrastés, voire peu matures dans leurs réflexions sur l'apparition de nouveaux acteurs, de nouveaux modèles économiques ou encore de nouveaux modes de facturation.

Il est important de noter que les opérateurs sont plusieurs à ne voir **aucune opportunité, aucun acteur ou encore aucun service innovant lié aux NGN**.

Les services qui seront favorisés par les NGN sont les services large bande, convergents voix/données/image, liés à la communication multimédia temps réel et transactionnelle ; les services liés au contenu (notamment gestion distribuée) ; les services liés à l'externalisation et les services contextuels liés à la mobilité et géolocalisation.

La valeur va se **redistribuer progressivement de l'accès vers les services**, donnant ainsi plus de poids aux fournisseurs de services et contenus : **la fourniture de services sera donc au cœur des nouveaux modèles économiques**.

Le potentiel de nouveaux acteurs identifié se situe avant tout chez les **fournisseurs de services et contenus, notamment les acteurs de l'outsourcing, les opérateurs virtuels, ou encore les agrégateurs de contenus**, qui joueront un rôle de plus en plus important. Certains voient l'apparition de **nouveaux acteurs** positionnés sur des niches, qui seront à terme associés à de plus gros acteurs.

Les opérateurs, pour conserver leurs clients et développer leurs revenus vont devoir s'ouvrir à des **partenariats** avec ces fournisseurs de services et contenus. En particulier, les opérateurs vont évoluer sur la chaîne de valeur pour devenir des « service enablers » ou « opérateurs de base clientèle » vis-à-vis des fournisseurs de services. Pour ces derniers, **la clé du succès** sera la capacité à conserver, voire conquérir, des abonnés plutôt qu'à garder la mainmise sur l'intégralité des revenus. **Il sera pour cela nécessaire d'établir des règles afin de faciliter cette ouverture**.

Les opérateurs devront viabiliser les fournisseurs de services et contenus en leur garantissant des sources de revenus. Mais aujourd'hui cela ne peut se faire qu'en trouvant un ou des modèles économiques « gagnant-gagnant » entre les partenaires. Ces modèles sont encore à créer.

La **facturation des services** est également **un élément clé**. La facture pour le client final ne peut pas augmenter démesurément. Or, le nombre et le coût des services sont en forte croissance. Il est donc probable qu'on aboutisse à une valorisation des informations en fonction de leur degré de valeur ajoutée.

Les NGN devraient également favoriser **l'arrivée de tiers de confiance et d'outils de facturation standardisés avec automatisation des process** (intéressant pour la facturation de petites sommes).

Les relations d'opérateur à opérateur vont également se développer : les NGN vont permettre aux opérateurs de se louer du trafic et des services plus facilement car les réseaux ne seront plus dédiés. Ils permettront d'adapter du débit à la demande. Il y aura également un besoin d'accords forts entre les opérateurs de tous types pour proposer des services globaux accessibles à tous les utilisateurs (interconnexions, voire investissement dans des plates-formes de services communes). Cependant, peu de modifications des modèles économiques et de la nature des relations entre opérateurs ne sont envisagées.

Il ressort de cette analyse que **les relations entre opérateurs et fournisseurs de services sont donc au cœur de la problématique NGN**. Ces derniers sont dépendants du bon vouloir d'ouverture d'une part, et de partage de revenus d'autre part, des opérateurs. Même si l'on sent déjà des prémices d'ouverture chez les opérateurs, **il ne s'agit pas encore d'une tendance de fond et les modèles économiques associés sont encore quasi-inexistants**.

En parallèle, **les relations entre opérateurs vont s'intensifier**, mais dans la continuité par rapport aux modèles économiques existants.

Quant au **marché des constructeurs**, il risque d'évoluer de manière « masquée » aux clients pour la fourniture de matériels, et acquerra une plus grande souplesse propre à la culture Internet. **Le positionnement des gros constructeurs**, qu'ils soient d'origine télécoms ou données, **est plus nuancé**.

4.8.1.3 Positionnement des constructeurs

Bien que certains acteurs travaillent à l'élaboration de produits et solutions NGN depuis plusieurs années (environ 5 ans selon l'un des acteurs interviewés), **ce marché en est encore à ses balbutiements et est en pleine structuration**.

4.8.1.3.1 Etat du marché

Les grands constructeurs généralistes télécoms sont pour la plupart bien implantés sur ce nouveau marché, avec l'énorme avantage d'avoir la capacité à proposer des solutions de bout en bout clés en mains (en propre ou par le biais de partenariats), et de disposer de bases de clients importantes.

Les acteurs issus du monde des données en général auront cependant un rôle clé sur le marché des solutions NGN, tant sur le plan des matériels, que des **logiciels** et des prestations. On constate par exemple que **les acteurs interviewés semblent faire plutôt confiance** dans leur évolution vers les NGN à **des constructeurs d'origine IP ou**

à des nouveaux entrants, plutôt qu'à des constructeurs d'origine télécoms, ce qui pourrait modifier significativement la répartition du marché.

Cependant, il apparaît que **les deux grandes familles ne sont pas directement concurrentes sur les matériels des couches transport et contrôle** (ce qui est conforme à l'opinion des acteurs interviewés eux-mêmes). Ils ont d'ailleurs souvent recours à des **partenariats stratégiques** afin de fournir au client une solution globale, où **chacun conserve et affiche sa spécificité**. Chacune des deux familles aura son rôle à jouer sur ce marché, et il est probable que leurs offres se compléteront, mais à moyen/long terme, **il est possible que les acteurs « données » prennent un rôle de leader au niveau des produits NGN associés à la couche Services**.

4.8.1.3.2 Emergence de nouveaux acteurs

Les NGN apparaissent clairement comme **une opportunité d'émergence de nouveaux acteurs**, développant leurs activités en leur nom propre ou par le biais de partenariats. La plus forte émergence de nouveaux acteurs, à même de concurrencer les acteurs télécoms établis, est en fait constatée sur les **fournisseurs de solutions télécoms spécialisées, et très axées « logiciel »** (serveurs d'appel, plates-formes de services mais aussi media gateways). Il est certain que **ces nouveaux acteurs devront faire preuve de fortes capacités financières ou mettre en œuvre des partenariats solides** pour résister. Cependant, l'émergence des NGN sera sans doute à **moyen / long terme** l'occasion d'**un certain renouvellement du marché**, bien que ce point semble mis en retrait par les constructeurs interrogés, du fait de la conjoncture actuelle dans les télécoms. **Les constructeurs établis sont plus positionnés dans la continuité** (« NGNisation » en douceur des réseaux et services existants) **alors que les nouveaux acteurs se placent plus dans une optique de rupture technologique** (« révolution » NGN).

4.8.1.3.3 Pas encore de solutions globales

Les fournisseurs de solutions « globales », qu'ils soient d'origine Télécom ou IP, **sont peu nombreux, et ces offres masquent en fait des partenariats technologiques**. La conjoncture actuelle des télécoms, qui veut que l'ensemble des acteurs soient de plus en plus innovants et réactifs pour le développement de nouvelles solutions, rend les **partenariats entre acteurs incontournables**. Cela est d'autant plus vrai dans le domaine des NGN, qui est émergent. Les partenariats y foisonnent et même les acteurs majeurs y ont recours afin de compléter leurs compétences.

Il ressort des entretiens avec les constructeurs que, dans le cadre des NGN, les clients sont nettement plus demandeurs de **services d'accompagnement stratégique, technique et financier** (besoin identifié par la plupart même si tous les constructeurs n'ont pas répondu explicitement à ce point). Les constructeurs s'adaptent donc pour mettre en avant auprès de leurs clients **des arguments plus marketing (services et usages) et financiers que techniques**.

4.8.1.3.4 Les nouveaux acteurs de la couche Services encore à l'état de prospects

Les nouveaux acteurs de la couche Services (purs fournisseurs de services, ASP, MVNO...), identifiés par beaucoup comme étant un vivier important de nouveaux clients NGN potentiels, n'ont pas encore émergé : ils **ne sont encore à ce stade que des clients marginaux, voire des prospects**. L'importance de ces nouveaux types de clients n'est donc pas quantifiable à ce jour. Par ailleurs, bien qu'elles ne soient pas visées par tous les constructeurs, **les entreprises ressortent cependant comme des clients bien réels pour des solutions NGN convergentes** de voix sur IP. Ce point confirme l'opinion donnée par plusieurs constructeurs que les entreprises auront **un rôle moteur pour faire évoluer les offres des opérateurs vers les NGN**.

L'objectif de l'architecture de réseau NGN, qui est la facilitation des solutions multi-constructeurs par le biais d'interfaces standardisées, ne semble pas aisé à atteindre à

court terme pour les opérateurs. **Dans un premier temps, les réseaux NGN seront donc vraisemblablement mono-constructeur (du moins par type d'équipement).** Il existe par ailleurs une certaine **demande de fourniture de solution globale**, par le biais de partenariats et de prestations d'intégration (constructeur contractant principal).

Le marché des constructeurs va peu évoluer. Les acteurs déjà en place garderont une place prépondérante : les grands constructeurs seront les contractants principaux, et intégreront des technologies développées par des sociétés plus petites et plus réactives. La fin des technologies propriétaires voix rapprochera le marché des infrastructures voix du modèle économique Data, avec un large choix de fournisseurs (équipements / services, vente / installation / maintenance).

Il semble donc que le marché des NGN soit ouvert à tous, avec une place privilégiée de chaque constructeur auprès de sa clientèle historique, et un rôle indéniable de « challengers » des nouveaux acteurs. Les nouveaux opérateurs et fournisseurs de services seront donc très courtisés, car ce sont eux qui feront le plus jouer la concurrence transverse, et qui auront le pouvoir de bouleverser l'ordre établi.

4.8.1.4 Les offres NGN et leur maturité

Les domaines où les produits semblent **les moins matures** (plutôt sous 1 à 3 ans) sont :

- **Les terminaux (notamment fixes**, surtout en termes de coût et de fonctionnalités par rapport aux terminaux mobiles).
- **La facturation des services** (une problématique cependant plus commerciale que technique, afin de trouver le modèle adéquat des nouveaux services data multimédia).
- **Le développement des services multimédia** (en fait, plus un problème de créativité pour trouver les « killer services » qu'un problème technique).
- **Et surtout les logiciels applicatifs** (disponibilité dans une fourchette de 1 à 5 ans). Les contenus et « briques de base » sont jugés matures, mais pas les technologies et les mécanismes de consolidation de ces contenus. Ce point est aussi à mettre en relation avec le manque de maturité des terminaux et de SIP.

Il ressort donc clairement que **les produits les moins matures sont ceux qui touchent plus ou moins directement (cas des terminaux) aux Services.**

Au premier abord, les solutions NGN sont en général présentées comme moins onéreuses à équiper et à exploiter que les solutions traditionnelles. Dans le détail, **l'évaluation que font les constructeurs et les opérateurs de ces avantages financiers est plus contrastée** (voire parfois divergente) **en fonction notamment de l'environnement technique** (réseau) **et économique** (relations opérateurs / constructeurs) de départ, **de l'échelle de temps** prise en compte, **de la couche réseau** évoquée.

Concernant les **coûts d'investissements NGN**, les avis des constructeurs et des opérateurs sont globalement cohérents :

- **A court terme des montants fortement dépendants de l'existant de l'opérateur et de ses relations commerciales avec le(s) constructeur(s)**, mais globalement équivalents ou légèrement supérieurs s'il s'agit d'une migration, et

déjà significativement inférieurs s'il s'agit d'un déploiement initial (de l'ordre de 10 à 30%).

- **A moyen/long terme (3-5 ans), une baisse des coûts d'achat** des solutions NGN est prévue par tous, notamment liée aux économies d'échelle, à la convergence des réseaux, aux gains de capacité des équipements et à la mutualisation du développement des services NGN. **Ces gains pourraient être de l'ordre de 30% sur l'accès et 50% sur le cœur de réseau** par rapport aux solutions traditionnelles.

Concernant les **coûts récurrents** liés aux solutions NGN, les avis des constructeurs et des opérateurs sont en revanche moins convergents :

- **les constructeurs** sont quasiment unanimes pour dire que les solutions NGN apporteront **des gains immédiats significatifs** (des chiffres de 20-30%, voire 50% sont évoqués).
- **Les avis des opérateurs et fournisseurs de services sont moins enthousiastes et plus contrastés**, certains mettant notamment en avant à court terme (dans les deux ans) des **surcoûts indirects** (des chiffres de l'ordre de 20% sont évoqués) **liés au manque de maturité de la technologie**. Ils identifient aussi que la mise en place des équipements et services NGN impliquera des **coûts connexes (formation, réorganisations...)** qui pourront s'avérer non négligeables.
- Cependant, **à terme (3-5 ans) tous sont d'accord pour dire que les coûts récurrents vont baisser**. On peut alors imaginer se rapprocher des chiffres indiqués par les constructeurs, qui sont des économies de 20 à 70% selon les postes de coûts.

L'analyse sur les **coûts des solutions NGN** confirme qu'aujourd'hui le **marché se structure** et que **les solutions ne sont pas encore stabilisés** pour avoir une **visibilité claire et suffisante sur les coûts**.

4.8.1.5 Positionnement des opérateurs

Contrairement aux **constructeurs, plus matures et en avance de phase sur le sujet des NGN**, l'approche des opérateurs sur ce sujet est **encore émergente** aussi bien sur la **partie économique (modèles)** que sur la **partie technique (migration)**.

Le marché actuel des opérateurs et fournisseurs de services est actuellement en pleine phase de reconcentration. Ce contexte ne favorise guère les nouveaux investissements. Cependant lorsqu'ils ont lieu, ils favorisent l'évolution vers les NGN, notamment pour des **nouveaux entrants** qui voient avant tout les possibilités de flexibilité et d'évolutivité rapide des équipements en fonction de la demande, les nouveaux services qu'ils permettent ou encore la réduction globale des coûts apportées par ces solutions.

Des réseaux NGN sont **en cours de déploiement ou en expérimentation** chez une majorité d'opérateurs et fournisseurs de services, même si **la notion de NGN n'est pas utilisée comme argument marketing** chez ces derniers.

Les réseaux NGN desservent cependant **des stratégies différentes** selon les types d'acteurs : essentiellement guidés par **l'économie de coûts chez les opérateurs**, ils sont davantage mis en avant par les **fournisseurs de services** comme vecteurs de **nouveaux services à contenu multimédia**.

Pour la majorité des acteurs, le service NGN se définit comme **un service à valeur ajouté large bande, convergent, contextuel, temps réel, riche en contenu multimédia et lié à la mobilité**. Les services favorisés par les NGN et développés à

court terme par les acteurs sont : les services à architecture distribuée et en particulier les services temps réel et conversationnels (streaming, visioconférence, vidéo à la demande, travail collaboratif, visiophonie, etc...), les services de voix sur IP pour les opérateurs ; les services de distribution multimédia et audiovisuel pour les fournisseurs de contenus.

Comme nous l'avons déjà dit, le sens de l'histoire pour les opérateurs va vers une ouverture vers de nombreux fournisseurs de services et contenus. Les opérateurs n'en sont **qu'au début de leurs réflexions sur cette stratégie d'ouverture** et n'ont pas encore mis en place de partenariats de ce type dans le cadre des NGN. **Les fournisseurs de services et contenus sont davantage avancés sur ce point.**

Les nouveaux acteurs identifiés se trouvent principalement dans la catégorie des **fournisseurs de services et contenus**, notamment ceux qui graviteront autour des terminaux communicants. Ces acteurs, s'ils réussissent sur le marché, **seront rapidement intégrés** soit à de **plus gros fournisseurs de services** soit à des **opérateurs** souhaitant avoir une meilleure maîtrise sur la chaîne de valeur, soit pourquoi pas à des **éditeurs de logiciels**.

Les **avis sont très partagés sur la facturation des services NGN**. Certains ne voient aucun changement aux modes de facturation actuels, d'autres pensent qu'une évolution va se faire d'une facturation à la durée vers une facturation au volume ou à l'acte. Enfin, certains évoquent l'idée d'un modèle de type kiosque. Peu d'avis sont émis concernant le circuit de facturation et là encore les avis divergent totalement. Ces sujets paraissent finalement un peu trop amont par rapport aux réflexions actuelles des opérateurs. Plusieurs acteurs sont tout de même d'accord pour dire que la facture globale devrait rester la même pour les clients finaux, NGN ou pas.

4.8.1.6 Stratégie de migration vers les NGN

Les NGN sont vus comme une **évolution** et non une révolution par les opérateurs.

Les avis sont assez partagés sur l'obligation des opérateurs à anticiper ou non vers une migration NGN. Globalement c'est quand même une idée d'évolution irréversible vers les NGN qui prédomine, **poussée par l'évolution des offres constructeurs et les nouveaux services à terme**. Paradoxalement, plusieurs acteurs reconnaissent que les services envisagés dans les roadmaps ne nécessitent pas forcément dans l'immédiat un réseau NGN (comme le streaming). Cependant, sur les types d'acteurs qui devront anticiper ou non, les réponses sont très variées. **Les constructeurs sont plusieurs à penser que ce sont en premier les opérateurs de backbone IP et les nouveaux opérateurs qui devront anticiper.**

Les **acteurs établis** auront probablement **une approche de migration lente** vers les NGN (elle commencera d'ici 1 à 2 ans) du fait du **poids de l'existant**. Leur migration sera **longue** (5 à 10 ans) **et partielle** et s'appuiera plutôt sur des solutions **en transport ATM** avec un ordre de migration prioritaire **des nouveaux services de voix directement sur IP**.

Les **fournisseurs de services Internet**, plus globalement les **acteurs de données IP**, **les opérateurs DSL et Câble** et **les nouveaux opérateurs entrants** sont considérés comme les **acteurs les plus moteurs** dans la migration vers les NGN. Cependant la difficulté pour eux est liée à **la culture même de l'acteur** et à sa capacité à ne pas reproduire un schéma connu et sécurisant. Pour ces acteurs, le déploiement se fera **directement sur des solutions NGN à base d'IP** afin d'assurer leur compétitivité.

L'existant des opérateurs est plutôt vu comme **moteur** dans une migration vers les NGN. L'approche de migration a été avant tout économique et technique. Dans un deuxième temps, elle sera marketing. La majorité des acteurs **est en phase d'expérimentation ou de déploiement**. Plusieurs précisent une durée de migration sur 2 ans donc **plutôt rapide**. Pour leur migration, les acteurs font davantage confiance aux acteurs d'origine des données. **La migration se fait du transport en mode paquet vers le contrôle**, permettant ainsi l'ouverture de nouveaux services. Les migrations faites sont plutôt **partielles** et l'objectif est d'assurer une **transparence pour les utilisateurs**.

L'organisation de la cohabitation, la continuité des services, la fourniture d'une qualité de service, l'interconnexion et l'interopérabilité sont vues comme des **difficultés majeures** dans la cohabitation entre NGN et réseaux traditionnels.

C'est l'idée d'une **cohabitation très longue** (10 à 20 ans) entre réseaux NGN et traditionnels qui domine parmi les acteurs, probablement supplantée à nouveau par une nouvelle version des NGN. Contrairement aux avis des constructeurs, quelques opérateurs envisagent tout de même à terme **la convergence des réseaux**.

Les pays identifiés comme les plus précurseurs dans les NGN sont européens : **pays scandinaves, Grande Bretagne, et Allemagne**. Hors Europe, ce sont l'Asie (Japon, Chine, Corée) et les USA qui arrivent en tête. La France semble globalement en retrait.

5 NGN : quelles perspectives pour la régulation ?

5.1 Introduction : tendances ressortant des entretiens et axes de réflexion

Il ressort des différents entretiens que pour **beaucoup d'acteurs, et notamment pour les opérateurs, nous abordons la problématique réglementaire des NGN de manière très précoce**. Souvent, la réflexion engagée sur ce thème en est à ses débuts.

Il en résulte que :

- Tous les acteurs n'ont pas souhaité émettre d'avis sur la question.
- Certains acteurs listent de multiples pistes de réflexions sans nécessairement hiérarchiser les priorités, ou faire une différence entre les problématiques clairement associées aux NGN et celles qui sont connexes (ex. : les réseaux d'accès). L'éventail des sujets abordés est de ce fait large.
- Les positions des acteurs ne sont pas encore figées. Il est par conséquent possible que des problématiques importantes soient sous-estimées à ce jour.
- Certains acteurs souhaitent voir le régulateur intervenir le moins possible : uniquement pour garantir un marché concurrentiel.

Enfin nous soulignons le fait que certains acteurs perçoivent les NGN comme une évolution qui doit effacer ou atténuer le clivage actuel « opérateur historique / nouveaux entrants » et que **la composante « animation de marché » se renforce dans la régulation**.

Les **principaux éléments ayant rapport à une problématique réglementaire** (ou identifiés comme tels par les interviewés) qui ont cités par les opérateurs et constructeurs consultés sont (Cf. détail en annexe) :

- La nécessité d'un cadre réglementaire cohérent garantissant le droit à l'interconnexion entre fournisseurs de services et fournisseurs de réseaux (ouverture), ainsi que l'interopérabilité des réseaux.
- La demande que la réglementation favorise les investissements long terme (partage d'infrastructures, ...).
- Une demande forte d'ouverture de la boucle locale (dégroupage, câblages dans les immeubles, autres ...) et des services sur les boucles locales.
- La nécessité d'un cadre réglementaire transverse aux télécommunications, à l'Internet et à l'audiovisuel, notamment concernant la régulation des contenus, et d'une accélération des processus de décision.

A un moindre niveau, ont été mis en avant les points suivants :

- La nécessité de (re)définir rapidement les conditions liées à la fourniture de services audiovisuels et multimédia, et plus globalement liées à la régulation des contenus.
- Le besoin de simplification et d'assouplissement de la réglementation (textes de référence, régime des autorisations, cadre réglementaire technologiquement neutre).

- La nécessité de redéfinir certains services (accélération et élargissement de la portabilité, élargissement du service universel à de nouveaux services, redéfinition des services d'interception légale,...).
- La nécessité de faire évoluer le catalogue d'interconnexion (véritables offres NGN, nouveaux modes de facturation, élargissement aux équipements de transport et de routage ATM et/ou IP des équipements acceptés en cohabitation).
- Une demande d'implication plus amont du régulateur dans les activités de normalisation, au titre de coordinateur et d'animateur du marché.
- Une demande de transposition rapide des nouvelles Directives Européennes, et la nécessité d'harmoniser les cadres réglementaires européens (pour les réseaux et services transnationaux).

Ces points sont à enrichir avec les éléments ressortant de l'étude technologique qui impacteront potentiellement le régulateur, notamment concernant l'évolution des ressources de numérotation et d'adressage.

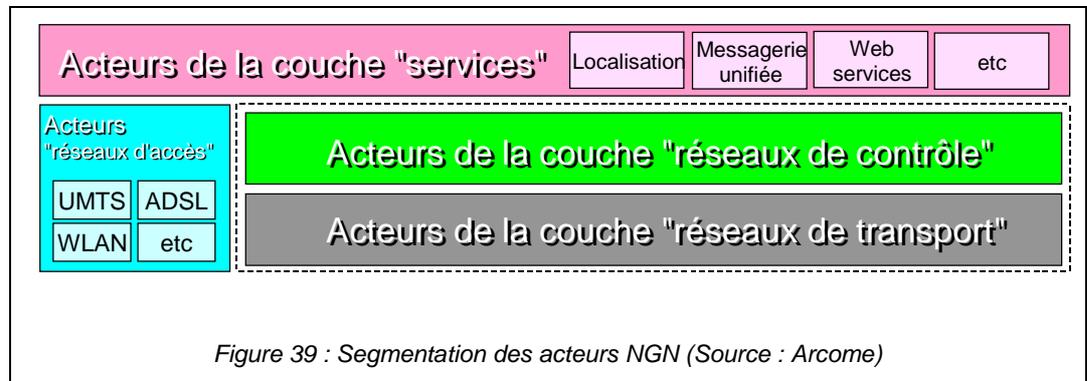
Nous cherchons dans cette partie à comprendre **quelles seront les problématiques liées à la régulation et à la réglementation qui seront induites par l'arrivée des NGN**. Nous nous attacherons essentiellement à recenser différents axes de réflexion possibles, sans pour autant pouvoir aujourd'hui avoir la prétention d'apporter les réponses associées.

La réflexion s'articule autour de **quatre axes** :

- **Les acteurs** qui feront les NGN, leurs positions relatives et les liens qui les unissent.
- **Les perspectives techniques** dont notamment l'interfonctionnement des réseaux et plates-formes, la numérotation et les équipements terminaux.
- **Les aspects économiques** : les différentes interconnexions et les flux monétaires associés.
- **Les services d'intérêt public** dont le service universel, les services d'urgence et la protection des utilisateurs.

5.2 Les acteurs

Nous chercherons dans cette partie à comprendre les potentialités de développement, et la position relative des grands types d'acteurs NGN vis-à-vis du cadre réglementaire :



5.2.1 Opérateurs de réseaux de transport et de contrôle

Dans le cadre des NGN, les opérateurs sont amenés à séparer l'**acheminement** pur et la couche de **contrôle**. Dans la suite, nous séparons sur certains points les couches « transport » et « contrôle » pour traiter l'ensemble des hypothèses. L'ensemble des remarques s'applique à un opérateur qui opérerait sur les deux couches.

- La fonction réseau de **transport** dans un NGN est prise en charge dans un réseau traditionnel par l'opérateur d'infrastructure. Ce type d'opérateur posséderait des Media Gateways et/ou Signalling Gateways interconnectées entre elles et avec des réseaux tiers, et s'appuierait sur des échanges de signalisation IP avec des serveurs de contrôle d'appel possédés par un ou plusieurs autre(s) opérateur(s).

NB : La notion d'opérateur de transport, au sens NGN, est plus large qu'au sens traditionnel. En effet, elle inclut, en complément des liaisons physiques et de l'infrastructure « passive » de transport, les fonctions Media Gateway et Signalling Gateway, qui effectuent la conversion et l'acheminement du trafic et de la signalisation sous le contrôle des serveurs d'appel.

- La fonction réseau de **contrôle** dans un NGN est prise en charge dans un réseau traditionnel par l'opérateur d'infrastructure. Ce type d'opérateur posséderait en propre des serveurs de contrôle d'appel, et s'appuierait sur des échanges de signalisation IP avec des Media Gateways et/ou Signalling Gateways (fournissant l'interconnexion avec des réseaux tiers) possédés par un ou plusieurs autre(s) opérateur(s).

Partant de ce constat, deux hypothèses entrent en concurrence :

- **L'ensemble des opérateurs de réseaux peut conserver les deux fonctions dans leur activité. Cette hypothèse semble la plus probable**, les opérateurs de transport/transit ne souhaitant pas se séparer du contrôle des communications qui représente un élément clé du métier actuel d'un opérateur.
- **Des acteurs spécialisés « transport » et des acteurs spécialisés « contrôle » peuvent apparaître sur le marché.** Si elle paraît moins probable actuellement, cette hypothèse ne peut toutefois être totalement exclue.

Exemples :

- Un fournisseur de services pourrait éventuellement considérer la signalisation comme un service et « glisser » de son cœur de métier vers la couche de signalisation.
- Le modèle de services OSA fait aussi apparaître les fonctions « Service Capability Features » qui, si elles sont mutualisées entre plusieurs opérateurs de réseau, pourraient être opérées par un tiers (ex. : serveur de localisation).
- Enfin, le transit entre réseaux hétérogènes (prise en charge de la conversion du trafic et de la signalisation, sans prestations évoluées de routage) peut apparaître comme une activité à part entière qui pourrait être externalisée par certains opérateurs, ou confiées à la « maison mère » dans le cadre d'un groupe international.

La séparation des activités entre « opérateur de transport NGN » (disposant uniquement de Media Gateways et/ou de Signalling Gateways) et « opérateurs de contrôle NGN » (disposant uniquement de serveurs de contrôle d'appel) ne sera vraisemblablement pas une tendance massive, mais plutôt la source d'activités de niche.

Si l'émergence de futurs « opérateurs de transport NGN » et « opérateurs de contrôle NGN » se confirme, il sera nécessaire que le régulateur définisse s'ils seront assimilés aux actuels exploitants de réseaux ouverts au public, ou si le régime des autorisations doit évoluer pour supporter une nouvelle lecture orientée vers les NGN.

Dans l'hypothèse où des acteurs différenciés existeraient bel et bien, leur nombre ainsi que l'apparition de deux métiers et de deux marchés différents pourraient amener le régulateur à **différencier les opérateurs de contrôle et les opérateurs de transport en leur octroyant des droits et obligations différents associés à leurs autorisations.**

5.2.1.1 Opérateurs de réseaux d'accès

Comme l'affirment déjà certains fournisseurs de services, la mise en place d'un contexte favorable à l'éclosion des NGN passe par **l'accès aux abonnés** pour l'ensemble des acteurs du marché (réseaux et services).

Parmi les techniques d'accès privilégiées, le dégroupage soulève nombre d'interrogations :

- Le succès du **dégroupage** en France ne semble pas encore acquis.
- Pour assurer le succès du dégroupage, certains acteurs proposent des **évolutions** aux offres :
 - La propriété des derniers mètres de cuivre à l'intérieur des immeubles est un enjeu fort. La situation sera probablement à clarifier.
 - Le dégroupage des sous-boucles locales correspondant aux derniers mètres a été introduit en Autriche et au Royaume-Uni. Une initiative équivalente pourrait être envisagée afin de limiter les investissements des nouveaux entrants sur la boucle locale.

- Enfin, au-delà de l'ADSL, les techniques **très haut débit** sur la paire de cuivre (HDSL,...) sont attendues par certains acteurs. Il faudra très probablement prendre des mesures permettant de faciliter leur apparition pour que ces dernières puissent voir le jour à moyen terme.

Certains constructeurs, à l'image de Cisco, prévoient que l'usage des technologies d'accès très haut débit (Long Reach Ethernet, CWDM, PON, VDSL, ...) accompagnera et sera un moteur de la migration vers les NGN.

Le libre accès à l'abonné et les technologies de boucles locales haut débit sont autant de moteurs pour l'apparition des NGN. Toute action favorisant la concurrence sur le marché de l'accès à l'abonné sera par conséquent ressentie comme favorable à l'émergence des réseaux et services NGN.

Toutefois, **l'importance que les acteurs apportent à ces aspects et son degré de corrélation avec le concept de NGN ont très certainement été amplifiés par l'actualité** riche sur le domaine lors de la période d'interviews.

5.2.2 « Opérateurs » de services

Il ressort des entretiens que les opérateurs de réseaux ne pourront continuer à se positionner sur l'ensemble de la chaîne de valeur, de l'accès au réseau en passant par les services. Il y aura donc, à plus ou moins long terme, une nécessité pour les opérateurs de s'ouvrir à des fournisseurs de services tiers. D'où des problématiques de statut, d'interconnexion et de relations économiques entre ces deux types d'acteurs.

5.2.2.1 Statut de l'acteur

Il est difficile de prévoir aujourd'hui quel sera le **statut d'un acteur fournissant des services sur un NGN** : opérateur ou fournisseur ? En effet, en fonction du service fourni, l'acteur en question pourra ou non :

- Etre soumis à une réglementation spécifique et voir ses tarifs soumis ou non à une régulation.
- Bénéficier des droits liés au statut d'opérateur : attribution de ressources en numérotation, accès au Catalogue d'interconnexion, ...

Plusieurs acteurs soulignent déjà que **l'interaction entre les couches « réseaux » et « services »** est à encadrer de près pour éviter qu'un fournisseur de réseau ne se retrouve en situation de monopole de fait sur un service et réciproquement qu'un fournisseur de services ne se retrouve en situation de monopole sur un réseau.

Certains acteurs suggèrent l'instauration d'un **droit à l'interconnexion** des fournisseurs de services aux opérateurs de réseaux. Cette interconnexion ne pourra pas être dissociée d'une réflexion sur la mise en œuvre de **modèles économiques viables** pour les deux types d'acteurs.

5.2.2.2 Fournisseurs de services de téléphonie

La fonction de fourniture de services de téléphonie dans un NGN est prise en charge dans un réseau traditionnel par l'opérateur de services téléphonie. Par ailleurs, **les services de voix sur IP sont déjà relativement bien développés** par rapport à d'autres services NGN envisageables.

Il sera donc nécessaire d'analyser **rapidement** si les futurs opérateurs de services téléphoniques NGN seront assimilables aux actuels fournisseurs de service téléphonique au public, et si les **droits et obligations associés au régime d'autorisations** de ces opérateurs devront évoluer ou être adaptés à un contexte NGN. Sur certains points, il sera potentiellement utile de **revoir la définition même du service téléphonique de base**.

En effet :

- La définition actuelle de la **ligne téléphonique** perd de son sens dans un contexte de développement de la **voix sur IP**.
- En cas de situation critique (panne de courant chez l'abonné, panne de courant dans le réseau,...), il paraît aujourd'hui difficile de garantir le **service de base** via un NGN.

5.2.2.3 Fournisseurs de services data et fournisseurs de services Internet

La problématique de l'évolution du statut des **fournisseurs de services Internet** se pose. En effet, il est aujourd'hui raisonnable de penser que le **courrier électronique** sera à terme un outil de communication fondamental, au même titre que le téléphone.

Dans cette hypothèse, on peut supposer que, **à moyen/long terme, le droit aux services Internet pourrait être reconnu** comme le droit à un abonnement téléphonique aujourd'hui.

Plusieurs questions se posent alors :

- Le Package 2000 qui traite de « communications électroniques » laisse une porte ouverte pour que les acteurs de l'Internet deviennent des **opérateurs de services Internet**.
- Dans le contexte NGN, il sera possible de confondre l'ensemble des acteurs dans le même concept global d'**opérateur de communications électroniques** (utilisé dans le Package 2000).
- Dans l'hypothèse où les acteurs NGN se verraient tous soumis à un régime d'autorisations, ce régime ne devra pas être une barrière pour les acteurs cherchant à entrer sur le marché, sous peine de pénaliser l'établissement d'un contexte concurrentiel.

5.2.2.4 Fournisseurs de contenus multimédia

Aujourd'hui les **fournisseurs de contenus multimédia** ne sont pas des opérateurs. Or, avec l'apparition des NGN, certains services multimédia qui seront éventuellement amenés à occuper une place importante dans le partage d'informations, amèneront à remettre ce statut en question :

- La mainmise sur des services de haute importance et qui devront être accessibles à tous pourra entraîner une modification du statut des acteurs qui les fournissent.
- Certains services multimédia pourront figurer au sein d'un **package minimum** accessible à tous.
- Le statut des acteurs pourra être modulé en fonction du contenu multimédia fourni, de son importance, de son appartenance ou non à un service minimum.

Le marché de la fourniture de contenus multimédia recèle **un fort potentiel économique**. Or, il est **actuellement bridé** par l'absence de volonté d'ouverture des opérateurs de réseaux. **Les droits basiques de ces acteurs sont donc à définir rapidement** : ces fournisseurs ne peuvent exister sans **interconnexion** à un opérateur de réseau afin bien sûr d'échanger du **trafic**, mais aussi de permettre au fournisseur de services d'accéder à des **informations liées au client** détenues par l'opérateur de réseau.

Cette interconnexion est envisageable dans plusieurs contextes. Exemples :

- Portails de services et moteurs de recherche indépendants, opérés par un fournisseur de services tiers.
- Kiosques et accords one-to-one avec les opérateurs de réseau.
- Modèle semi-fermé (portail opéré par l'opérateur de réseau avec accès privilégié aux fournisseurs de contenus référencés. Cf. modèle de services data mobiles i-mode au Japon).

Elle devra prendre en compte bien sûr les besoins d'échange de trafic, mais plus globalement les besoins d'échange d'informations liées au client (ex. : profil et droits d'accès, localisation, caractéristiques du terminal, profil utilisateur, capacités du réseau... Cf. description des « Service Capability Features » du modèle de services OSA, paragraphe 3.5.2.5.2).

Afin de développer ce marché, les modèles les plus ouverts possibles, incluant un partage de revenus entre acteurs, seront à favoriser.

5.2.2.5 Autres types de fournisseurs de services

Même si le marché n'a pas encore acquis la maturité nécessaire qui permettrait d'imaginer tous les types de fournisseurs de services susceptibles d'apparaître dans le cadre des NGN, certains peuvent déjà être identifiés. Exemples :

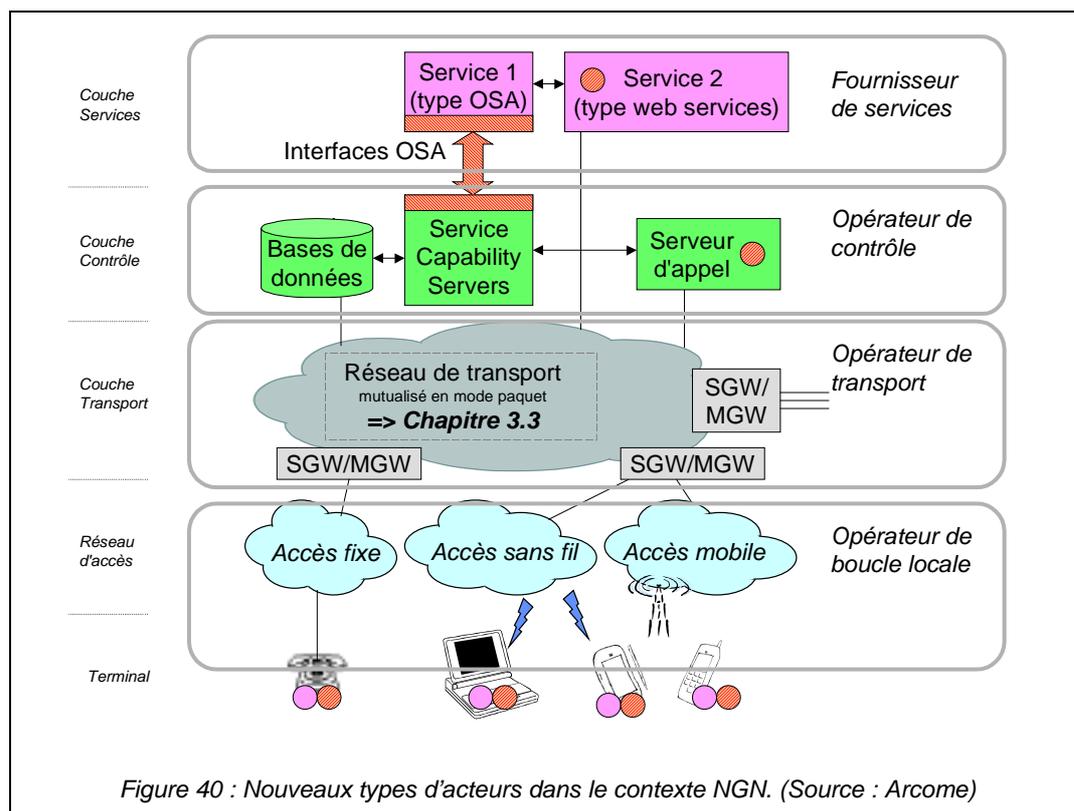
- Fournisseurs de numéro personnel universel (UPT).
- Fournisseurs de services de portabilité (ex. : une entité indépendante gérant la portabilité nationale pour un groupe d'opérateurs).
- Fournisseurs de messagerie unifiée, ou de messagerie instantanée.
- Fournisseurs d'applications (ASP) ou de services de stockage de données.
- Fournisseurs de services de commerce électronique.

- Fournisseurs de services multi-réseaux (ex. : accès sécurisé multi-sites type VPN, offre pré-payée multi-opérateurs...).

Pour plus de détails, on pourra se référer au chapitre 3.5 « Services ».

5.2.3 Les acteurs : conclusion

Le concept de séparation des couches au sein des NGN autorise à penser que plusieurs types d'acteurs coexisteront : les opérateurs de boucle d'accès, les opérateurs de réseaux (avec éventuellement une séparation entre opérateurs de transport et de contrôle), les fournisseurs de services.



Lors de l'apparition de ces différents acteurs :

- Une **réflexion sur le statut à leur donner** sera indispensable, ce dernier ayant des impacts structurants sur les droits et les devoirs de chacun envers les autres acteurs et les utilisateurs.
- Une réflexion particulière devra être menée sur le traitement de la notion de « **marchés pertinents** » dans le cadre des services NGN.
- En fonction de ces éléments, une **révision des droits et obligations associés aux régimes d'autorisations** en fonction de cette situation nouvelle et du nouveau contexte réglementaire européen pourra éventuellement être envisagée.

5.3 Les perspectives techniques

5.3.1 Limitation des risques liés à l'interconnexion ?

La mutation des réseaux de communications vers les NGN peut être à l'origine de problèmes d'interfonctionnement. En effet, **la multiplication des acteurs et la variété des standards ou variantes d'implémentation sera potentiellement à la base d'une multiplication des interfaces proposées.**

Dans ce contexte, plusieurs scénarii pourraient permettre d'assurer un minimum d'interopérabilité entre les acteurs :

- Un (ou plusieurs) **standard** peut apparaître de lui-même : cette solution aurait l'avantage de ne pas nécessiter d'intervention, ainsi que de faire disparaître les implémentations propriétaires et variantes réalisées dans l'attente de cette standardisation. Toutefois, le nombre des acteurs s'intéressant aux NGN et la diversité de leurs origines nous incitent à penser qu'un tel consensus sera difficile à trouver.
- Des **normes** sont publiées sur le sujet : cette solution assurerait l'interfonctionnement des architectures sur un certain nombre de points. Elle requiert l'intervention d'un organisme de normalisation (ETSI,...). Cette intervention est aujourd'hui délicate car nous abordons le sujet de manière très précoce et les initiatives sont dispersées à travers de très nombreux organismes (voir chapitre 4 sur la normalisation).

Lors du processus d'élaboration de ces normes et standards, et dès leur stabilisation, leur diffusion est un élément essentiel de leur mise en application. A ce titre, les organismes de normalisation historiques, qui diffusent les normes de manière contrôlée et payante, pourraient évoluer vers le mode de fonctionnement des organismes de standardisation d'Internet, qui assurent **une mise à disposition simple et gratuite** de leurs standards.

Une fois les solutions déployées, se poseront les problèmes liés aux **tests d'interopérabilité** : **les procédures et jeux de tests seront certainement à revoir** dans ce nouveau contexte.

Enfin, soulignons que si des mesures doivent être prises pour garantir un minimum d'interopérabilité sur les NGN, il sera éventuellement intéressant d'harmoniser ces mesures au plan européen pour garantir une interopérabilité internationale sur certains points (CLI, IN, SMS, MMS, ...).

Une intervention forte d'un organisme de normalisation, en accord avec les constructeurs et les opérateurs, apparaît comme le moyen le plus efficace pour réduire considérablement les risques liés à l'interopérabilité. **Il est à ce jour encore difficile de dire si les organisations telles que l'IMTC, l'ISC et le MSForum rempliront pleinement ce rôle. Une coordination de l'ETSI (préférable pour le marché européen) ou de l'UIT semble donc indispensable**, afin d'assurer la coordination des initiatives (notamment dans le cadre de l'interopérabilité) et la diffusion des normes et standards.

5.3.2 Sécurité, signature électronique

Avec la multiplication des contenus et la réalisation de transactions de plus en plus nombreuses, dont certaines ayant un caractère « officiel » (juridique, administratif), la sécurité de ces contenus va devenir un enjeu crucial : on prévoit un développement du **commerce électronique** accompagné d'une augmentation du nombre de **paiements en ligne**.

Ces aspects liés à la sécurité peuvent attirer différents types d'acteurs et créer des problématiques nouvelles :

- La sécurité des données sur un réseau pourra être assurée par l'opérateur de réseau ou non : la sécurité ainsi que l'authentification et la certification pourront être considérées comme des services « ordinaires » et potentiellement fournis par des tiers : un acteur spécialisé (« clearing house », fournisseur de services type Microsoft .NET Passport), une banque,...
- Le fait de multiplier les acteurs pourra toutefois rajouter autant de failles sécuritaires potentielles.
- Les opérateurs pourront être considérés par les clients entreprises comme les premiers tiers capables de détourner les données.

La sécurité sur les réseaux NGN sera un enjeu majeur et pourra être assurée par différents types d'acteurs. **La concurrence se fera avant tout sur la capacité des acteurs à rassurer le client final.** Cet aspect recèle par ailleurs un potentiel **risque de position dominante.**

5.3.3 Interceptions légales

Les interceptions légales seront plus difficiles à opérer **sur un réseau IP** et plus encore **sur un réseau hétérogène** (indépendamment du fait qu'il s'agisse ou non d'un NGN) :

- Il reste à définir auprès de qui seront opérées les interceptions :
 - Auprès de l'opérateur de transport.
 - Auprès du fournisseur de services téléphoniques.
- Les conditions et moyens (les systèmes et protocoles sont hétérogènes dans le contexte NGN) restent eux aussi à déterminer.
- Cette contrainte est à intégrer par les constructeurs et les opérateurs dès la conception des produits et réseaux.

Les interceptions légales seront rendues plus difficiles par le contexte NGN et l'hétérogénéité des réseaux et services, tant sur le point technique qu'opérationnel. **Leur mise en œuvre doit donc être largement anticipée** par les constructeurs, opérateurs et fournisseurs de services sur le plan technique, et **par le régulateur sur le plan opérationnel.**

5.3.4 Numérotation

La question de l'avenir du plan de numérotation se pose de la façon suivante :

- **L'utilisation des numéros de téléphone (E.164) est concurrencée** dans le réseau **par celle des adresses IP**. En particulier, l'utilisation d'adresses IPv6 présente l'avantage de résoudre les prochains problèmes de pénurie en numéros, car tous les acteurs s'accordent à dire que les NGN risquent d'être gourmands en ressources nouvelles.
- **D'autres formats d'adressage pourront également être préférés** aux numéros de téléphone : une **adresse IP**, une **URL**, une **adresse mail**, une **numérotation alphanumérique**, un numéro **ENUM** (Cf. formats d'adressage SIP ou H.3.2 décrits dans le chapitre 3.4 sur la couche Contrôle et problématiques d'adressage et de nommage décrites dans le chapitre 3.7 sur les problématiques transverses).
- Alors que dans un réseau traditionnel, la **connaissance des numéros** doit être programmée dans les commutateurs des différents opérateurs, dans le monde IP elle est répartie dans des **serveurs DNS** indépendants, ayant un fonctionnement hiérarchique et coopératif.

Par ailleurs, **les organismes et méthodes d'attribution de ces ressources diffèrent fondamentalement** :

- le régulateur pour les numéros E.164,
- l'UIT (avec délégation au RIPE) pour les numéros ENUM,
- l'ICANN et le RIPE pour les noms de domaine Internet et les adresses IP.

Les procédures de traitement, l'accès ou non du grand public et des entreprises à ces ressources ainsi que le contrôle inégal par les organismes gouvernementaux (cas des ressources IP), le niveau de prise en compte ou non de la « rareté » de ces ressources sont autant de points de divergence. Le modèle de gestion des ressources d'Internet commence par ailleurs à montrer ses limites en termes d'indépendance et de capacité de traitement.

L'utilisation d'adresses de ce type sur le réseau fixe aurait toutefois le désavantage de ne plus situer l'appelé ou l'appelant. La question sous-jacente est de **savoir si la numérotation doit continuer ou non à comporter une notion de localisation géographique** :

- Les codes d'appels n'étant plus géographiques, il sera plus difficile de tarifier les appels avec une modulation géographique et d'**informer le consommateur** du lieu de destination de l'appel et du prix de la communication.
- De nouveaux systèmes devront être déployés pour organiser la fourniture des **services d'urgence** associée à des numéros non géographiques tout en conservant la qualité vitale pour les usagers. Le financement de ces nécessaires adaptations reste à trouver.
- Un adressage non-géographique nous obligera potentiellement à généraliser rapidement des **services de localisation** pour pouvoir assurer certains services basiques.

La question se pose aussi de savoir qui seront **les attributaires** de ces ressources : quel(s) type(s) d'acteur(s), opérateur de boucle locale, (opérateur de réseau), et/ou fournisseur de services, pourront à l'avenir devenir attributaires des nouvelles ressources en numérotation ?

Une autre problématique autour de la numérotation concerne **le concept de portabilité** dans le contexte NGN :

- L'utilisation de certains formats pourrait favoriser une **portabilité** géographique nationale non-limitée à un périmètre réduit.
- La portabilité pourrait devenir **un service** comme un autre : L'émergence d'acteurs nationaux ou internationaux, véritables opérateurs de portabilité, qui gèreraient des bases de données type « DNS » est envisageable.
- La portabilité ne sera pas obligatoirement limitée au changement d'opérateur (comme la portabilité des numéros non-géographiques). Le concept de portabilité pourra éventuellement être étendu aux **fournisseurs de services**. Toutefois, il est difficile de se prononcer aujourd'hui sur le fait qu'un tel changement soit souhaitable.

Des réponses ont d'ores et déjà été avancées pour lever les ambiguïtés relatives aux codes d'adressage et à la numérotation : ENUM et SIP qui font communiquer le monde IP et le monde de la téléphonie mais aussi des concepts novateurs tel UPT.

Les NGN peuvent devenir des éléments déclencheurs pour une éventuelle mutation des modes d'adressage. Deux scénarii restent envisageables :

- la **cohabitation** de la numérotation actuelle et des adresses « de nouvelle génération ».
- ou la disparition de la numérotation actuelle (à long terme) au profit d'un **nouveau code d'adressage universel**.

Plusieurs éléments poussent à penser que la numérotation évoluera dans le futur vers des **concepts non-géographiques** (UPT) : l'essor de la téléphonie mobile, la convergence téléphonie / IP, les services de type Centrex...

Une réflexion de fond du régulateur sur ces évolutions semble nécessaire rapidement. Elle doit cependant s'inscrire dans un contexte global (européen, voire mondial).

5.3.5 Terminaux d'accès

L'évolution des terminaux est un point important pouvant favoriser ou freiner l'évolution des réseaux vers les NGN. Toutefois il existera des évolutions non simultanées entre les deux marchés. Les questions de **cohabitation de terminaux supportant ou non les nouveaux services avec des réseaux hétérogènes** soulève quelques points majeurs :

- La cohabitation d'un ensemble de terminaux incompatibles avec les services NGN et d'un ensemble de terminaux de nouvelle génération est inévitable. La concurrence entre les différents types de terminaux sera probablement arbitrée par les utilisateurs. Il sera toutefois important de **veiller à ce que les capacités d'un terminal à utiliser certains services soient explicitement spécifiées** lors de l'acte d'achat.
- Il semble primordial pour en assurer le **succès que les spécifications d'accès d'un service NGN soient publiées** pour que les constructeurs le désirant puissent les intégrer.
- Les **terminaux actuels** (non NGN-enabled) pourront être amenés à accéder aux services NGN via le RTC. Dans ce cas :

- Il sera difficile dès lors d'assurer un service de bout en bout.
- Il serait intéressant d'avertir l'appelant qu'il appelle un terminal non NGN.
- Il sera juste de ne pas facturer un service NGN lorsqu'il ne peut être fourni pour raison technique.

Il est important de souligner ici que **la Directive R&TTE** (Directive européenne 1999/5/CE) qui s'applique aux équipements terminaux (fixes et mobiles) **ne comprend pas de critères liés à la qualité des équipements, aux services accessibles ou au bon fonctionnement**. Les exigences essentielles sont la sécurité des personnes et des biens ainsi que les contraintes de compatibilité électromagnétique (émission, immunité, pollution du réseau et utilisation du spectre pour les terminaux utilisant cette ressource). De ce fait, la concurrence sur le marché sera le seul fait du choix des utilisateurs au regard des équipements proposés.

Les terminaux seront un enjeu majeur de la migration vers les NGN. Toutefois les terminaux actuels devront coexister avec les réseaux et les services nouveaux. **Il sera certainement bon de surveiller cette cohabitation même si la concurrence sur ce marché reposera essentiellement sur le libre choix des consommateurs.**

5.4 Les perspectives économiques

5.4.1 Facilitation des investissements

A l'image des réflexions actuelles sur les MVNO dans différents pays européens, la question du partage des infrastructures ne manquera pas de se poser dès qu'un investissement lourd sera nécessaire sans certitude d'utiliser pleinement ces ressources. L'exemple actuel des backbones UMTS se généralisera très certainement aux backbones NGN en général et, pourquoi pas, aux plates-formes de services.

Pour faciliter les investissements, la **mutualisation des plates-formes**, notamment de services, est envisageable et ce à deux niveaux :

- La mutualisation est envisageable entre opérateurs partenaires (ex. : serveurs DNS, serveur de portabilité, serveurs de localisation, UPT, ENUM, messaging...).
- La mutualisation est envisageable entre deux entités partageant les mêmes besoins au sein d'un même opérateur. Ainsi, la mutualisation de la couche Transport (Media Gateways et Signalling Gateways + réseau de transport associé) associée à plusieurs couches Contrôle spécifiques par activité est aussi tout à fait envisageable, et constitue même un des intérêts de l'architecture NGN.

Il faudra très certainement **élaborer de nouvelles règles pour permettre et encadrer ces mutualisations**. En effet et à titre d'exemple, la mutualisation de certaines infrastructures (par exemple entre activités fixes et mobiles) ne devrait pas empêcher la séparation comptable des activités qui est actuellement inscrite comme obligation des opérateurs « dominants ».

Rappelons ici que, selon les argumentaires développés par les constructeurs d'équipements, les NGN et l'adoption de IP de bout en bout vont permettre de **réduire fortement les CAPEX** (grâce à la mutualisation et au surbooking). Cet effet sera d'autant plus important dans le cas où les opérateurs pourront mutualiser leur trafic sur une même infrastructure.

Les coûts et redevances associés aux autorisations (éventuellement nouvelles) seront un élément déterminant dans la décision des acteurs à entrer ou non sur le marché des NGN. En effet, un coût trop élevé qui réduirait trop fortement les perspectives de **retour sur investissement** à court ou moyen terme serait décourageant pour la majorité des acteurs. Un équilibre sera donc à trouver pour permettre aux acteurs d'investir dans les infrastructures.

Les acteurs fortement sensibilisés par des conditions de marché difficiles sont à la recherche de modèles économiques permettant de rentabiliser les investissements le plus rapidement possible. **La mutualisation des réseaux et plates-formes de services, qui est une des solutions les plus fréquemment évoquées, sera à étudier par le régulateur afin de soutenir un marché actuellement durci, sans pour autant abolir la concurrence.**

5.4.2 Interconnexion

La nouvelle *Directive du Parlement Européen et du Conseil relative à l'accès aux réseaux de communications électroniques et aux installations associées, ainsi qu'à leur interconnexion* souligne le fait que le secteur des communications électroniques est caractérisé par d'étroites **relations d'interdépendance**. Cette directive a été écrite pour s'adapter à tout type de réseau, actuel ou futur, y compris les NGN, puisqu'elle considère entre autres « *les services de communication – fixes et mobiles – de nouvelle génération [reposant] sur des plates-formes de fourniture ou des réseaux de transport à large bande qui utilisent le Protocole Internet (IP) [...]* ».

Il apparaît clairement que le marché des communications électroniques ne sera pas suffisamment mature, lorsqu'il verra l'émergence des NGN, pour garantir à lui seul une concurrence effective et sans entrave.

Dans ces conditions, il est à prévoir que l'accès aux réseaux et à l'interconnexion seront entourés de **règles sectorielles** (ex ante) limitant l'avantage pris par les acteurs dotés d'une puissance sur le marché héritée du passé ou contrôlant un goulot d'étranglement (réseau d'accès, ressource rare, ...). Ces règles seront proportionnées, adaptées à la situation et limitées à la période nécessaire.

Il est fort probable que les NGN ne pourront voir le jour sans un cadre réglementaire favorable, qui encadrera notamment les conditions d'interconnexion entre les acteurs. Les **outils de régulation actuels accompagneront** très probablement **la migration** des réseaux d'opérateur **vers le concept de NGN**, même si pour ce faire, ils devront probablement intégrer de nouveaux éléments. Il est également à prévoir que, dans un second temps, lorsque les forces de négociations entre acteurs ne seront plus héritées d'un passé monopolistique, ces règles et outils seront appelés, à long terme, à s'effacer pour laisser la place à un équilibre entre acteurs dicté par les seules règles de la concurrence.

Les outils de régulations actuels devront évoluer pour intégrer les concepts NGN. Ils continueront très probablement à jouer un rôle prépondérant pour garantir entre autres des conditions d'interconnexion équitables.

5.4.2.1 Interconnexion d'un NGN avec un NGN

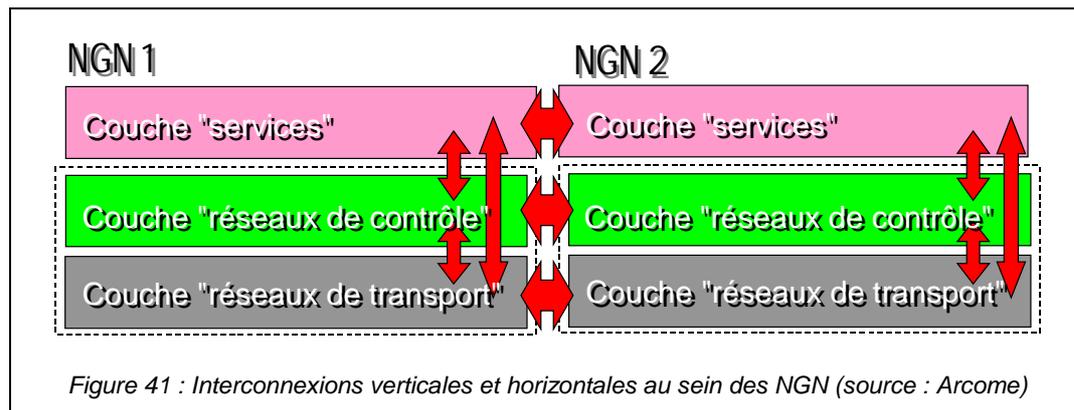
Le concept même d'interconnexion entre NGN reste à définir. En effet, les NGN favorisant la séparation des concepts de transport, contrôle et services, il est probable que nous soyons amenés à parler d'interconnexions au pluriel : chaque acteur (opérateur de réseau de transport, opérateur de réseau de contrôle, fournisseur de services) s'interconnectant avec ses homologues et ses partenaires.

Cette **interconnexion multiple** pose la question du support de cette interconnexion. S'il paraît probable que le support physique de l'interconnexion entre deux opérateurs de réseau de transport et/ou de contrôle soit un lien IP (dont le débit reste à définir), ce support doit être précisé pour les autres acteurs.

D'autres interfaces restent à définir ou à éclaircir :

- Les interfaces d'**interconnexion entre réseaux de transport**.
- Les interfaces d'**interconnexion entre réseaux de contrôle**.
- Les protocoles de **signalisation** utilisés.
- Les interfaces d'**interconnexion entre plates-formes de la couche services**.

- Les **interfaces entre ces trois couches**.



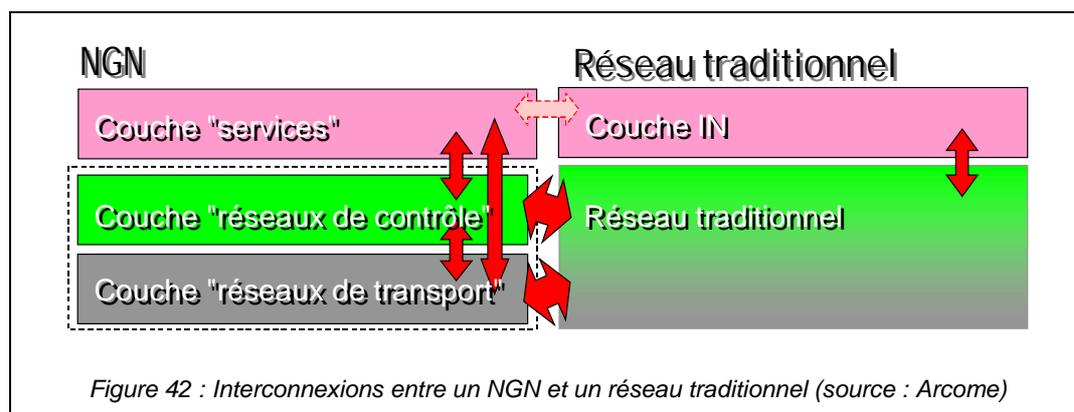
Il reste également à déterminer quels seront les **flux monétaires associés** à ces interconnexions. Plusieurs modèles de reversement seront mis en concurrence :

- Un modèle proche du peering (à la capacité) aura l'avantage de respecter la philosophie IP étroitement liée au concept de NGN et héritée d'Internet.
- Un modèle lié au débit aura l'avantage d'être plus représentatif du trafic effectivement échangé.
- Un modèle à la minute aura l'avantage d'être éprouvé.
- Un modèle au service rendu (pour la couche services) aura l'avantage d'être directement relié à l'usage de l'utilisateur final.

Les interconnexions entre acteurs au sein d'une pile NGN ou entre acteurs de même niveau sont de natures multiples. L'ensemble de ces interconnexions devra être pris en compte par le régulateur car chacune peut mettre en péril la concurrence sur un marché donné.

5.4.2.2 Interconnexion d'un NGN avec un réseau traditionnel

Les interconnexions entre les réseaux NGN et les réseaux traditionnels seront courantes, notamment durant la phase de début de transition vers les NGN.



Le concept même d'interconnexion entre un NGN et un réseau traditionnel sera nécessairement **plus proche de ce qui est pratiqué actuellement**. Il est également probable que ces interconnexions diminueront au profit des interconnexions inter-NGN au fur et à mesure de la migration des réseaux vers les NGN. Cependant, ces phases de

migration pouvant se révéler très longues, il importe d'en étudier soigneusement les interactions.

L'interconnexion entre un NGN et un réseau traditionnel ne pourra pas techniquement s'éloigner de l'interconnexion comme nous la concevons aujourd'hui. Les réseaux commutés ne pouvant dans un premier temps s'affranchir du bloc primaire numérique, il est fort probable que la passerelle entre les deux mondes se fasse en bordure du NGN et que l'interconnexion ne soit pas techniquement modifiée. En effet, si l'interconnexion entre un NGN et un réseau traditionnel nécessite la **séparation des flux de communication et des flux de signalisation**, ce virage a déjà été abordé dans le Catalogue d'interconnexion 2002 de France Télécom avec l'introduction de l'interconnexion en **mode quasi-associé**.

Certains risques spécifiques liés à la continuité des services ne devront toutefois pas être négligés :

- Si la communication doit être assurée de bout en bout, il en est de même pour les liens de signalisation.
- Les protocoles de test des interconnexions et de la qualité des services seront potentiellement à adapter à ce cas particulier.

Si techniquement les choses ne sont pas amenées à évoluer de manière fondamentale, les **versements** associés pourront eux subir des bouleversements et là encore toutes les hypothèses sont plausibles.

Les interconnexions entre NGN et réseaux traditionnels seront techniquement comparables à ce qui est connu aujourd'hui. Les outils actuels seront donc à même de réguler ces interconnexions. L'évolution majeure potentielle concernera les **versements** associés.

5.4.2.3 Colocalisation

Le concept de **colocalisation** sera sans doute lui aussi amené à changer. Deux hypothèses s'affrontent :

- Les acteurs interconnecteront les uns chez les autres (comme actuellement pour les réseaux voix).
- Les acteurs interconnecteront chez des « **carrier hotels** » spécialisés (comme actuellement pour les acteurs de l'Internet).

Un des scénarii probables consisterait à voir dans un premier temps les acteurs NGN s'interconnecter (avec l'opérateur historique) en salle de colocalisation (avec des règles plus souples allongeant la liste des équipements admis dans cette salle et en particulier : switchs ATM, routeurs IP, ...) avant de migrer vers un modèle plus proche de l'échange de trafic chez un acteur tiers.

La colocalisation pourra être amenée à évoluer vers des concepts hérités de l'IP. Dans cette perspective, les acteurs émettent, dans un premier temps, une forte **demande pour obtenir un droit d'installation d'équipements nouveaux (routeurs, switchs)** en salle de colocalisation.

5.4.2.4 Catalogue d'Interconnexion, acteurs et services concernés

Comme nous l'avons indiqué plus haut, les outils actuels de régulation du marché accompagneront la mise en place des NGN et joueront probablement un rôle fondamental. Au premier plan de ces outils, le Catalogue d'Interconnexion (RIO - Reference Interconnect Offer) devra très **probablement subir des modifications pour pouvoir s'appliquer aux NGN.**

La **liste des acteurs soumis à la publication d'un catalogue d'interconnexion** dépend grandement du **statut** que l'on aura **donné aux différents acteurs** (opérateur ou fournisseur de services). Quoi qu'il en soit, le critère déterminant restera le **statut d'acteur puissant** au vu de ses influences sur un marché donné. Les interrogations se portent donc sur les critères qui permettront de désigner un tel acteur sur les marchés des réseaux de transport, des réseaux de contrôle, des services.

Une première réflexion nous amène à penser que la lecture des deux premiers marchés pourra se faire selon une grille analogue à celle utilisée aujourd'hui : l'opérateur historique sera naturellement présent sur ces marchés et continuera probablement à y jouer un rôle important. Il est raisonnable de penser que les NGN n'effaceront pas sur ces marchés la différence entre l'opérateur historique et les nouveaux entrants, sauf si une convergence fixe/mobile s'opérait rapidement, ce qui pourrait favoriser l'émergence de nouveaux acteurs d'importance notable sur les marchés.

La première question se posant vis-à-vis des services est de savoir si les acteurs doivent être considérés comme agissant sur un seul marché ou plutôt comme intervenant sur plusieurs **marchés spécialisés** :

- Dans la téléphonie.
- Dans l'Internet.
- Dans le contenu multimédia et/ou la télévision numérique.
- Dans les services à valeur ajoutée (géolocalisation, ...).
- etc...

Dans les deux cas, la désignation des acteurs puissants se basera sur la définition de la « position dominante » utilisée en droit de la concurrence. De plus, on pourra avoir à **considérer la position dominante d'un acteur sur un segment pour déterminer une position dominante connexe** : un acteur dominant sur les marchés des réseaux de transport et des réseaux de contrôle pourra utiliser cet avantage comme levier pour asseoir une position dominante sur le segment des services.

La définition des acteurs soumis à publication d'un Catalogue d'Interconnexion pourra être à revoir dans le cadre des NGN, en fonction :

- des **statuts** qui auront été définis pour les différents acteurs et de l'analyse des **marchés de services** (Cf. chapitre 6.2).
- de l'analyse de **positions dominantes induites**, notamment entre les couches Réseau et Services.

Par ailleurs, il est fort probable qu'**avec l'introduction des NGN, de nouveaux services feront leur apparition dans le Catalogue d'Interconnexion** et certains concepts devront être remaniés :

- Les différents trafics (voix, data, Internet) seront-ils toujours différenciés ? Comment pourra-t-on effectuer cette différenciation ?
- Quelles offres sont effectivement candidates pour intégrer le catalogue d'interconnexion et pour voir leurs prix régulés ?
 - Couche de services : diffusion de contenu (multimédia, télévision numérique...), fourniture de services à valeur ajoutée (géolocalisation, ...)...
 - Ouverture du réseau intelligent.
 - Interfaces SIP et/ou H.323 pour le contrôle d'appel aux services tiers.
 - Interfaces OSA et/ou Parlay pour les services tiers.

Nous rappelons ici qu'il ne sera pas nécessaire d'inclure dans le Catalogue d'Interconnexion les éléments qui trouveront naturellement un équilibre. De plus, il est raisonnable de penser que certains acteurs désirant voir évoluer le Catalogue d'Interconnexion le feront savoir, et attireront l'attention de l'ART pour intégrer ces points dans sa réflexion.

Bien évidemment, le Catalogue devra également évoluer en fonction des problématiques de tarification que nous évoquons plus haut.

Les offres d'interconnexion de référence devront évoluer sur trois axes : les **acteurs** soumis à publication, chacun dominant sur un des marchés NGN, les **services** à inclure dans l'offre et les **coûts** qui devront prendre en compte les économies réalisées par les acteurs grâce aux NGN.

5.5 Evolution des services d'intérêt général

Sans prétendre à l'exhaustivité, nous présentons ici quelques exemples de services qui seront potentiellement à repenser ou à renforcer dans le cadre de la migration des réseaux et services vers les NGN.

Avec l'arrivée des NGN, les méthodes, moyens et responsabilités pour la mise en œuvre d'un certain nombre de **services transverses** à l'ensemble des acteurs devront être réexaminés : le **service universel** pourra être éventuellement étendu à de nouveaux services (e-mail,...), et les **services d'urgence et d'annuaires / renseignement** seront aussi potentiellement à repenser.

De plus, **certains droits fondamentaux des utilisateurs** (services d'urgence, protection des données et de la vie privée, protection des mineurs et régulation des contenus,...) **seront plus difficiles à assurer** dans le contexte NGN. Les solutions technologiques permettant de répondre à ce problème devront être implémentées.

Par ailleurs, le **développement massif de la diffusion de contenus** rendra plus aiguës les problématiques de régulation des contenus et de gestion des droits d'auteur.

5.5.1 Services généraux

Le Service universel, les Services d'urgence et le Service d'annuaire / renseignements sont amenés à **évoluer fortement à court ou moyen terme**.

Ces évolutions ne sont **cependant pas spécifiquement le fait des NGN mais plutôt de l'évolution des services** (ex. : Internet) **et des usages** (ex. : mobiles). Les NGN n'en sont qu'un accélérateur ou un révélateur.

5.5.1.1 Service universel (dont abonnement social)

Avec l'émergence des NGN, certains nouveaux services pourront être considérés comme des canaux de communications de base dans notre société. Il faudra donc définir :

- Quels sont les services qui devront **entrer dans la notion de service universel**. De nouveaux services peuvent être candidats à moyen terme, comme l'accès au mail ou à Internet.
- Si ces services seront tous fournis par l'opérateur historique, ou si d'autres acteurs puissants seront assujettis à la fourniture d'un service universel, auquel cas il faudra préciser lequel de ces **acteurs** pourra se porter garant de la fourniture effective du service.
- L'impact de ces évolutions éventuelles sur le **mode de financement** du service universel (évolution des contributeurs, besoin de fonds supplémentaires pour financer d'éventuels nouveaux services, redistribution des financements si plusieurs acteurs contribuent à la fourniture du service universel...).

Le périmètre et les modalités d'application du service universel seront à revoir à court/moyen terme en fonction de l'évolution des usages et du taux de pénétration des nouveaux types de services de « communications électroniques ».

5.5.1.2 Services d'urgence

Dans le cadre d'un réseau NGN, il est difficile de déterminer qui est le **responsable de l'acheminement** des appels d'urgence : l'opérateur de réseau ou le fournisseur de services téléphoniques.

Par ailleurs, les NGN peuvent potentiellement bousculer les **règles de traitement** des appels. En effet, des appels émanant de numéros géographiques, numéros non-géographiques, numéros mobiles, adresses IP, vont transiter sur le réseau. Dans ce contexte, **les technologies actuellement utilisées ne permettent pas de router l'appel sur le centre d'urgence géographiquement le plus proche.**

La question n'est que partiellement résolue lorsque des services de géolocalisation sont associés aux appels :

- L'ensemble des appels ne bénéficiera pas d'un tel service avant longtemps (voire jamais).
- La granularité de la localisation pour ces services reste à définir.
- Les services d'urgence à valeur ajoutée sont-ils candidats pour entrer dans le service universel ? Ex. : le 119 « Allo enfance maltraitée ».
- Dans l'affirmative, le mode de financement reste à définir.

La gestion des numéros d'urgence dans le cadre des NGN, et plus généralement **dans un contexte où le marché mobile devient dominant** par rapport au fixe, **nécessite rapidement une analyse complète**, au moins au niveau national. Cette obligation historique au sein des réseaux télécoms devient de plus en plus difficile à mettre en œuvre.

La réflexion pourra aboutir sur **des évolutions** aussi bien techniques et économiques qu'opérationnelles, avec des **impacts conséquents sur l'organisation des opérateurs et fournisseurs de services, mais aussi sur la coordination globale et l'organisation interne individuelle des différentes entités d'Etat** en charge de la fourniture des informations nécessaires (préfectures) et du traitement effectif de ces appels (pompiers, SAMU, Police, Gendarmerie, autres...). Dans ce cadre, le **rôle de coordination des Ministères** sera indispensable.

5.5.1.3 Annuaire / renseignements

La gestion des annuaires d'abonnés peut également poser problème. Il s'agit avant tout de **redéfinir le terme d'abonné** : est-on abonné de l'opérateur de réseau, de l'opérateur de boucle locale, et/ou du fournisseur de services (téléphoniques, autres) ? Pour quel « service », associé à quel « renseignement » ?

On est ensuite amené à se demander **qui gère les listes d'abonnés NGN**. Soit chaque opérateur gère ses propres abonnés et publie ses annuaires, soit l'annuaire peut devenir un service à part entière géré séparément. Dans les deux scénarios, il faudra analyser quel(s) acteur(s) peuvent / doivent alors **assurer le service de renseignements**.

Enfin, on sera en droit de se demander quels numéros ou codes d'appels composeront l'annuaire du futur :

- Au vu de la forte pénétration des mobiles, le fixe ne peut plus être considéré comme dominant sur le mobile, et le numéro mobile d'un abonné l'identifie maintenant tout autant, sinon plus, que son numéro fixe. Il est donc pertinent d'envisager l'ouverture de l'annuaire aux **numéros mobiles**.
- Les **codes d'appels non-géographiques** (adresses IP, URL, numéros ENUM, éventuelle tranches non-géographiques attribuées au grand public, ...) sont, à moyen terme, autant de candidats à l'entrée dans l'annuaire.
- Les numéros géographiques en perdant leur statut prépondérant risquent eux, à long terme, de sortir de l'annuaire.

Le nouveau service de numéro personnel universel UPT défini par l'UIT (Cf. paragraphe 3.7.2.3) amène à penser que **l'information de numéro d'appel pourrait dans certains cas être plus logiquement rattachée au fournisseur de service de l'abonné ou à l'abonné lui-même** (Cf. numéro personnel universel UPT) qu'à son opérateur de boucle locale.

Au vu de la multiplication et de la diversification des types de numéros ou codes d'appel à gérer, **il pourrait être opportun de créer une entité dédiée gérant par délégation des opérateurs et fournisseurs de services un annuaire global**, et donnant à ces acteurs la visibilité sur les données afin qu'ils puissent fournir le service de renseignements. Afin d'aider à la réflexion, **un état de l'art et un benchmark des solutions envisagées dans les autres pays pourraient être utiles**.

5.5.2 Droits des utilisateurs

Les droits des utilisateurs ne seront pas foncièrement modifiés dans le cadre des NGN. Ils revêtiront cependant une importance plus grande avec la généralisation des services personnalisés et le développement massif des échanges d'informations entre opérateurs et fournisseurs de services.

5.5.2.1 Protection des données et vie privée

Les NGN peuvent devenir une plate-forme technique idéale pour la fourniture de nombreux services basés sur le **traitement des données personnelles**. Dans l'optique où l'utilisateur donne son aval à un tel traitement, les questions suivantes doivent faire l'objet d'un examen approfondi, au regard également des nouvelles directives européennes :

- Les ayants droit au stockage/traitement des informations sur les utilisateurs sont à définir.
- L'étendue de ce droit (traitement marketing des données, revente des données par exemple entre un opérateur et un pur fournisseur de services, durée de validité ou de péremption des données, modalités de conservation) est à préciser.
- L'utilisateur devra avoir connaissance de l'acteur de la chaîne auprès duquel il pourra exercer un droit d'accès et de rectification.
- L'anonymat de l'appelant lorsque celui-ci le désire devra pouvoir être assuré.
- Enfin, il faudra pouvoir vérifier que les services de géolocalisation sont bien délivrés dans le respect de la vie privée des individus (notion d'accord préalable, stockage des informations, ...).

5.5.2.2 Protection des mineurs

Certains contenus diffusés devront rester inaccessibles à certaines tranches d'âges.

Un tel service de protection pourra tout à fait être considéré **un service NGN à part entière** (Ex. : offre .NET Passport de Microsoft, offres de certains ISP).

Un besoin d'encadrement des acteurs se fera très certainement sentir sur ce point. Les **responsabilités** en cas de fraude ou d'échec du système devront être clairement définies pour éviter les abus : trop de laxisme de la part des fournisseurs de services, attentes trop exigeantes des utilisateurs quant au niveau de performance du système de protection...

Un **organisme de tutelle / de contrôle** reste à désigner.

5.5.2.3 Qualité de service

On peut craindre que la qualité de service sur un NGN souffre de la pluralité des acteurs. En cas de dégradation, la question de **l'entité responsable** de la qualité de service fournie au client se pose. Ainsi, **plusieurs niveaux de services pourront être différenciés** :

- Le « service » d'acheminement ou d'établissement de connexion (couches Transport et Contrôle).
- Le « service » applicatif, fonction du serveur, voire du contenu visé par l'utilisateur (de bout en bout, incluant la couche Service, ou au contraire ne contenant que la couche Services).
- Les interfaces, méthodes et critères de mesure devront être définis en fonction des relations entre les différents acteurs (partenariat, interconnexion...).

Les **critères** actuels et les **valeurs de référence** actuelles en terme de qualité, majoritairement hérités d'un service de téléphonie, seront vraisemblablement à adapter. De **nouvelles métriques** pourront être appliquées pour mesurer la qualité de service, notamment concernant les flux de nature nouvelle (multimédia).

Ce point est à rapprocher :

- De la réflexion en cours au niveau des organismes de normalisation (et de l'ETSI en particulier) sur la gestion de la qualité de service de bout en bout dans un réseau NGN (Cf. chapitre 3.7.5).
- Et de la cohabitation a priori longue entre réseaux NGN et traditionnels, qui fera qu'une communication de bout en bout est susceptible de traverser plusieurs réseaux, NGN ou non.

Enfin, il faudra définir quelle entité sera en charge de la **mesure effective** de la qualité de service.

5.5.3 Gestion des contenus

Face à l'explosion des échanges de données déjà constatée, et à l'essor attendu des services et contenus multimédia, **les droits et obligations liés à la diffusion et à l'échange de contenus – qu'ils soient spécifiquement NGN ou non - prendront une importance croissante.**

5.5.3.1 Régulation des contenus

La diffusion de contenu pose la question de la **responsabilité des acteurs** face à ce contenu. Lorsque le contenu est illégal, il faudra déterminer si le responsable de sa diffusion est l'opérateur de réseau et/ou le fournisseur de service. Ce point dépendra notamment de la **nature des relations entre les deux acteurs** (ex. : modèle fermé de type portail, ou modèle ouvert de type Internet).

Le concept de **convergence** complexifie également la problématique. En effet, différents flux initiés par des acteurs venus d'horizons divers (**télécommunications, audiovisuel, Internet, ...**) vont se mélanger sur les réseaux de télécommunications. Il deviendra de ce fait très complexe de déterminer **quels organismes** auront en charge la surveillance de la bonne conduite de l'ensemble des acteurs, chaque organisme n'ayant autorité que sur un maillon de la chaîne.

5.5.3.2 Droits d'auteur

Il est plus que probable qu'une partie non négligeable du contenu qui circulera sur les NGN (contenus audio, images, vidéo, textes...) sera soumise au régime des **droits d'auteur**. La question du reversement de ces droits (acteurs impliqués, modalités d'exécution et de contrôle) se pose donc.

Il est à prévoir que le réseau comportera des serveurs cache / proxy contenant des **copies du contenu** notamment pour garantir une bonne qualité de service à l'utilisateur final (diffusion de contenu vidéo par exemple) : le statut légal de ces copies, notamment par rapport aux droits d'auteur, sera à déterminer.

Sur ce point, **le modèle Internet a montré ses limites** avec par exemple les conflits récents liés à la diffusion gratuite d'œuvres musicales, et les difficultés (impossibilités ?) de mise en place d'un modèle payant. Une **réflexion globale du secteur des éditeurs de contenus** (via les « communications électroniques » ou d'autres médias) est nécessaire.

5.6 Conclusion : champs d'actions prioritaires pour la régulation

Une majorité d'acteurs exprime l'idée que **l'ART aura un rôle prépondérant** pour la mise en place des NGN lors de la phase de migration et également lorsque les NGN auront atteint leur maturité, ceci **en qualité de régulateur avec un renforcement du rôle d'animateur et de facilitateur**.

L'Autorité aura l'occasion d'entreprendre plusieurs actions pour **faciliter la mise en place des NGN** :

- Les constructeurs et opérateurs NGN attendent de l'Autorité qu'elle prenne toutes les dispositions nécessaires à la mise en place d'un **contexte favorable** aux investissements long terme ; ces investissements sont nécessaires à la mise en place des NGN.
- Le **statut** qui sera donné aux différents acteurs NGN, ainsi que les **droits et obligations** associés aux autorisations qui en découlent, devront être précisés dès l'apparition desdits acteurs. Pour cela, une réflexion amont doit être initiée au plus vite. Ce statut devra prendre en compte l'émergence de nouveaux acteurs, conformément au concept de NGN, ainsi que l'adaptation à la nouvelle réglementation Européenne.
- Parallèlement, des évolutions pourront intervenir dans **le Catalogue d'Interconnexion** (nouvelles offres concernées, nouveaux acteurs soumis à publications, nouveaux acteurs ayants droit) et influencer sur les interactions entre acteurs et les **flux monétaires associés**.

La clarification de ces éléments permettra aux acteurs du marché d'élaborer les nouveaux business models qui seront associés aux NGN et permettront d'envisager les investissements plus sereinement.

Dès la phase de mise en œuvre des premiers réseaux NGN, l'Autorité jouera également un rôle prépondérant dans le cadre de **l'interconnexion** :

- L'interconnexion **entre les NGN et les réseaux traditionnels** devra être assurée et associée à un modèle économique viable et équitable pour les différentes parties.
- De nouveaux modèles d'interconnexion **entre NGN** devront être mis en place, conformément à l'architecture NGN.
- L'Autorité aura probablement la charge de veiller à ce que l'interconnexion **entre les acteurs opérant des réseaux et les fournisseurs de plates-formes de services** soit proposée et acceptée par les acteurs et puisse se faire dans des conditions techniques et économiques optimales.

Enfin, l'Autorité aura la charge de veiller à ce que les **services rendus aux utilisateurs**, que ce soit sur les réseaux NGN, ou de manière transverse aux réseaux NGN et traditionnels, soient :

- Conformes aux droits des utilisateurs et aux obligations des acteurs (qualité de service, service universel, services d'urgence, annuaires, protection des mineurs...).
- Conformes à la réglementation (régulation des contenus et protection des mineurs, interceptions légales, protection des données personnelles...).
- Proposés dans des conditions optimales, que ce soit à l'intérieur de réseaux NGN ou entre réseaux hétérogènes, et que la qualité soit assurée effectivement de bout en bout.

- Clairement identifiés par rapport aux contraintes éventuelles liées aux terminaux utilisables et disponibles sur le marché pour un réseau ou un service donné.

L'Autorité aura tout au long du processus l'occasion de jouer un rôle de **facilitation de la migration vers les NGN** :

- A court et moyen terme, l'Autorité pourra continuer à **créer un cadre favorable** à cette migration en menant les réflexions sur les problématiques soulevées par l'arrivée de ces réseaux nouveaux et en adaptant les outils actuels de régulation du marché.
- A terme, l'Autorité sera également idéalement placée pour **veiller à la bonne qualité des services fournis**, sur les NGN aussi bien que sur les réseaux traditionnels, conformément au principe de transparence technologique.

La création et l'animation par l'ART d'un **groupe de discussion et de mise en relations des opérateurs et fournisseurs de services** dans le cadre des NGN pourrait être une initiative bien perçue par rapport au rôle de facilitateur identifié par les acteurs interrogés dans le cadre de l'étude.

L'Autorité pourrait également entreprendre **une réflexion amont sur le devenir du plan de numérotation**. En effet, divers éléments (dominance du mobile sur le fixe, utilisation d'adresses IP, émergence d'IPv6, convergence voix/données, ...) peuvent pousser à penser que :

- Les adresses IP, jusqu'à présent réservées aux données (Internet), pourraient, dans le contexte VoIP, prendre le pas sur la numérotation actuelle.
- L'entrée dans l'annuaire de certains numéros d'appels (mobiles) et certaines adresses alphanumériques (URL, ...) pourrait s'avérer pertinente.
- Les numéros de téléphone pour les abonnés pourraient à terme perdre leur caractère géographique (portabilité nationale, services Centrex, convergence fixe/mobile...).

Il semble aussi nécessaire de mener par anticipation une **réflexion sur l'évolution à venir des services généraux (service universel, services d'urgences, annuaire / renseignements)**. De même que l'évolution du plan de numérotation, il s'agit de problématiques transverses, connexes aux NGN (puisque liées avant tout à l'évolution des usages et des services) mais accélérées ou révélées par l'émergence de ces réseaux et services de génération.

Enfin, **l'ouverture des réseaux à des fournisseurs de services tiers dans des conditions techniques et économiques viables** pour tous les acteurs est une des clés essentielles du succès du modèle NGN en termes d'essor du marché et de la concurrence. Dans la mesure où les points de blocage constatés sont plus économiques et stratégiques que techniques (une ouverture étant envisageable dès maintenant sur certains réseaux), et où les fournisseurs de services représentent un potentiel de marché fort, une **anticipation** de cette évolution des relations entre acteurs pourra être envisagée par l'ART dès maintenant sur certains réseaux « traditionnels » ou dits « pré-NGN », par le biais de **propositions** aux acteurs concernés et éventuellement une action de **régulation** en cas de blocage.

Afin de faciliter la préparation d'un contexte technique, économique et réglementaire favorable à la mise en œuvre du modèle NGN, **le rôle d'animation pourrait se traduire à court terme** par :

- La création d'un **groupe de discussion et de mise en relation** des opérateurs et fournisseurs de services dans le cadre des NGN.
- L'ouverture de deux sujets de **réflexion amont** sur l'évolution du **plan de numérotation**, et des **services généraux** (service universel, services d'urgences, annuaire / renseignements).
- **L'encouragement à l'ouverture des réseaux à des fournisseurs de services tiers** dans des conditions techniques et économiques viables dès maintenant, sur les réseaux actuels ou « pré-NGN ».

6 Conclusions : une évolution émergente vers les NGN, aux multiples facettes, et à anticiper

Globalement, l'évolution vers les NGN représente encore à ce jour **un sujet relativement amont**, notamment du point de vue des opérateurs (et dans une moindre mesure des purs fournisseurs de services).

Il ressort de la présente étude que **la conjoncture actuelle influe fortement sur les positions vis-à-vis des NGN** : les acteurs sont confrontés à des problématiques de financement et de pérennité, ce qui les met dans un contexte peu favorable à des évolutions techniques et à l'apparition de nouveaux business models. Cela explique une certaine frilosité des acteurs interrogés vis-à-vis des solutions NGN (vision orientée vers une « transition douce » plutôt qu'une « révolution » des réseaux et services), mais qui pourrait se débloquer rapidement si le contexte économique évolue.

A noter aussi que **l'évolution vers les NGN ne revêt pas un caractère obligatoire**, malgré l'opinion exprimée dans le sens contraire par certains acteurs très engagés dans les NGN.

6.1 Distribution de l'intelligence en périphérie du réseau

Sur le plan technique, il est possible de dégager **une définition regroupant des concepts communs** sur lesquels tous les acteurs s'accordent : un réseau NGN sera un système « tout IP », offrant des services multimédia multi-accès et multi-terminaux en s'appuyant sur un réseau support mutualisé haut débit caractérisé par :

- une architecture de cœur de réseau en **trois couches** (Transport, Contrôle, Services),
- un transport convergent en mode paquet (**flux IP** transportés en IP natif, ou sur ATM en transition pour certains acteurs),
- et des **interfaces ouvertes et normalisées** entre chaque couche.

Des variantes, incertitudes ou divergences techniques ont cependant été dégagées :

- Au niveau de la **couche Transport** : il est difficile d'estimer l'importance des extensions d'usage des technologies optique (WDM, commutation optique) et Ethernet en cœur de réseau, la **nécessité et la durée d'utilisation d'ATM** comme protocole de transport **en transition vers un transport IP natif** à terme, d'évaluer la **vitesse de convergence totale de la commutation ATM vers la commutation MPLS**, d'estimer fiablement le besoin effectif et la date de **migration vers IPv6**.
- Concernant la **séparation des couches Transport et Contrôle** au sein du cœur de réseau : les constructeurs proposent **des variantes d'implémentation physique** des différentes entités fonctionnelles (media gateways / signalling gateways, fonctions serveur d'appel spécialisées...).
- Au niveau de la **couche Contrôle** : si la convergence à terme vers le protocole de contrôle d'appel IP multimédia **SIP** semble acquise a priori, il est difficile d'estimer la **durée de cohabitation des deux générations de protocoles** de contrôle d'appel et de commande de MGW, les **impacts** de cette inévitable cohabitation **en termes d'interopérabilité**, et la rapidité de convergence (vers le protocole le plus proche d'IP et Internet).
- Au niveau de la **couche Services** : les NGN se caractérisent par la normalisation d'interfaces ouvertes pour le développement et l'exécution de services

indépendamment du réseau. **Deux modèles complémentaires** se dessinent pour les services type « télécoms » (modèle **OSA**) et « données » (modèle **Web Services**). Le modèle OSA est indispensable pour la fourniture de services de téléphonie sur un réseau NGN mais il est moins mature. Le modèle Web services, déjà opérationnel, n'est pas suffisant pour assurer le développement de tous types de services.

Toujours concernant les services, mais sur un plan plus qualitatif, les NGN permettront l'essor des services multimédia temps réel et transactionnels à haut débit. **La complexité et la diversité des nouveaux services multimédia tire le marché vers le monde du logiciel** (et indirectement, vers les intégrateurs). Si les technologies associées sont mûres ou en passe de l'être, **les usages restent cependant à créer** en fonction des spécificités culturelles. On peut par ailleurs anticiper une évolution vers une certaine **convergence fixe/mobile** (nomadisme, convergence des usages).

Deux points connexes aux NGN, mais fortement impactants sont aussi à prendre en compte :

- **Le rôle moteur et l'impact** (choix d'architecture et d'ingénierie de cœur de réseau) **des évolutions des réseaux d'accès fixes, mobiles et sans fil** vers le haut débit et le support de services multimédia, avec la fourniture d'interfaces convergentes ATM ou IP vers le cœur de réseau.
- **Le rôle clé des terminaux de nouvelle génération** : ceux-ci apparaissent clairement comme **complémentaires aux plates-formes de services** pour l'exécution des services multimédia. Ils auront **un rôle essentiel pour la migration** vers les NGN de par leur complexification, leur disponibilité, la richesse et l'adéquation de leurs fonctionnalités, leur coût, leur vitesse de renouvellement, et l'interopérabilité assurée entre terminaux hétérogènes.

6.2 Activités de normalisation et standardisation au cœur des débats

Ces nouvelles technologies convergentes et fortement évolutives font ressortir le **rôle essentiel de la normalisation/standardisation**. En effet, l'ouverture des réseaux et services implique l'obligation d'implémenter des **solutions et interfaces normalisées et interopérables**. De plus, la mise en œuvre des NGN se traduit à court terme par l'apparition de variantes d'architecture et de générations successives de protocoles, ce qui soulève des **risques d'interopérabilité et de divergence**. Dans ce contexte :

- Les **organismes de standardisation issus d'Internet** (notamment l'IETF) ressortent comme ayant un rôle dominant dans la spécification des protocoles et briques technologiques des NGN,
- Les **organismes de normalisation historiques** (ETSI et UIT) doivent cependant prendre leur place dans ce mouvement, afin de fédérer ces initiatives, spécifier une architecture générale commune, assurer l'accessibilité et la diffusion des normes et standards applicables, et consolider les programmes de tests d'interopérabilité.
- Dans un contexte d'accélération des avancées technologiques où les opérateurs et fournisseurs de services tendent à s'appuyer sur les constructeurs pour la spécification des futures solutions, un **rôle d'animation du régulateur** en vue de coordonner les intérêts et avancées de l'ensemble des acteurs au niveau national serait bénéfique.

L'un des enjeux sera de résoudre le paradoxe d'un modèle de réseaux et services qui se veut ouvert, mais dont la **complexité technologique** peut s'avérer un frein à la mise en œuvre effective de cette ouverture, et donc au **libre choix de l'utilisateur final**, notamment en terme de services. Cette difficulté s'ajoute à celle de l'adoption de nouveaux modèles économiques qui impliqueront un bouleversement des relations entre les acteurs de l'ensemble du secteur des communications électroniques.

6.3 Evolution du marché

Concernant le **marché des constructeurs**, les NGN, technologie présentée comme « convergente », ne parviennent pas à effacer totalement les différences entre les **profils d'acteurs « data » et « télécoms »** : ces derniers conservent malgré tout une stratégie, un positionnement, des produits et solutions, et une cible de clientèle différents. On observe une **montée des acteurs « data »** et en particulier issus du **domaine logiciel**. Ces types de constructeurs deviendront probablement incontournables sur le marché des solutions NGN. En complément à cette analyse de premier niveau :

- Peu de constructeurs disposent en propre d'offres globales complètes, d'où la **nécessité de partenariats** stratégiques et technologiques entre acteurs.
- Un **nombre important de nouveaux acteurs au profil mixte** se positionnent complètement sur les NGN. On peut néanmoins douter de la pérennité de ces acteurs. Des **regroupements** sont à attendre, et il est vraisemblable qu'à moyen terme, les offres globales seront portées par un nombre restreint d'acteurs « dominants » déjà présents sur le marché (plus nombreux en télécoms qu'en data). Les nouveaux acteurs resteraient alors positionnés sur des marchés de niche, ou auraient recours à des partenariats OEM avec les acteurs majeurs. Nombre d'entre eux auront vraisemblablement une durée de vie temporaire.
- Les constructeurs s'adaptent aux nouveaux besoins et exigences de leurs clients dans le cadre des NGN : des **besoins accrus de prestations** (conseil stratégique et financier, prestations avant-vente, intégration / interopérabilité, externalisation...). Il existe aussi une certaine demande de montages avec un « prime contractor » jouant le **rôle d'intégrateur** pour son client.

Le marché des Fournisseurs de services évoluera fortement avec l'essor des NGN :

- Ces activités représentent un **très fort potentiel et des opportunités d'acteurs spécialisés et de prestations d'externalisation** (ASP, MVNO, Centrex, administration de réseau...). Ce potentiel est à encourager par des conditions économiques et réglementaires favorables.
- Malgré un **foisonnement initial** prévisible de nouveaux petits acteurs, cette phase sera vraisemblablement suivie de **regroupements** pour des questions de **visibilité client**, ce qui légitime le positionnement récent des grands éditeurs logiciels en qualité de fournisseurs de services NGN, et laisse présager un **rôle clé des portails et agrégateurs de contenus**.
- On peut anticiper l'émergence et le rôle croissant des **tiers de confiance** (services d'authentification, de paiement, de kiosque ou portail...).
- La modification des relations entre acteurs rendra de plus en plus sensibles les **problématiques d'interconnexion, de redistribution des revenus et de refacturation...**
- Les services étant de plus en plus liés aux capacités nouvelles des terminaux et la visibilité commerciale étant importante, **la détention des systèmes d'exploitation et des logiciels applicatifs clients sera un atout majeur** pour le positionnement des grands éditeurs logiciels en qualité de fournisseurs de services NGN.

6.4 Maturité des offres et coûts associés

Les offres NGN ont actuellement **une maturité contrastée** :

- **Un certain nombre de produits NGN n'ont pas encore atteint leur pleine maturité ou leur stabilité.** Cela concerne notamment les fonctions de contrôle d'appel évoluées (accès abonné), et surtout les fonctions liées aux services (plates-formes, logiciels applicatifs, mais aussi terminaux). Dans certains environnements de services (voix, multimédia temps réel), les solutions de transport IP natif semblent aussi manquer encore de la maturité nécessaire pour assurer la qualité de service adéquate, ce qui orientera à court terme certains acteurs vers un transport des flux IP sur ATM (voire TDM).
- Une attention particulière est à porter aux **capacités** initiales des solutions de commutation NGN (qui sont encore inférieures aux solutions traditionnelles), et aux solutions transitoires s'appuyant sur des **protocoles** propriétaires ou voués à disparition à moyen terme.
- Cette maturité encore faible des solutions impliquera vraisemblablement à **court terme** une orientation vers **des solutions mono-constructeur** (du moins par type d'équipement NGN).
- Si le domaine mobile présente des signes plus visibles d'évolution vers les NGN (forte visibilité sur l'évolution des terminaux et des réseaux, l'UMTS étant, dans sa deuxième phase, le premier système complet spécifié selon une architecture NGN), **les premiers déploiements effectifs de solutions NGN sont constatés dans le domaine des réseaux fixes** (transit voix, voix sur IP, xDSL).

Les **économies financières attendues** des offres NGN sont à **nuancer** à court terme :

- Si à **moyen/long terme**, une **baisse forte des coûts d'achat** des solutions NGN est prévue par tous, à **court terme** ces montants **sont fortement dépendants de l'existant de l'opérateur et de ses relations commerciales avec le(s) constructeur(s)**. Les économies en investissement induites par les NGN ne sont effectives que pour un déploiement initial sans réseau préexistant.
- Concernant les **coûts récurrents** liés aux solutions NGN, les avis des constructeurs et des opérateurs sont en revanche moins convergents : alors que **les constructeurs** sont quasiment unanimes pour dire que **des gains immédiats significatifs** seront apportés par les solutions NGN, **les avis des opérateurs et fournisseurs de services sont moins enthousiastes et plus contrastés**, certains mettant notamment en avant à **court terme des surcoûts indirects** liés au manque de maturité de la technologie.
- Par ailleurs, la mise en place des équipements et services NGN impliquera **des coûts connexes qui pourront s'avérer non négligeables** dans le cas d'une réelle migration à partir d'une architecture traditionnelle.

6.5 Les différentes approches de migration

Les constructeurs et les opérateurs ont une vision et une analyse des NGN nettement différente, tant sur le plan technique qu'opérationnel :

- De par leur implication très en amont dans la normalisation et la R&D, **les constructeurs** ont indéniablement une **maturité plus importante que leurs clients** sur les technologies et enjeux NGN.
- Constructeurs et opérateurs/fournisseurs de services ont des **différences fortes de vision** sur la convergence totale ou non vers les NGN, sur l'échelle de temps associée, et sur les perspectives d'économies attendues de telles solutions : **alors**

que les constructeurs sont globalement enthousiastes et volontaristes, les opérateurs montre plutôt un certain pragmatisme et de la prudence.

- Notons cependant que, comme les constructeurs se calent sur leurs clients principaux, ils sont en phase avec leur cible commerciale. On ressent l'importance des relations de confiance fortes, avec une certaine appropriation du discours du constructeur « historique » de la part de certains opérateurs.
- En revanche, d'autres opérateurs annoncent **faire plus confiance aux constructeurs « data » ou aux nouveaux acteurs** pour leur migration future vers les NGN, ce qui présage d'un certain **renouveau du marché des fournisseurs**, notamment dans les activités « télécoms ».

La migration vers les NGN apparaît comme un processus **inévitabile du fait de la double convergence voix/données/image et fixe/mobile**. Elle est **déjà enclenchée** par un certain nombre d'acteurs en France, en Europe et sur d'autres continents, et **ses impacts doivent donc être analysés et anticipés**. Cependant elle s'annonce **longue** (une échelle de temps de 10 à 20 ans semble raisonnable), **incomplète** (cohabitation inévitable avec les architectures dites traditionnelles) **et difficile à court terme** du fait de l'existence de solutions concurrentes ayant des niveaux de fonctionnalités et de maturité différents, et des problématiques d'interopérabilité de bout en bout.

La pertinence des solutions NGN est variable selon les types d'acteurs :

- Les opérateurs et fournisseurs de services pour lesquels les solutions NGN semblent les plus pertinentes sont les futurs **nouveaux acteurs** (non encore établis), Les **acteurs du monde des données** souhaitant diversifier leurs activités (notamment les ISP), les opérateurs anticipant une **forte croissance** et/ou une **diversification** rapide de leurs activités (ex. : opérateurs BLR ou xDSL), les opérateurs prévoyant une forte **baisse de leur trafic voix** au profit du trafic données, et les opérateurs mobiles.
- Les acteurs qui semblent les plus en retrait par rapport aux solutions NGN sont ceux ayant investi fortement et récemment dans des infrastructures de commutation voix traditionnelle TDM, et les opérateurs ayant déjà un accès boucle locale bas débit et des commutateurs d'accès.
- A noter aussi que **l'évolution vers les NGN ne revêt pas un caractère obligatoire**, malgré l'opinion exprimée dans le sens contraire par certains acteurs.

Même si les acteurs voient comme **déclencheurs importants** vers les NGN **le développement des usages** et **la création de valeur** (introduction de nouveaux services et marchés), les arguments immédiats mis en avant dans le cadre de la migration des opérateurs et fournisseurs de services vers les NGN **sont fortement influencés par la conjoncture actuelle :**

- **Les arguments techniques** (convergence des réseaux voix et données, optimisation des réseaux) **et économiques** (gains en coûts d'acquisition et de fonctionnement, avec un retour sur investissement rapide) **prédominent par rapport à l'argument marketing d'évolution vers de nouveaux services multimédia**, qui est fortement mis en avant par les constructeurs et qui n'arrivera que dans un second temps aux yeux des opérateurs.
- Le poids des **infrastructures existantes** et les **problématiques d'amortissement** et de retour sur investissement sont au cœur de leurs décisions d'évolution.
- Le dilemme à résoudre par les acteurs est de **développer l'offre de services** mais en prenant en compte **une enveloppe globale de dépenses des clients relativement constante**. Il devient dès lors essentiel d'économiser sur les coûts techniques liés au réseau pour maximiser les revenus liés aux services.
- Ces contraintes financières sont a priori moins fortes pour les entreprises que pour le grand public, et les besoins de services des entreprises évoluent plus rapidement. **Les grands comptes utilisateurs pourraient donc être moteurs pour l'évolution des réseaux d'opérateurs vers les NGN.**

- Enfin, notons que **certains acteurs** plutôt positionnés sur la couche Services (notamment les ISP se diversifiant vers des activités « voix » et les purs fournisseurs de contenus/services) **considèrent que leurs réseaux actuels sont déjà NGN.**

La **méthode de migration des opérateurs** vers les NGN sera a priori **d'autant plus longue et progressive que ces derniers sont établis et disposent d'un réseau important.** La plupart des acteurs interviewés s'accordent à dire que les opérateurs déjà établis favoriseront une migration en douceur s'appuyant plutôt sur un transport ATM, alors que les nouveaux opérateurs s'orienteront plus rapidement vers une solution « tout NGN » et favoriseront les infrastructures IP natives.

6.6 Vers une mutation des relations entre acteurs

Les NGN seront l'occasion d'une mutation profonde des relations entre acteurs, et notamment entre opérateurs et fournisseurs de services :

- L'élément clé de la réussite dans un contexte NGN est **la maîtrise de la base client.** C'est le point fort historique des opérateurs, mais aussi la source de légitimité du positionnement potentiel de certains acteurs du domaine logiciel, ou fournisseurs de services et contenus.
- La **concurrence sur les réseaux d'accès** représente encore une réelle priorité à court terme pour la plupart des acteurs : il y a encore des demandes fortes d'évolution vers le haut débit, d'extension de l'offre de dégroupage,... qui seront à résoudre en relation avec des problématiques d'aménagement du territoire. Cette focalisation sur les problématiques d'accès n'est cependant pas uniquement liée aux NGN, et masque aussi vraisemblablement l'absence actuelle d'ouverture entre réseaux et services.
- La problématique de **redistribution des revenus entre acteurs** est au cœur de cette réussite : le budget global de communications du consommateur n'évoluera pas suffisamment pour éviter un changement des modèles de revenus et une redistribution à l'ensemble des acteurs de la chaîne, **jusqu'au fournisseur de services.**
- Cette **redistribution**, à moyen terme, **sur la chaîne de la valeur** (de l'accès vers les services) est une tendance identifiée par tous. Mais sa mise en œuvre est soumise au bon vouloir des **opérateurs**, pour lesquels elle semble cependant inévitable à moyen terme afin d'assurer la fidélisation à long terme des clients et la pérennité des revenus.
- Une autre difficulté à surmonter est de trouver le(s) mode(s) adéquat(s) de **valorisation des contenus**, et de mettre en œuvre de nouveaux modes de **facturation** adaptés à l'usage des clients, le tout dans un environnement convergent voix/données alors que ces deux mondes mettent en œuvre sur ce point des référentiels très différents.

L'ouverture des services à des fournisseurs tiers soulève des **problématiques techniques, opérationnelles, stratégiques et économiques** variées :

- De **nouveaux modèles économiques** sont à trouver. Le modèle fermé de type « **pas de porte** » / **portail** est envisageable, mais sera-t-il suffisant ? L'applicabilité des modèles ouverts de type **kiosque** est à évaluer en relation avec la difficulté à valoriser les nouveaux services. Un **versement en fonction du trafic** généré serait le modèle le plus simple à appréhender mais c'est un sujet encore soigneusement évité par les opérateurs. Le marché évoluera donc vraisemblablement vers **des modèles économiques combinés.** En parallèle à ces modèles, la **facturation** directe par les fournisseurs de services pourra être combinée à la facturation des opérateurs pour compte de tiers.

- Les **impacts** de ces nouveaux partenariats **sur les systèmes d'information** (facturation, provisioning, automatisation des process, micro-paiements, reversements, tiers de confiance, relation clients, gestion des partenaires, interconnexion...) sont une **difficulté sous-estimée** au niveau technique (et un thème faiblement traité dans la normalisation) comme au niveau économique et opérationnel.
- On constate cependant **un différentiel important entre la vision théorique de partage des rôles dans le cadre des NGN, et la réalité** : les acteurs établis (opérateurs) prônent ce modèle ouvert sur le principe, mais dans les faits ils démontrent encore à ce jour un certain attentisme et un protectionnisme qui laisse présager des **difficultés de mise en œuvre**. Or, les opérateurs ont de fait la mainmise sur le devenir de l'ensemble des acteurs, notamment les fournisseurs de services et de contenus.
- L'ouverture des réseaux aux fournisseurs de services tiers semble donc plus être un problème de volonté et de business model plutôt qu'un frein technique. C'est pourquoi **le régulateur pourrait s'attacher à favoriser dès maintenant cette ouverture**, sans attendre forcément la mise en œuvre des interfaces normalisées multi-réseaux (ex. : dans le mobile, le service kiosque SMS en cours d'élaboration par les trois opérateurs français est un début d'ouverture).

6.7 Chantiers d'évolution pour la régulation

L'évolution des acteurs vers les NGN bouleversera le panorama technique et économique des communications électroniques, et **influera inévitablement sur la nature et les modalités de réalisation des missions de la régulation**.

Les différents acteurs ne voient pas pour la régulation un rôle interventionniste fort, mais plutôt un **renforcement du rôle d'animation de la réflexion** (groupes de travail) et de la participation dans les activités de normalisation, dans un but de surveillance du marché et de **facilitation** d'une convergence nécessaire vers des architectures et protocoles unifiés.

Il est demandé à la régulation de mettre en place **un contexte technique et économique favorable aux NGN**, avec notamment :

- La demande forte d'un **cadre réglementaire technologiquement neutre**, laissant les acteurs libres de leurs choix, conformément au nouveau cadre réglementaire européen.
- A court terme, la résolution des difficultés actuelles, notamment concernant le **dégrouper** de la boucle locale et l'évolution vers des offres **d'accès haut débit**.
- La mise en œuvre d'un cadre réglementaire **favorisant les investissements long terme** des acteurs, ainsi que le partage des infrastructures au sens large (entre acteurs et entre activités d'un même acteur).

Les acteurs demandent que les adaptations du contexte réglementaire aux NGN soient avant tout **guidées par les demandes du marché**. Il est donc demandé, plus qu'une anticipation, une **forte réactivité de la régulation** et une approche opérationnelle forte. Ces besoins d'adaptations du contexte réglementaire doivent donc être, sinon anticipés, du moins préparés par la réalisation d'études et/ou le montage de groupes de travail.

Plusieurs **chantiers d'évolution pour la réglementation et la régulation** ont été identifiés au cours de cette étude :

- Sur le plan de la **réglementation** :
 - La **transposition rapide des nouvelles directives européennes** (« package 2000 ») en France.
 - La **définition du statut des futurs différents acteurs NGN**, notamment les fournisseurs de services, et des droits et obligations associés (notamment les régimes d'autorisation et conditions d'interconnexion).
- Sur le plan de la **régulation** :
 - L'évolution à prévoir de la **surveillance du marché**, avec une attention particulière à porter à la problématique de la qualité de service (au sein d'un réseau IP, et de bout en bout), qui est identifiée comme un risque important et un point manquant de maturité.
 - Un **rôle renforcé d'animation du marché et de facilitation des discussions** techniques et opérationnelles.
- Sur le plan de la **veille**, en préparation à une éventuelle évolution du cadre réglementaire et de la régulation :
 - Une réflexion de fond sur l'évolution des ressources et mécanismes de gestion de la **numérotation, du nommage et de l'adressage** au sein des réseaux NGN (évolution vers IP).
 - **L'évolution nécessaire de certains services généraux** pour prendre en compte un environnement convergent voix/données et fixe/mobile, comme la portabilité, les services d'urgence (en relation avec les problématiques de géolocalisation) le périmètre et la définition technique des services « de base », l'interception légale.
 - **L'évolution de l'interconnexion des réseaux, services et systèmes d'information**, qui soulève des problématiques de normalisation d'interfaces, d'interopérabilité et de volonté stratégique des acteurs pour ouvrir leurs réseaux à des partenaires. Il semble opportun, dans l'objectif de préparer un paysage allant dans le sens des NGN, **d'encourager activement dès maintenant l'ouverture des réseaux** d'opérateurs aux fournisseurs de services tiers, que ce soit dans le cadre des réseaux et services mobiles (ex. : GPRS) ou fixes.

La migration vers les NGN apparaît comme un processus **inévitable** du fait de la convergence voix/données/image et fixe/mobile. Elle est **déjà enclenchée** par un certain nombre d'acteurs en France, en Europe et sur d'autres continents, et **ses impacts doivent donc être analysés et anticipés**.

Cependant elle **s'annonce longue** (une échelle de temps de 10 à 20 ans semble raisonnable), **incomplète** (cohabitation inévitable avec les architectures dites traditionnelles) et **difficile à court terme** du fait de l'existence de solutions concurrentes ayant des niveaux de fonctionnalités et de maturité différents, et des problématiques d'interopérabilité de bout en bout.